

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



**INFLUENCIA DE TRES NIVELES DE HUMEDAD APROVECHABLE DEL
SUELO, EN DOS ETAPAS FENOLOGICAS, SOBRE EL RENDIMIENTO
DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)**

TESIS

Que para obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo
orientación Fitotecnia

Presenta:

J. Saúl Padilla Ramírez

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 27 de Octubre 1982

ING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tesis del
PASANTE J. SAUL PADILLA RAMIREZ
Titulada: " INFLUENCIA DE TRES NIVELES DE HUMEDAD APROVECHABLE, EN
DOS ETAPAS FENOLOGICAS, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL (Phaseolus
vulgaris L.)"

Damos nuestra aprobacion para la --
Impresion de la misma

DIRECTOR



ING. SALVADOR MENA MUNGUJA

ASESOR

ASESOR



DR. ROGELIO LEPIZ IDELFONSO



ING. NICOLAS SOLANO VAZQUEZ

eml.

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, por su valiosa ayuda, al proporcionar los medios necesarios para el desarrollo del presente -- trabajo.

Al Ing. M.C. Antonio Valdez Oyervides, Coordinador Regional del Campo -- Agrícola Experimental Pabellón, por su colaboración en la realización de la presente.

Al Ing. M.C. Salvador Martín del Campo Valle, por sus sugerencias y revisión del manuscrito.

Al Ing. Salvador Mena Munguía, Director de Tesis, por sus sugerencias y apoyo brindado.

Al Dr. Rogelio Lépiz Idelfonso y al Ing. Nicolás Solano Vázquez, por sus valiosas sugerencias en la revisión del manuscrito.

Al Sr. Francisco González Lozano, por la ayuda prestada en los trabajos de campo.

Al Sr. Enrique Montes Jiménez, por el trabajo de mecanografía.

A los señores: Pablo Mendoza Rentería y Roberto Ortiz Velázquez, por su trabajo en la impresión de la presente.

A todas las personas que colaboraron directa e indirectamente para que fuera posible la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Agustín y Teresa, a quienes debo mi formación,
por el apoyo moral que me han brindado siempre

A MI ESPOSA:

Mago, por el cariño y comprensión que me ha
otorgado siempre

A MIS HIJOS:

Paulo, Saúl y Agustín, porque cuando sean
mayores busquen la superación

A MIS HERMANOS:

Ma. Elena, Jaime, Luis, Martha, Yola, Miguel A.,
Blanca E. y Rosita, como un estímulo por su apoyo
moral.

CONTENIDO

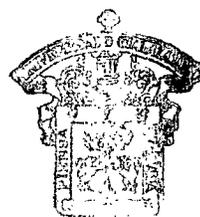
	Página
Resúmen.....	-
I. Introducción.....	1
1.1. Importancia Nacional.....	1
1.2. Problemática General.....	1
1.3. Situación del cultivo de frijol en Aguascalientes.....	1
1.4. Objetivos e Hipótesis.....	3
II. Bibliografía.....	4
2.1. Efecto de déficit hídrico en leguminosas.....	4
2.1.1. Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	4
2.1.2. Soya (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.).....	13
III. Materiales y Métodos.....	16
3.1. Localización.....	16
3.2. Climatología del lugar.....	16
3.3. Planta.....	17
3.4. Suelo.....	18
3.5. Siembra y fertilización.....	18
3.6. Labores culturales y combate de plagas.....	19
3.7. Tratamientos.....	19
3.8. Diseño Experimental.....	20
3.9. Determinación de humedad y riegos.....	21
3.9.1. Equipo utilizado.....	21
3.9.2. Esfuerzo de humedad del suelo (EHS).....	23
3.9.3. Riego de presiembra y riegos de auxilio.....	23
3.10. Variables medidas.....	26
3.10.1. 1) Altura.....	26
2) Area foliar.....	28
3.10.2. Rendimiento y sus componentes.....	28
3.10.3. Datos climatológicos.....	29
IV. Resultados.....	30
4.1. Efecto de los niveles de humedad aprovechable sobre el rendimiento y sus componentes.....	30
4.1.1. Análisis de varianza de los tratamientos en blo- ques al azar.....	30
4.2. Análisis de varianza factorial.....	31
4.2.1. Comparación de medias del rendimiento para los - tratamientos de H.A. en la 1a. etapa.....	33
4.2.2. Comparación de medias del número de vainas/plan- ta para la interacción de los niveles de H.A....	33
4.2.3. Comparación de medias del peso de 100 semillas - para los tratamientos de H.A. de la 2a. etapa...	35
4.3. Calendario de riegos resultante.....	35
4.4. Correlación entre variables.....	40
4.5. Análisis de regresión.....	41

	Página
4.6. Cálculo de la suma de cuadrados para el análisis de <u>re</u> gresión.....	42
V. Discusión.....	45
5.1. De los efectos sobre el rendimiento y sus componentes.	45
5.1.1. Efectos sobre el rendimiento.....	45
5.1.2. Efectos sobre el número de vainas por planta...	47
5.1.3. Efectos sobre el peso de 100 granos.....	48
5.1.4. Efecto de la lámina total aplicada sobre el <u>ren</u> dimiento.....	48
VI. Conclusiones.....	50
VII. Bibliografía.....	51
VIII. Apéndice.....	54



LISTA DE CUADROS

		Página
CUADRO 1.	Datos climatológicos registrados en la estación meteorológica del CAEPAB, durante el período 1973-1981.....	17
CUADRO 2.	Características físico-químicas del suelo donde se estableció el experimento.....	18
CUADRO 3.	Determinantes de riego para el suelo donde se estableció el experimento.....	26
CUADRO 4.	Cuadrados medios y nivel de significancia de los diferentes factores del análisis de varianza del rendimiento y sus componentes.....	30
CUADRO 5.	Límites de significancia para rendimiento.....	31
CUADRO 6.	Comparación de medias para rendimiento de grano.....	31
CUADRO 7.	Cuadrados medios y nivel de significancia de los diferentes factores del análisis de varianza del rendimiento y sus componentes.....	32
CUADRO 8.	Efectos simples e interacción de los niveles de humedad sobre el rendimiento de grano.....	32
CUADRO 9.	Efectos simples e interacción de los niveles de humedad sobre el número de vainas/planta.....	33
CUADRO 10.	Efectos simples e interacción de los niveles de humedad sobre el número de granos/vaina.....	34
CUADRO 11.	Efectos simples e interacción de los niveles de humedad sobre el peso de 100 semillas.....	34
CUADRO 12.	Calendario de riegos resultantes.....	40
CUADRO 13.	Coeficientes de correlación y su significancia.....	41
CUADRO 14.	Rendimientos estimados en función de la lámina total -- aplicada, mediante los modelos de regresión lineal y -- cuadrático y sus desviaciones.....	42
CUADRO 15.	Análisis de varianza de regresión.....	43



CUADROS DEL APENDICE

ESCUELA DE AGRICULTURA

BIBLIOTECA

Página

CUADRO	A	1. Cultivos principales en México.....	58
CUADRO	A	2. Producción de frijol en México de 1975 a 1981.....	59
CUADRO	A	3. Frijol de riego y temporal en Aguascalientes de 1977 a 1981.....	60
CUADRO	A	4. Principales presas en el estado de Aguascalientes...	61
CUADRO	A	5. Balance hidrológico de los principales acuíferos en Aguascalientes.....	62
CUADRO	A	6. Concentración de datos de humedad para el cálculo -- del Ps.....	63
CUADRO	A	7. Relación de los promedios del Ps, durante el ciclo -	
	y A	8. del cultivo.....	64
CUADRO	A	9. Consumos de agua o evapotranspiración real (ETr) según la disponibilidad de humedad en el suelo, del -- cultivo de frijol.....	65
CUADRO	A	10. Perfil de extracción de la humedad.....	66
CUADRO	A	11. Promedio de alturas observadas en plantas de frijol durante su desarrollo.....	67
CUADRO	A	12. Promedio de alturas ajustadas con la curva logística de plantas de frijol durante desarrollo.....	68
CUADRO	A	13. Promedios de AF y IAF, durante el ciclo de desarrollo del frijol.....	69
CUADRO	A	14. Rendimientos totales por tratamiento (kg/ha).....	70
CUADRO	A	15. Concentración de datos del promedio de número de vainas por planta.....	71
CUADRO	A	16. Concentración de datos del promedio de número de semillas por vaina.....	72
CUADRO	A	17. Concentración de datos del peso de 100 semillas.....	73

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Croquis de la distribución en el campo de los tratamientos.....	22
FIGURA 2. Curva de retención de la humedad.....	24
FIGURA 3. Curva de gasto para sifones de 1" de diámetro.....	25
FIGURA 4. Tendencias de rendimiento en frijol, según la disponibilidad de humedad del suelo.....	36
FIGURA 5. Tendencia del número de vainas/planta en frijol, según la disponibilidad de humedad del suelo.....	37
FIGURA 6. Tendencias del número de granos/vaina en frijol, según la disponibilidad de humedad del suelo.....	38
FIGURA 7. Tendencias del peso de 100 semillas en frijol, según la disponibilidad de humedad del suelo.....	39
FIGURA 8. Líneas de regresión de los modelos lineal y cuadrático con rendimientos estimados y observados.....	44

FIGURAS DEL APENDICE

	Página
FIGURA A 1. Promedio de abatimiento en los principales acuíferos del Estado. Período 1975-1979.....	55
FIGURA A 2. Localización geográfica de Pabellón, Ags.....	56
FIGURA A 3. Promedios decenales de temperatura máxima y mínima, evaporación y precipitación de los meses que comprenden el ciclo de desarrollo del cultivo.....	57



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD
DE
GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

tesis

INFLUENCIA DE TRES NIVELES DE HUMEDAD APROVECHABLE DEL SUELO, EN DOS ETAPAS FENOLOGICAS, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

resumen

PADILLA, J. S. Influencia de tres regímenes de humedad aprovechable en dos etapas fenológicas sobre el rendimiento del frijol, en Aguascalientes

La escasa disponibilidad de agua para uso agrícola constituye uno de los factores que más afecta la productividad de los cultivos en las áreas de riego. El objetivo de este trabajo fué determinar un calendario de riego óptimo para el cultivo del frijol. El experimento se realizó en el Campo Agrícola Experimental Pabellón, en un suelo de textura franca. La siembra se efectuó en forma manual sobre "tierra venida" el 10 de abril con la variedad Flor de Mayo, utilizando 60 kg/ha; la fertilización se hizo al momento de la siembra con la dosis 40-60-0. El diseño experimental fue bloques al azar con 4 repeticiones. Los niveles de humedad aprovechable del suelo fueron: 10, 25 y 40 o/o de la siembra al inicio de floración y 30, 40 y 50 o/o de la floración a madurez fisiológica de las vainas, más un testigo con 4 riegos de auxilio, dando un total de 10 tratamientos. La humedad del suelo se determinó con el método gravimétrico; la profundidad de suelo considerada como determinante de riego fue la de 0-30 cm. La precipitación durante el ciclo fué de 187.8 mm. Los tratamientos que mejor respuesta obtuvieron en cuanto a rendimiento fueron los que, durante la primera etapa fenológica, tuvieron menor cantidad de humedad. Lo anterior indica que las plantas lograron recuperarse favorablemente. Los 3 mejores tratamientos fueron: 25-30, 25-50 y el 10-30 con rendimientos de 2.34, 2.25 y 2.21 ton/ha, resp. Los cuales fueron significativamente diferentes al resto de tratamientos, según la prueba de Duncan al 0.05. Se aplicaron 5 riegos de auxilio a los 2 primeros tratamientos con intervalos de 16 días y una lámina total de 43 y 40 cm, resp. y al tercero se le dieron 4 riegos de auxilio con intervalos de 20 días; la lámina total aplicada fue de 38 cm. El análisis de correlación entre variables como lámina aplicada contra el rendimiento, tuvo un valor de $r=0.73$.

I. INTRODUCCION

1.1. Importancia Nacional

Del total de la superficie que se destina a los principales cultivos básicos y oleaginosas a nivel Nacional; el frijol ocupa el segundo lugar en importancia tanto por la superficie que se siembra, como por el volúmen de grano consumido por persona (20.36 kg/año). En 1981 ocupó el 14.67 % de la superficie y aportó el 5.13 % de la producción de granos básicos y oleaginosas. (Cuadro A 1).

En los años de 1975 a 1981, se cosecharon un promedio de 1'604,833 hectáreas por año, con un volúmen medio de producción de 938,231 toneladas y un rendimiento unitario de 581 kg/ha. (Cuadro A 2).

1.2. Problemática General

Considerando la fuente de agua para el cultivo del frijol, encontramos que aproximadamente el 87 % de la superficie total se cultiva bajo condiciones de temporal, con un rendimiento medio de 373 kg/ha; bajo condiciones de riego solamente se siembra el 13 % restante con un rendimiento promedio de 1,215 kg/ha. El bajo rendimiento obtenido en condiciones de temporal es causado por diversos factores, siendo los principales: la deficiente humedad en el suelo, por la escasa e irregular precipitación, problema que se acentúa más en los estados de Aguascalientes, Zacatecas, Durango y Chihuahua, donde la precipitación pluvial fluctúa entre los 400-450 mm anuales, las bajas densidades de población así como el poco uso de fertilizantes, insecticidas y variedades mejoradas. En las siembras de riego el empleo de tecnología e insumos para la producción es mayor que en temporal, sin embargo, el problema que se considera como una limitante en la producción es el manejo deficiente del agua.

1.3. Situación del cultivo de frijol en Aguascalientes

Después del maíz, el frijol ocupa el segundo lugar por superficie sem-



ESCUELA DE AGRICULTURA
ESTADO DE QUERÉTARO

brada, con un promedio anual de 35,000 toneladas que representan el 18.4 % del total de la superficie cultivada, durante el ciclo P-V de 1981 se obtuvo una producción de 13,775 toneladas que alcanzaron un valor cercano a los 90 millones de pesos (Cuadro A 3). En este cuadro se observa también que en las siembras de temporal, la producción por unidad de superficie es muy baja - así como la superficie cosechada con relación a la siembra, lo cual se ha debido a la escasa e irregular precipitación, sobre todo en los últimos -- tres años, en los que el porcentaje de superficie siniestrada por sequía - ha sido superior al 80 %. Esto indica que el factor limitante es la falta de agua; comparando los promedios de rendimiento unitarios durante el período de 1977 a 1981 que se obtienen en riego (1,390 kg/ha) y los obtenidos en temporal (194 kg/ha), existe una diferencia de 1,196 kilos a favor de las siembras en riego.

Esta diferencia no se debe exclusivamente al factor agua, ya que en riego es más común el uso de variedades mejoradas, fertilizantes e insecticidas, en tanto que en temporal el empleo de estos insumos es mínimo. Sin embargo, aún bajo condiciones de riego se presentan limitantes en la producción del cultivo del frijol y en general de todos los cultivos de riego en el estado. Una de las limitantes es sin duda la escasa disponibilidad de agua para riego, tanto en almacenamientos superficiales (Presas) como subterráneos (Acuíferos).

De las 13 principales presas en el estado que cuentan con capacidad total de almacenamiento de 442.5 millones de metros cúbicos, que representan más del 90 % del total de la capacidad de almacenamiento de presas y bordos del estado, se hallaban hasta junio de 1981 con sólo el 13.4 % con respecto a su capacidad total (Cuadro A 4).

En cuanto a los almacenamientos subterráneos, existen 3 principales - acuíferos (Valle de Aguascalientes, Chicalote y Calvillo) que son los que abastecen de agua a las áreas de riego, de los cuales se tienen indicios - de sobre explotación, tanto por el número de perforaciones realizadas, ya que de 778 que existían en 1970 se incrementaron a 1,350 en 1980, así como por los volúmenes extraídos (394 millones de m³/año) en relación con el vo

Volumen anual infiltrado (340 millones de m³) (Cuadro A 5) razón por la cual se ha presentado en ellos un abatimiento, sobre todo en el del Valle de -- Aguascalientes el cual fue del orden de 1.57 m/año promedio de 1975-1979 - (Fig. A 1). Lo cual incrementa los costos de extracción y disminuye el gasto de los pozos.

Si consideramos además que las investigaciones que a la fecha, se han llevado a cabo en la región sobre cuándo y cuánto regar al cultivo del frijol, es muy poca, ya que sólo existen recomendaciones generales en cuanto al número de riegos, así como la frecuencia y lámina que se debe aplicar. En la mayoría de los casos, es el criterio de los agricultores el que norma éstos aspectos, los que por lo general tienen la creencia de que a mayor volumen aplicado, mayor será el rendimiento, lo cual trae como resultado pérdidas en los volúmenes de agua aplicados, llegando en ocasiones a un uso irracional de tan vital recurso.

Por lo antes mencionado, se manifiesta la necesidad que hay en mejorar la eficiencia en el uso del agua, razón por lo que se implementó el -- presente trabajo, cuyos objetivos e hipótesis planteadas son:

→ 1.4. a) Objetivos

1. Determinar un calendario de riegos óptimo para el cultivo de frijol.
2. Lograr una mayor eficiencia en el uso del agua, consiguiendo mayor rendimiento por volumen aplicado.

b) Hipótesis

1. Las necesidades hídricas del frijol, no son iguales durante todo su ciclo.
2. Existe una respuesta diferencial en el rendimiento del cultivo, -- cuando se le somete a diferentes niveles de humedad aprovechable -- en el suelo. ✖

II. BIBLIOGRAFIA

2.1. Efecto de déficit hídrico en Leguminosas

2.1.1. Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Horner y Mojtehedí (1969) citan investigaciones de campo, realizadas durante 3 ciclos cerca de Karaj (Irán), sobre la influencia de niveles de humedad en el suelo y fertilización, en el desarrollo de: Garbanzo (*Cicer arietinum*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*) y Frijol caupi (*Vigna sinensis*). Los tratamientos de riego consistieron en regar a diferentes etapas de desarrollo del cultivo, las condiciones de humedad aprovechable en el suelo para los riegos fueron: húmedo (W) cuando 1/3 de la humedad disponible en la capa de 75 cm de profundidad, fuera consumida; medio (M) cuando 2/3 partes de la humedad disponible fuera consumida y seco (D) cuando las plantas comenzaron a mostrar síntomas de déficit hídrico (cambio de color), las etapas fenológicas consideradas fueron: para el frijol caupi; prefloración, floración y postfloración, mientras que para las otras 2 especies únicamente se consideró: plenitud de floración y postfloración, los tratamientos de fertilización fueron: aplicación de Nitrógeno, Fósforo y, Nitrógeno y Fósforo juntos. Los resultados en promedio de los 3 ciclos indicaron que un déficit hídrico elevado reduce la producción de grano de un 18 a 26 %. La producción entre los tratamientos M y W con 8 y 12 a 13 riegos respectivamente, no fue significativa, el tratamiento D con 6 riegos resultó con los rendimientos más bajos, sin embargo cuando este tratamiento se combinó con M o W después de la floración produjeron buenos rendimientos. La respuesta de las 3 especies a los diferentes niveles de humedad fue uniforme, aunque para el frijol caupi y el frijol se tuvo una tendencia mayor a disminuir la producción de grano cuando el déficit hídrico ocurría durante la floración y el comienzo de la madurez. La aplicación de N no tuvo efecto significativo, no así el fósforo el cual incrementó en general los rendimientos.

Maurer et al., (1969) en un estudio realizado en la Estación de Investigación de Agassiz, British Columbia (Canadá), en el que cultivaron plantas de frijol en lisímetros de pesadas, con objeto de determinar su respues



ta a 5 regimenes de humedad aprovechable en el suelo, cuya descripción de tratamientos consistió en regar cuando el suelo tuviese: a) 88 % de humedad aprovechable, b) 60 % de humedad aprovechable, c) 32 % de humedad aprovechable, d) 88 % de humedad aprovechable hasta las primeras flores abiertas y 32 % de humedad aprovechable hasta la cosecha, e) 32 % de humedad aprovechable hasta las primeras flores abiertas y 88 % de humedad aprovechable hasta la cosecha. Los resultados indicaron que las plantas que crecieron bajo el tratamiento (a), fueron más altas y pesadas con mayor área foliar, mientras que el tratamiento (c) produjo plantas pequeñas que rindieron pobremente. Los tratamientos (c) y (d) produjeron los menores rendimientos (b) y (e) -- fueron intermedios mientras que (a) obtuvo la mayor producción. Las plantas desarrolladas bajo condiciones de déficit hídrico durante el período de pre floración se recuperaron y rindieron favorablemente cuando se les suministró agua suficiente después de la floración. En cuanto al agua consumida -- fue mayor en (a) y menor en (c) mientras que en los tratamientos intermedios no hubo significancia. Señalan además que para producir frijoles de alta calidad con bajo contenido de fibras, es necesario evitar déficit hídrico durante la postfloración.

→ Flores (1975) consigna la realización de un experimento para la determinación de un calendario de riegos para el cultivo del frijol en siembra de primavera en la Comarca Lagunera. El experimento se desarrolló en terrenos del Campo Agrícola Experimental La Laguna (CAELALA), en suelo de textura arcillosa. Los tratamientos consistieron en 5 calendarios de riegos, cuyos riegos de auxilio a partir de la siembra fueron: a) 35-55, b) 40-64, c) 40-65-80, d) 35-50-65-80, e) 36-55-74 (Testigo). Dichos calendarios se probaron en las variedades Matamoros 64 y Delicias 71. No se encontró diferencia entre variedades y entre calendarios de riegos se determinó que la aplicación de 3 riegos de auxilio (36, 55 y 74 días después de la siembra) cubren las 3 etapas críticas: inicio de floración, formación de vainas y llenado de grano, lo cual es suficiente para obtener un buen rendimiento.

→ Dubetz y Mahalle, citados por Mojarro (1977) estudiaron el efecto de altas tensiones en el suelo, en frijol ejotero. Las plantas sometidas a una tensión de agua en el suelo de -8 bars en la postfloración, prefloración y

floración, resultaron en reducción total de la producción de 35, 53 y 71 % respectivamente. Altas tensiones del suelo durante el estado de floración tuvieron el efecto más negativo sobre la producción; ya que este se inhibe la subsecuente floración. También en este tratamiento algunas vainas fueron rudimentarias (parteno carpicas) y produjeron menor número de vainas. ←

→ Kattan y Fleming, citados por Mojarro (1977) realizaron un estudio -- con el objeto de determinar la sensibilidad de plantas de frijol ejotero, cv. Wad, a un alto grado de tensión de humedad durante varios estados de desarrollo. El riego durante el período desde la siembra a la floración -- mostró que no tiene efecto, siempre que el contenido de humedad del suelo fuera alto al tiempo de la siembra, un alto grado de tensión de humedad en el suelo durante el período de desarrollo de la vaina fue lo más perjudicial al rendimiento, al tamaño de las vainas y calidad, aún cuando fueran precedidas por óptimas condiciones de humedad. Tales condiciones daban por resultado rendimientos más bajos, alto porcentaje de vainas mal formadas, menos semillas/vaina y color mas pobre en el grano, los autores concluyeron que es necesario mantener suficiente humedad disponible en el suelo durante el período de floración y desarrollo de la vaina. ←

→ Martínez (1977) en una investigación realizada en la Estación Experimental de la Unidad de Riego San Jacinto, del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA) en el Depto., de Verapaz, Guatemala, para determinar el uso consuntivo del frijol var. Jamapa, bajo nivel mínimo de humedad en el suelo, así como el efecto del intervalo en la aplicación del riego -- en el rendimiento. Los tratamientos fueron: 1) lámina bruta de riego (LBR) de 27 mm cada 4 días, 2) LBR de 54 mm cada 8 días, 3) LBR de 81 mm cada 12 días y 4) de 108 mm cada 16 días. Los riegos se dieron por el método de -- surcos. Se determinó el contenido de humedad en el perfil del suelo por el método gravimétrico. Se midió el crecimiento de las plantas para comparar efectos entre tratamientos. En los trat. 3 y 4 las plantas alcanzaron mayor altura y la floración se adelantó 5 días, en los trat. 1 y 2 hubo mayor incidencia de antracnosis en las hojas. El mayor peso de los granos se obtuvo en los trat. 2 y 3, tendiendo a disminuir en el tratamiento de mayor intervalo (T-4) y siendo aún menor en T-1. El mayor rendimiento se obtuvo

con el T-3, y el menor en el T-1. Según los resultados el nivel mínimo de humedad aprovechable está entre 39 y 50 % para el suelo estudiado. Se obtuvo una demanda de riego neta de 432 mm durante el ciclo del cultivo.

Masfield (1977), señala un estudio realizado durante 4 ciclos, bajo condiciones de campo en suelo de textura arcillosa en la Estación Experimental de Oxford, sobre el efecto del riego en la nodulación de: "Vicia faba", chícharo "Pisum sativum" y frijol "Phaseolus vulgaris. Los riegos fueron aplicados a intervalos regulares sin considerar las condiciones climáticas, pero si el suelo se encontraba húmedo por causa de lluvias, se aplicó menor volumen de agua. Con el estudio se pudo demostrar que bajo esas condiciones, el riego puede aumentar el peso de las plantas durante la estación de sequía y en casos excepcionales, reducirlo durante la estación de lluvias, aunque no todos los aumentos fueron estadísticamente significativos. El peso de los nódulos aumentó en todos los casos y fueron significativos. Se demostró que el riego generalmente aumenta el tamaño y número de nódulos, pero usualmente en un porcentaje no muy alto. Se concluyó que convendría estudiar más ampliamente el hecho de que bajo condiciones adecuadas, el riego puede beneficiar más a las leguminosas nodulares que a otros cultivos, debido a que mejora la nodulación.

Miranda y Belmar (1977) en dos ensayos de campo realizados en la Estación Experimental Quilampu, en Chillan (Chile) sobre un suelo andosol, con el fin de evaluar el efecto de la inducción de déficit hídrico en 3 periodos del desarrollo del frijol sobre los rendimientos. Los tratamientos de frecuencia de riego fueron: 30 y 70 % de humedad aprovechable y los periodos de déficit hídrico los siguientes: 1) Riego durante todo el ciclo del cultivo (testigo), 2) Sin riego durante el período de crecimiento, 3) Sin riego durante la floración y 4) Sin riego durante la madurez. El contenido de humedad se determinó semanalmente con el método gravimétrico. La investigación señaló que hubo un efecto significativo de la frecuencia de riegos sobre los rendimientos de grano, los cuales se redujeron debido al déficit de humedad del suelo durante los estados de crecimiento, floración y formación de los granos. El número de vainas por planta y el peso de 1000 granos, se efectuaron también en forma significativa por la frecuencia del riego en

uno de los ensayos.

Mojarro (1977) consigna un experimento realizado en los terrenos de la Estación Lisimétrica del Colegio de Postgraduados de Chapingo, Méx., sobre suelos de textura Mig. Arenoso, cuyo objetivo consistió en: 1) probar la tésis de Hall y Butcher, que dice: los períodos de sequía inducidos en diferentes etapas fenológicas de los cultivos, tienen efectos multiplicativos - sobre la producción, 2) inducir una sequía de -15 bar en la hoja en diferentes etapas fenológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Michoacán 12-A-3. Los tratamientos de sequía consistieron en suspender el riego (cuyo período sin riego varió entre 12-16 días) en 4 etapas de desarrollo del cultivo: (V) vegetativo, 3 semanas antes del inicio de floración, (R_1) reproductivo, inicio de floración, (R_2) reproductivo, inicio de llenado de grano, y (R_3) reproductivo, final del llenado de grano, más un testigo con riego normal, dando un total de 9 tratamientos (V, VR_1 , VR_2 , VR_3 , R_1R_3 , R_2 , R_3 y T). Los resultados indicaron que: a) la tésis de Hall Butcher, es efectiva solo para los tratamientos VR_2 y VR_3 y no para VR_1 y R_1R_3 , debido a la cercanía entre el primer período de sequía y el segundo, b) el rendimiento y sus componentes se vieron afectados por todo tratamiento de sequía, c) la etapa R_1 (inicio de floración) es la más sensible a la sequía, ya que es donde el rendimiento y sus componentes (Fisiológicos y morfológicos) se vieron drásticamente afectados.

Robins y Domingo, citados por Miranda (1977), señalan reducciones en el rendimiento del frijol de alrededor del 20 % cuando el déficit hídrico persistía por 15 días antes de la floración; 18-22 días durante la floración y 15 días antes de la madurez de las primeras vainas. Menciona además que los mecanismos constantes de la reducción del número de vainas por déficit hídrico antes de la floración, reducción del número de vainas y número de granos por vaina por déficit durante la floración y reducción del peso de los granos por déficit durante la maduración.

Salter y Goode, citados por Miranda (1977), indican que el frijol, como la mayoría de los cultivos, presenta períodos de su desarrollo que son muy sensibles a la falta de humedad del suelo. Si el déficit hídrico se pre

senta en períodos críticos como el de postfloración, la producción de este cultivo se reduce significativamente. Señalan también, que para obtener -- rendimientos máximos y óptima calidad del grano, debe existir en el suelo un contenido de humedad suficiente durante el período de floración y desarrollo de las vainas.

➔ Zepeda (1977) consigna un experimento realizado en la Unidad de Riego Autlán-El Grullo, Jal. (México), sobre la integración de niveles de humedad aprovechable y dosis de fertilización fosfatada en el cultivo de frijol, los tratamientos evaluados fueron: 15 %, 30 % y 45 % de humedad aprovechable; 30, 60 y 90 kilogramos de fósforo por hectárea. El análisis estadístico presentó diferencia significativa para todos los niveles de humedad aprovechable con incrementos en el rendimiento a medida que aumenta el contenido de humedad en el suelo, dentro de los niveles probados. Con respecto a la aplicación de fósforo la mayor producción se encontró con la dosis de 90 kg/ha, aunque no hubo diferencia estadística significativa para este factor. Para los niveles de humedad aprovechable y fósforo, no se encontró interacción significativa.✍

➔ Cruz (1978). En un experimento realizado en el Distrito de Riego No.24, Ciénega de Chapala, Mich. (México), sobre la evaluación de diferentes niveles de humedad y métodos de siembra en el cultivo del frijol, indica que: - no hubo diferencia significativa entre los niveles de humedad probados, aunque el tratamiento que se regó al 30 % de humedad aprovechable fue en el -- que se obtuvieron los mejores rendimientos. Los riegos aplicados para este tratamiento fue como sigue: No. de riegos aplicados 3; Lámina 22.4, 14.9 y 15.2 cm; intervalo de riegos 0, 41 y 60 días después de la siembra. Los rendimientos más bajos se obtuvieron con el tratamiento regado al 10 % de humedad aprovechable. Respecto a métodos de siembra, el mejor tratamiento fue - el sembrado en surcos de 60 cm con una hilera de plantas.✍

Palacios y Martínez (1978). Mencionan que los resultados de muchos experimentos sobre el efecto de las variaciones de la tensión del suelo en diferentes etapas de desarrollo de los cultivos sobre el rendimiento, indican que la mayoría de los cultivos anuales o bianuales no forrajeros, son sensi

bles a dichas tensiones. Sin embargo, para cada tipo de cultivo, las etapas de desarrollo en las que son más sensibles a cambios en el contenido de humedad del suelo, pueden ser significativamente diferentes. En el caso particular del frijol, la mayor parte de los estudios realizados con este cultivo indican que son muy susceptibles al déficit hídrico durante el período de floración, observándose una notable disminución en su rendimiento, tanto en grano como en vainas. Salter y Goode (1967) citados por Palacios, explican la alta sensibilidad de las plantas al déficit hídrico durante esta etapa a que, las leguminosas dejan de producir raíces durante la floración, pero adicionalmente se observa una reducción de la masa radicular debido a la muerte de las raíces más viejas, en estas condiciones la absorción de agua por las plantas se hace más difícil lo cual se agrava considerablemente cuando se aumenta la tensión del agua.

Giralt (1979). Menciona un trabajo donde se evaluaron los efectos del déficit hídrico sobre el desarrollo y rendimiento del frijol negro, var. - Cueto 25-9 durante un período de 3 años, en Alquizar, provincia de la Habana (Cuba). Los períodos de escasez de agua se indujeron en diferentes estadíos del cultivo. El cultivo fue altamente sensible a las variaciones de humedad en el suelo en las etapas de floración y fructificación ya que resultó una disminución significativa en los rendimientos cuando se sometió a déficit hídrico en estas etapas. Por otra parte, el cultivo se puede someter a un período de sequía de 15-20 días desde la germinación total hasta 10-15 días antes de la floración sin disminuir significativamente los rendimientos. Los mayores valores de evapotranspiración ocurrieron durante la floración y fructificación, los valores menores en los estadíos iniciales y finales del cultivo. La evapotranspiración total varió de 360-371 mm con un promedio diario de 3.27 - 3.47 durante los 3 años.

— Kohashi (1979), menciona que en trabajos realizados en condiciones de campo en Chapingo, Méx., se obtuvo evidencia de que el porcentaje de frutos que alcanzan la madurez fisiológica está determinado más bien por la caída de vainas, y que, son muy pocas las flores que se pierden. Se ha podido concluir que en la abscisión o caída de vainas jóvenes opera un proceso en secuencia que consta de 2 partes: la primera que consiste en la detención



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

del crecimiento de la vaina, que puede ocurrir a los 2 días o más después de la antesis. La segunda, consecuencia de la primera, consiste en la caída del fruto. Sin embargo el fruto que se cae no lo hace inmediatamente que deja de crecer, sino que el lapso que medio entre la detención del crecimiento y la caída es muy variable. En esta respuesta fisiológica de la planta influyen varios factores del medio, de los cuales el nivel de humedad aprovechable en el suelo tiene una gran influencia.

Lepiz (1979) menciona un trabajo realizado en el Campo Agrícola Experimental "Las Huastecas" durante el ciclo otoño-invierno 76/77, bajo un ensayo exploratorio se hizo un estudio sobre calendario de riegos y variedades en el cultivo del frijol. Por ser un estudio exploratorio, no se utilizaron repeticiones y al momento de la cosecha se realizaron muestreos dentro de cada tratamiento, obteniendo así subparcelas, mismas que se analizaron estadísticamente. Los tratamientos de riego consistieron en 2 calendarios de riegos: 1) 0-55-75 días después de la siembra, 2) 0-45-69 días después de la siembra, en 2 variedades: Jamapa y Delicias 71. Los resultados indicaron que no hubo diferencia significativa para variedades, pero sí entre calendarios de riego, siendo el mejor en ambas variedades, el que lleva el primer riego de auxilio 10 días antes de la floración y el segundo riego 24 días después (trat. 2), con el cual se obtuvieron los mayores rendimientos, así como mayor No. de vainas/planta y altura de planta. En cada riego se aplicó una lámina de 10 cm.

Ahlawat, I.P.S. et al., (1980) consignan un trabajo realizado en Nueva Delhi (India) sobre la respuesta a riego y aplicación de fósforo en frijol caupi (*Vigna sinensis*). Los riegos se aplicaron cuando hubiera el 75, 50 y 25 % de humedad aprovechable los rendimientos obtenidos en grano fueron de 1.53, 1.19 y 0.83 ton/ha respectivamente, los valores del consumo de agua fue de 588, 528 y 426 mm para los tratamientos del más húmedo al más seco. Los índices de eficiencia del uso del agua fueron: para el trat. 75 % de humedad aprovechable de 2.6 kg/mm ha, para el trat. 50 % de 2.3 kg/mm ha y la menor eficiencia se obtuvo para el trat. de 25 % de 1.9 kg/mm ha. La producción con 0, 30 y 60 kg de P_2O_5 /ha fue de 1, 1.25 y 1.3 ton/ha respectivamente.

CIAT (1980) reporta que dado que el frijol se cultiva bajo un gran número de condiciones ambientales, existen variedades que se adaptan mejor -- que otras a condiciones de crecimiento específicas de algunas áreas de producción. Sin embargo, variedades que se encuentran bien adaptadas a una región pueden sufrir daños cuando se presentan cambios extremos o variaciones en los factores que contribuyen al proceso productivo de las plantas. Las condiciones extremas de exceso o falta de humedad, influyen en los procesos fisiológicos, en el desarrollo de la planta y en la susceptibilidad a los organismos dañinos. Un contenido bajo en humedad en el suelo puede ocasionar daños en las plantas debido a: acumulación de iones tóxicos tales como: Magnesio y boro, el cierre de los estomas, menor absorción de CO_2 , y el marchitamiento temporal o permanente de la planta, un contenido alto de humedad en el suelo y riegos frecuentes pueden lixiviar nutrimentos esenciales para el desarrollo normal de la planta, disminuir el contenido de oxígeno, inducir clorosis, y aumentar los niveles de subproductos tóxicos resultantes del metabolismo anaerobio.

Palacios (1980) menciona que para poder estimar el cuando y el cuanto regar, es necesario conocer cual es el contenido de humedad del suelo y -- cual es la profundidad de exploración de las raíces. Actualmente, esto se logra mediante un muestreo de campo y estimaciones gravimétricas del mencionado contenido de humedad del suelo. En muchos Distritos y Unidades de Riego, aún se obtienen rendimientos muy bajos en la cosecha de los cultivos bajo riego. Las causas de esto son varias, sin embargo es frecuente observar que, o bien no se proporciona la cantidad de agua necesaria al cultivo o -- que los riegos no se apliquen con oportunidad, sometiendo al cultivo a altos esfuerzos de la humedad del suelo en épocas críticas, por lo que se obtienen bajos rendimientos. Por ejemplo en la región del Distrito de Riego - El Fuerte, Sin., a gran parte del cultivo de frijol, sólo se le proporciona uno o dos riegos, en lugar de los 3 ó 4 requeridos por el cultivo, además, esta aplicación suele efectuarse fuera de época más apropiada, como consecuencia se obtienen rendimientos del orden de 800 kg/ha, en lugar de las -- 2.5-3.0 ton/ha se obtienen cuando se riega en forma adecuada.

2.1.2. Soya (*Glicine max*)

Rodríguez y Villarreal (1977) consignan un experimento realizado con el propósito de ahorrar de uno a dos riegos de auxilio en el cultivo de la soya, el trabajo se estableció en terrenos de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chihuahua, en suelo de textura migajón areno-arcilloso. Los tratamientos estudiados fueron 4 diferentes calendarios de riego: 1) 20-40-59-77-95 y 113, 2) 30-50-69-87-105 y 123, 3) 40-59-77-95 y 113 4) 50-69-87-105 y 123 días después de la siembra. Los calendarios de riego usados, fueron elaborados en base a los días y período de floración del cultivo, así como de características de suelo y clima. Los resultados indicaron que los rendimientos obtenidos en los trat. 1 y 3, fueron estadísticamente diferentes a los trat. 2 y 4. Al comparar los trat. 2 y 3, los cuales recibieron el mismo número de riegos y lámina total aplicada, pero en el trat. 3 la distribución de los riegos de auxilio fue más eficiente. El trat. con los rendimientos mas bajos fue el 4, los cuales se debieron a que durante el período de floración del cultivo el suelo no tuvo condiciones óptimas de humedad.

Sionit y Kramer, citados por Mojarro (1977), trabajando con soya, estudiaron el efecto que puede producir un potencial de agua de -23 bars en la planta sobre diferentes etapas del cultivo. En todas las etapas se produjo un decremento en el área foliar, y un bajo índice de área foliar perjudica al crecimiento de la vaina y la semilla, estos autores reportan que el peso por semilla decrece como consecuencia del bajo índice de área foliar (IAF) y que la etapa donde se produce más bajo IAF, es cuando se induce la sequía en la etapa de la formación temprana de la vaina.

Vázquez Alvarado (1977) menciona un trabajo realizado sobre el cultivo de la soya, en la región de Delicias, Chih., en suelos de textura migajón-arcilloso arenoso, con objeto de estudiar el efecto de diferentes niveles de humedad sobre el rendimiento. El cultivo se dividió en 2 etapas fenológicas, la primera de la siembra al inicio de floración, y la segunda del inicio de floración al llenado de grano. Los niveles de humedad aprovechable en el suelo que se evaluaron fueron: 0 % + 5 días, 0 %, 10 % y 20 % en la -

primer etapa; 20, 30, 40 y 50 % en la segunda etapa, más un testigo con -- riegos al 40 % durante todo el ciclo. En análisis estadístico del rendimiento en grano detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, siendo los de mayor producción los que iniciaron en la primer etapa -- con 10 % de humedad aprovechable y en la segunda etapa 40 y 50 % de humedad. Para el peso hectolítrico del grano no se encontraron diferencias.

Saadati y Yazdi-Samadi (1980), mencionan un trabajo en el que estudiaron el efecto del riego y la aplicación de fertilizantes químicos sobre la producción de soya cv. Clark 63 y otras características agronómicas del cultivo. El trabajo se desarrolló bajo condiciones de campo en Karaj, Irán. -- Los tratamientos de riego fueron: aplicación de 6, 7, 8 y 12 riegos, con niveles de 0-100 kg de N/ha, y 0-100 kg/P₂O₅/ha. Los resultados indicaron que el número de nódulos/planta la longitud de las raíces, el número de granos/vaina, la producción de grano y el contenido de aceite se incrementó significativamente con el riego. La aplicación de N incrementó la altura de planta pero disminuyó el número de nódulos/planta y el contenido de aceite en el grano, mientras que la aplicación de fósforo redujo el número de granos/vaina y el contenido de aceite en el grano.

Vasiliu y Pascaru (1980) reportan un trabajo realizado en Braila, Rumania, sobre la influencia del riego y fertilizantes en la producción y calidad del cultivo de la soya. Los trabajos se efectuaron en campo durante -- 1963-1974, sobre suelo de tipo chernozem, de 1970-1974 se incorporó una variable más que fué la adición de cepas de Rhizobium japonicum. Los cultivares de soya utilizados fueron los cv. Chippewa y Flora. Los niveles de humedad aprovechable que se tuvieron como tratamientos para la aplicación del riego fueron: 30, 50 y 70 % mas un testigo sin riego, los rendimientos en grano para los tratamientos fue de 2.66, 2.73, 2.76 y 1.3 ton/ha respectivamente, con la adición de R. japonicum, la producción de grano fue de 2.81 y 1.73 a 2.93 y 2.49 con 0-160 kg N/ha, y 2.72 y 2.11 a 3.02 y 2.23 ton/ha -- con 0-80 kg P₂O₅/ha más 80 kg K₂O/ha. La lámina de agua óptima aplicada fue de 50-75 cm.

Yasadi-Samadi y Saadati (1980) consignan un trabajo efectuado en la --

Universidad de Teheran, Karaj, Irán, sobre el efecto -el número de riegos - aplicados en diferentes etapas del crecimiento de la soya. Los resultados - indicaron que más riegos incrementaron la altura de planta, número de nódulos, vainas/plantas el peso de las semillas y el rendimiento de la soya cv. Lindarín; el incremento en la producción fue debida al incremento del número de vainas/planta y al peso de los granos. Con un riego antes de la floración, el rendimiento fue de 1.25 ton/ha, y hasta de 4.21 ton/ha. Cuando se aplicó riego antes y después de la floración. El riego en la etapa vegetativa fue importante, y al final de la floración más importante en el incremento de la producción de grano.

Rosales y Almada (1981) indican un experimento realizado en la región comprendida por el Distrito de Riego No. 14, Río Colorado, Son., y B. C. -- Norte (Valle de Mexicali), cuyo objetivo fue encontrar un programa de riegos adecuados para el cultivo, así como la mejor variedad. Los factores de variación fueron: niveles de humedad aprovechable en la capa de 0-30 cm en 2 etapas fenológicas y variedades (Cajeme y Riito). Los niveles de humedad aprovechable probados fueron: 0, 20 y 40 % en la primer etapa (germinación inicio de floración) y 20, 40 y 60 % en la segunda etapa (inicio de floración a maduración del grano). Aún cuando no se encontró significancia entre los diferentes niveles de humedad estudiados, el tratamiento que obtuvo el mejor rendimiento en ambas variedades fue en el que se aplicaron los riegos al 20 % de humedad aprovechable en la primer etapa y 40 % en la segunda. Entre variedades sí se detectó diferencia significativa, resultando mejor en rendimiento la variedad Cajeme en un 14.5 % más que la variedad Riito.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente trabajo se realizó durante el ciclo Primavera-verano 1981/81, en los terrenos del Campo Agrícola Experimental Pabellón (CAEPAB) el cual pertenece al Centro de Investigaciones Agrícolas del Centro Norte (CIA NOC) que a su vez es uno de los once Centros Agroecológicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

El CAEPAB se encuentra localizado en el kilómetro 32.5 de la carretera Aguascalientes-Zacatecas, sobre el paralelo 22°09' de latitud Norte y a los 102°17' de longitud Oeste, a una altitud de 1912 metros sobre el nivel del mar. (Fig. A 2).

3.2. Climatología del lugar

Las características climatológicas, de la Estación Meteorológica del Campo Agrícola Experimental Pabellón, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por E. García (1973) es:

BS₁ kw (w) (e)

Explicación de los símbolos

BS₁ Clima seco o árido con régimen de lluvias de verano cociente -- p/t mayor que 22.9 (el menos seco de los BS).

k Templado con verano cálido, temp. anual entre 12° y 18°C, del mes más frío entre -3° y 18° y del mes más caliente sobre los 18°C.

w(w) Régimen de lluvias de verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco.

De Invierno: lluvia invernal menor del 5 % del total anual.

c) Temp

(2) Oscilación anual de las temperaturas medias anuales extremosas (entre 7° y 14°C.).

CUADRO 1. DATOS CLIMATOLÓGICOS REGISTRADOS EN LA ESTACION METEOROLÓGICA -- DEL CAMPO AGRÍCOLA EXPERIMENTAL DE PABELLÓN, DURANTE EL PERÍODO 1973-1981.

MESES	T. máx.	T. mín.	T. med.	Evap.	Prec.
ENERO	20.57	1.50	11.04	118.49	16.73
FEBRERO	22.72	2.35	12.54	142.60	8.74
MARZO	26.02	5.44	15.73	231.26	1.80
ABRIL	27.57	7.77	17.67	241.66	3.68
MAYO	29.19	10.06	19.63	239.66	17.41
JUNIO	28.42	12.57	20.50	208.19	27.01
JULIO	26.26	12.59	19.43	169.04	127.56
AGOSTO	25.20	12.16	18.68	147.54	97.04
SEPT.	25.10	11.40	18.25	133.41	68.21
OCT.	24.81	7.97	16.39	126.96	29.82
NOV.	22.66	3.53	13.10	107.18	12.42
DIC.	21.18	2.90	12.04	96.72	13.44
MED.	24.97	7.52	16.25		
ANUAL				1962.71	423.86

3.3. Planta

La especie utilizada fue frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Flor de Mayo, la cual tiene una amplia área de adaptación, buen precio en el mercado y preferencia del consumidor. Sus principales características son: presenta un hábito de crecimiento tipo semiguía, tarda aproximadamente de 60-65 días a la floración y 120 días a la madurez, su color de grano es rosita, el rendimiento medio a nivel experimental de esta variedad es de 2.5 a 3.0 ton/ha.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

3.4. Suelo

Las características físico-químicas del suelo, según el reporte del análisis efectuado en el Laboratorio del Distrito de Riego 01 de Pabellón, Aguascalientes, nos indica que es un suelo franco, con un contenido de Materia Orgánica de 1.5 %, un pH ligeramente alcalino y una densidad aparente de 1.45 (Cuadro 2).

3.5. Siembra y fertilización

Se sembró el 10 de abril, en forma manual sobre "tierra venida" depositando una semilla por golpe, en el fondo del surco a una distancia de 10 centímetros, la separación entre surcos fue de 76 centímetros, lo que nos da una población de aproximadamente 130,000 pl/ha. La cantidad de semilla utilizada fue de 60 kg/ha. La fertilización se hizo al momento de la siembra con la dosis 40-60-00, la fuente para nitrógeno fue Sulfato de Amonio (20.5 % y para el fósforo el Super Fosfato de Calcio simple) (19.5 %).

CUADRO 2. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO.

Clasificación textural	Prof. 0-30 Franco	Prof. 30-30 Franco Arenoso
% Arena	48.7	70.5
% Arcilla	34.7	8.7
% Limo	16.6	20.8
Capacidad de Campo	17.5	14.0
Punto de Marchitez Pmte.	9.7	8.0
D. A.	1.45	1.48
Materia Orgánica %	1.5	1.8
P. H.	8.15	7.99
Nitrógeno Nítrico PPM	3	3
Nitrógeno Amoniacal "	12	12
Fósforo "	25	25
Potasio "	250	250
Calcio "	1600	1600
Conductividad Eléctrica mmhos/cm	1.7	1.5
PSI %	6.3	8.2
Clasificación	Normal	Normal

→ 3.6. Labores culturales y combate de plagas

Considerando la importancia del experimento se trató de mantener al -- cultivo libre de malezas y del ataque de plagas que pudieran reducir el ren dimiento. En cuanto al control de malezas se tuvo especial cuidado durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, principalmente los primeros 40 días posteriores a la siembra. Se dieron un total de 3 deshierbes manuales y una escarda, esta además de eliminar la maleza, proporciona un apor-- que ó arroje a las plantas y mejora las condiciones de aereación del suelo.

Las principales plagas que atacan al frijol en la región son: chicha-- rrita (*Empoasca Kraemeri*, Ross y Moore) y Mosquita blanca (*Trialeurodes* sp) las cuales succionan la savia de las hojas del frijol. Como consecuencia -- del ataque la planta adquiere un aspecto clorótico y un achaparramiento que depende del grado de infestación.

El control de estos insectos se logró mediante aplicaciones de insecti-- cida Azodrín-5, en dosis de 1cc/litro de agua, realizado un total de 3 apli-- caciones a partir de los 40 días después de la siembra a intervalos de 20 - días aprox. ~~---~~

→ 3.7. Tratamientos

Se probaron 3 niveles de humedad aprovechable del suelo, en 2 etapas - fenológicas del cultivo.

Las etapas fenológicas en que se dividió al cultivo fueron:

A) De la siembra al inicio de floración

B) De la floración a la madurez fisiológica de las vainas.

Los niveles de humedad aprovechable a que se sometió el cultivo fue-- ron: en la etapa A) cuando en la capa de 0-30 cm hubiera al momento del -- riego el 10, 25 y 40 % de H.A., es decir cuando se consumía en esa profun-

didad el 90, 75 y 60 % de la H.A., respectivamente.

En la etapa B) los niveles de humedad evaluados fueron: cuando en la capa de 0-30 cm hubiera al momento del riego el 30, 40 y 50 % de H.A., es decir cuando en esa profundidad se había consumido el 70, 60 y 50 % de la H.A., respectivamente.

Tratamientos Resultantes:

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. A ₁₀ B ₃₀ | 6. A ₂₅ B ₅₀ |
| 2. A ₁₀ B ₄₀ | 7. A ₄₀ B ₃₀ |
| 3. A ₁₀ B ₅₀ | 8. A ₄₀ B ₄₀ |
| 4. A ₂₅ B ₃₀ | 9. A ₄₀ B ₅₀ |
| 5. A ₂₅ B ₄₀ | 10. Testigo, No. de riegos y frecuencia más común en la zona. |

La separación de las etapas fenológicas se hizo con el inicio de la floración, la cuál ocurrió en forma simultánea en todos los tratamientos a los 63 días después de la siembra. El criterio que se tomó para definir el inicio de floración fue cuando el 10 % de las plantas presentaban cuando menos una flor, a partir de ese momento se cambiaron los niveles de humedad para los riegos de la segunda etapa.

Los niveles de humedad aprovechable, tal como se puede advertir son -- más bajos en la primer etapa en relación a los probados en la segunda etapa, esto fue en base a que la mayor parte de los trabajos que se revisaron mencionan una recuperación favorable del cultivo cuando la disponibilidad de -- humedad en el suelo, es mayor durante la floración y formación de las vainas, aún cuando en la etapa inicial del desarrollo hubiese estado sometido a un déficit hídrico.

3.8. Diseño Experimental

La distribución de los tratamientos en el campo fue en bloques al azar con 4 repeticiones, cuyo modelo estadístico es:

donde: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$
 Y_{ij} = Rendimiento del trat. i-ésimo con el bloque j-ésimo
 μ = Efecto general o media
 τ_i = Efecto de tratamiento i-ésimo
 β_j = Efecto de bloques j-ésimo
 ϵ_{ij} = Efecto aleatorio asociado a cada unidad Exp.

La unidad experimental consistió en 7 surcos de 10 m de longitud - - (53.2 m²). Y como parcela útil se tomaron 2 surcos centrales de 8 m de longitud (12.16 m²). Se dejó una separación entre unidades experimentales de 2.28 m y entre bloques de 6 m, con el fin de evitar influencia en los tratamientos adyacentes debido a los movimientos laterales del agua del suelo. (Fig. 1).

3.9. Determinación de la humedad del suelo y riegos

3.9.1. Equipo utilizado

La determinación del contenido de humedad del suelo se realizó con el método gravimétrico. El equipo que se utilizó en los muestreos fue: una barena tipo tirabuzón, botes de aluminio, báscula de precisión y una estufa eléctrica en la que se secaron las muestras a una temperatura de 110°C durante 24 horas.

La toma de muestras de suelo para determinar el % de humedad (Ps) se hizo en parcela útil, sobre la hilera de plantas, las muestras se tomaban 2 veces por semana a profundidades de 0-30 y 30-60 cm, en todos los tratamientos de la repetición I; y dado que había 3 parcelas con el mismo nivel de humedad aprovechable, se hacía un promedio aritmético de los valores obtenidos de cada profundidad y este fue el que se consideró para el cálculo de la lámina de riego por aplicar.

El Ps promedio que sirvió de base para establecer el momento del riego fue el de la capa de 0-30 cm de profundidad, sin embargo, la lámina de riego se calculó para humedecer un perfil de 60 cm. ←

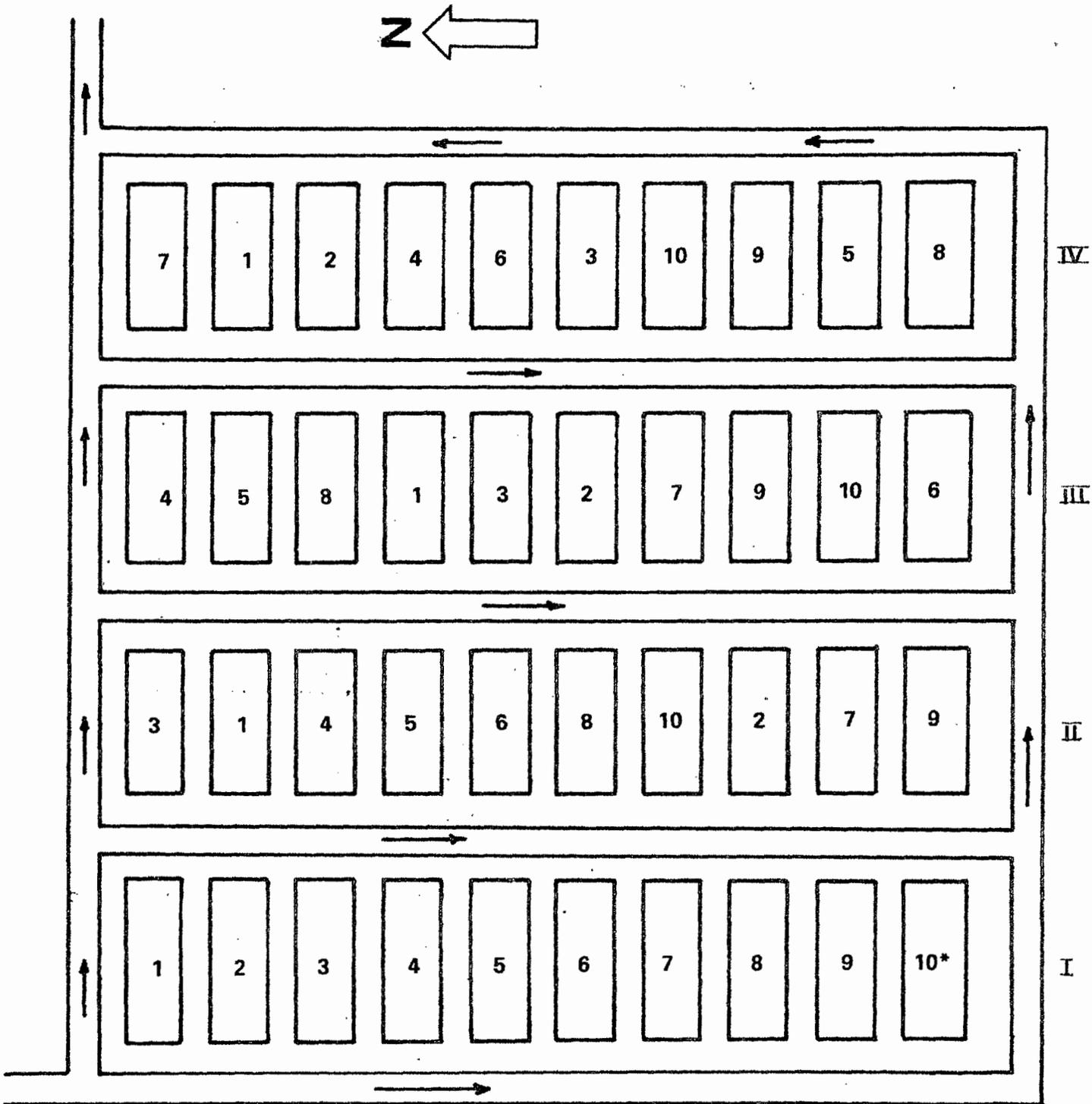


FIGURA 1. Croquis de la distribución en el campo de los tratamientos
Unidad exp. $7 \times .76 \times 10 = 53.2 \text{ m}^2$ Calles entre unidades exp. 2.28 m
Parcela útil $2 \times .76 \times 8 = 12.16 \text{ m}^2$ Calles entre repeticiones 6 m
* Tratamientos

→ La fórmula utilizada para el cálculo fue:

$$L = (cc - Ps) Da Pm$$

donde:

L = Lámina de riego

CC = Capacidad de Campo

Ps = Contenido de humedad al momento del riego

DA = Densidad Aparente

Pm = Profundidad de muestreo. →

Los datos de humedad se registraron en un formato previamente elaborado para tal fin (Cuadro A 6). En los cuadros A 7 y A 8 se presenta la relación de los promedios del Ps, para cada tratamiento y para cada etapa fenológica. En el Cuadro A 9, se presentan los consumos de agua o evapotranspiración real para todos los tratamientos, por etapa y total en el ciclo, la lámina consumida se determinó gravimétricamente. En el cuadro A 10, se presenta los consumos por capas 0-30 y 30-60.

3.9.2. Esfuerzo de humedad del suelo (EHS)

→ Con los datos de capacidad de campo y punto de marchitamiento permanente se determinó la curva de retención de la humedad del suelo, mediante el método de Palacios (Fig. 2). Lo anterior se hizo para establecer los esfuerzos de humedad del suelo, con lo cual se relacionó la tensión (atmósferas) a que correspondió cada nivel de humedad, lo que da un indicador del grado de déficit hídrico a que se somete un cultivo. →

→ 3.9.3. Riego de presiembra y riegos de auxilio

Para la aplicación de los riegos a las parcelas se hizo con la ayuda de sifones de aluminio de 1" de diámetro, los que se aforaron previamente a diferente carga hidráulica. (Fig. 3).

La lámina del riego de presiembra fue de 10 cm. Los riegos de auxilio se aplicaron cuando el suelo en la profundidad de 0-30, llegaba al nivel de

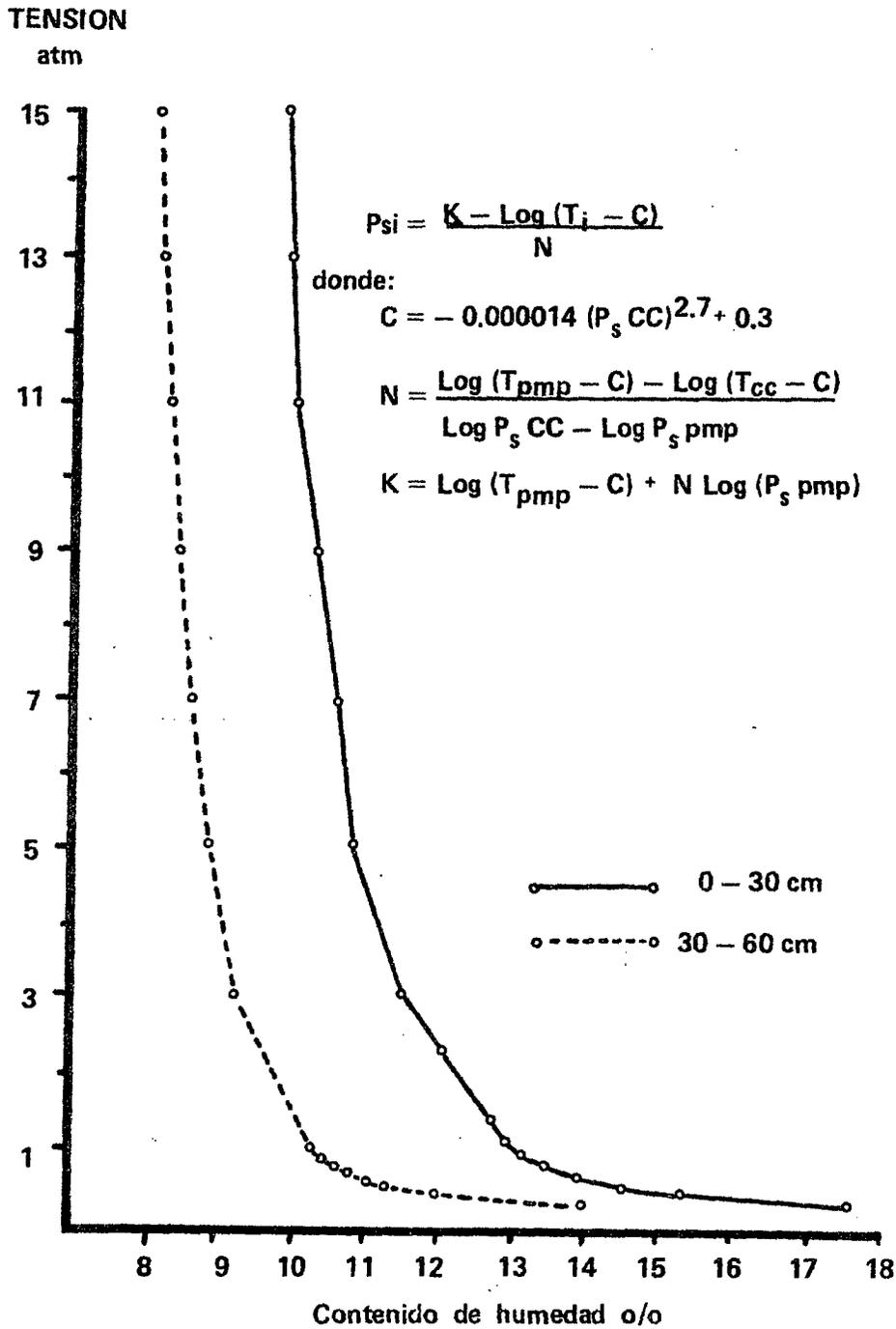


FIGURA 2. Curva de retención de la humedad

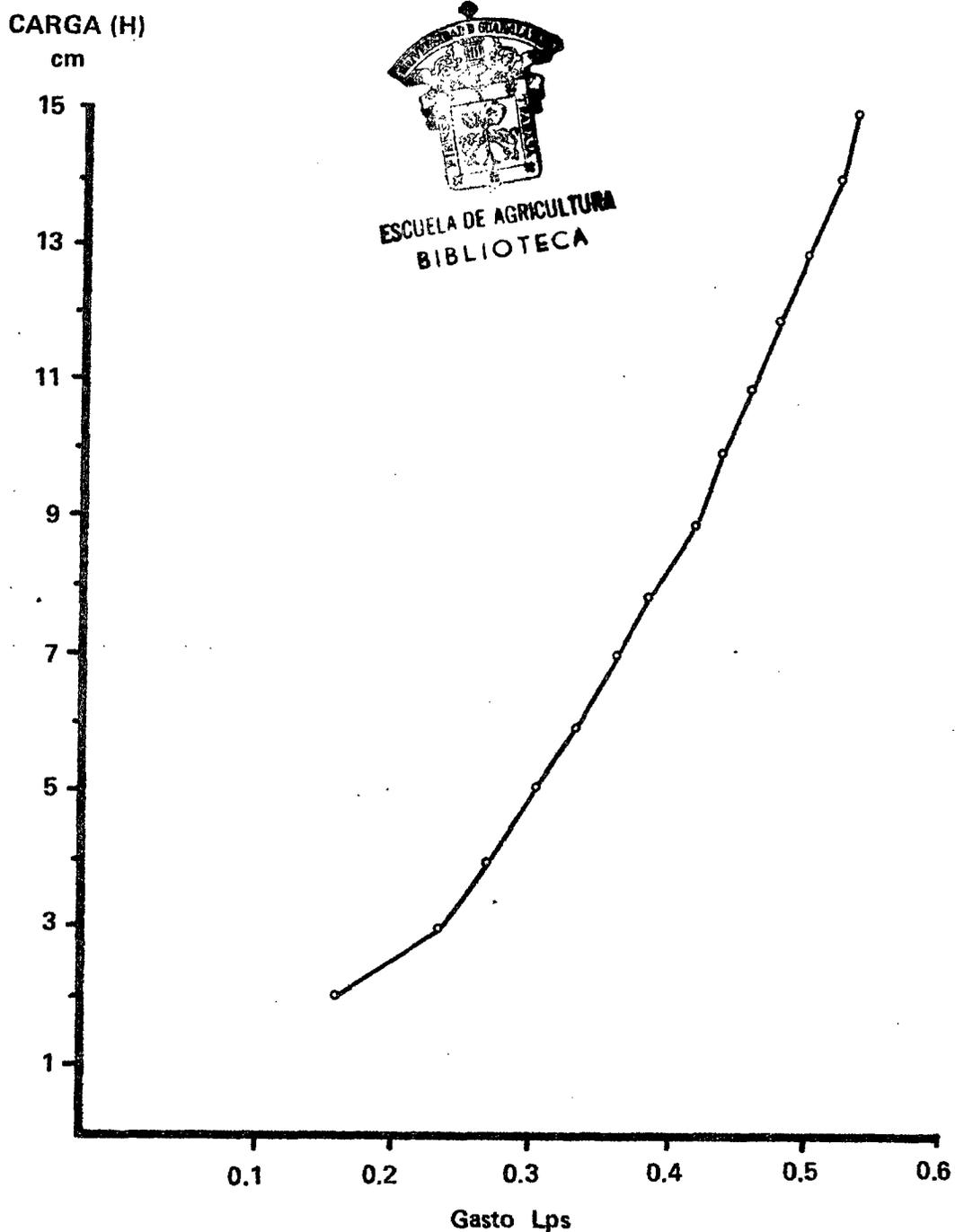


FIGURA 3. Curva de gasto para sifones de 1" de diámetro

humedad aprovechable que se tenía como determinante de riego, de acuerdo al porcentaje previamente fijado en los tratamientos. (Cuadro 3).

CUADRO 3. DETERMINANTES DE RIEGO, PARA EL SUELO DONDE SE ESTABLECIO EL EXPERIMENTO.

SIEMBRA - INICIO DE FLORACION

% H. A.	Ps	TENSION ATM
10	10.52	7
25	11.68	2.5
40	12.85	1.0

FLORACION - MADUREZ FIS.

% H. A.	Ps	TENSION ATM
30	12.07	2.0
40	12.85	1.0
50	13.62	0.7

El volúmen total de agua que se aplicó fue constante para cada tratamiento, se calculó según el área por regar y la lámina de riego necesaria para elevar nuevamente el contenido de humedad hasta capacidad de campo.

El tiempo de la aplicación de agua se tomó con cronómetro.

3.10 Variables medidas

3.10.1. ^{a)} ~~Altura y área foliar~~

Se efectuaron 8 muestreos durante el ciclo, a partir de los 46 días -

después de la siembra, para estimar los siguientes parámetros: 1) Altura de planta. Esta se tomó del total de plantas en un metro lineal de surco con competencia completa, en las 4 repeticiones. La altura se consideró de la base del tallo a la punta de la guía principal, dado que en algunos muestreos, se obtuvo un promedio de altura menor que el anterior, se realizó un ajuste, mediante la curva logística, cuya forma es:

$$Y = \frac{K}{1 + e^{a+bx}}$$

donde:

k = Constante que indica el punto máximo al que tiende la curva.

a = Es un parámetro de posición, esto es, determina el valor de Y cuando x vale 0.

b = Fija el crecimiento a la forma de la curva.

X	Y	$Y = \ln \left(\frac{k}{y} - 1 \right)$	b X	$Y = \frac{k}{1 + e^{a+bx}}$
46	20.36	1.482	-3.22	21.27
61	49.83	0.189	-4.27	44.71
68	61.96	-0.254	-4.75	57.89
83	79.45	-0.956	-5.81	83.96
89	88.87	-1.436	-6.23	91.66
103	91.35	-1.589	-7.21	102.80
110	89.70	-1.486	-7.70	105.76
116	109.47	-5.331	-8.12	106.79

k = 110 a = 4.65 b = -0.07

X = Días después de la siembra

Y = Promedio de altura observada en cm

En los cuadros A 11 y A 12 se presentan los promedios de altura observada y ajustada respectivamente.

b)
2) Area foliar (AF)

La metodología utilizada para cuantificar este parámetro fue la siguiente: En un metro lineal de surco, se eligieron 3 plantas con competencia completa, de las cuales se sacó el promedio del número de hojas, a las que se les midió largo y ancho máximo y se multiplicaba por 0.66; luego se sumó el total de hojas obteniéndose de ésta manera el Area Foliar por planta la - - cual se expresó en m²/planta.

El Cálculo para determinar el Índice de Area Foliar (IAF)

$$IAF = \frac{AF/planta \times No. de plantas en una ha}{10,000}$$

$$IAF = \frac{.0303 \times 130,000}{10,000} = 0.40$$

En el Cuadro A 13, se presenta el AF así como el IAF durante el desarrollo del cultivo.

3.10.2. Rendimiento y sus componentes

En la cosecha los parámetros que se tomaron fueron:

- 1) Rendimiento total kg/ha
- 2) No. de vainas por planta (promedio en 3 plantas)
- 3) No. de semillas por vaina
- 4) Peso de 100 semillas.

Los resultados del experimento se procesaron estadísticamente mediante análisis de varianza, de acuerdo al modelo propuesto y además se realizó un análisis factorial con el fin de determinar la significancia por etapas y su interacción. En los casos en que se presentó significancia entre tratamientos según la prueba de F, a los niveles = .05 y .01 de probabilidad, la prueba de las diferencias entre los tratamientos se hizo mediante la - - prueba de Duncan, también conocida como prueba de Student o modificada. En

la cual se calcula un límite de significancia (LS) para dos medias.

El valor de LS se calcula mediante la fórmula:

$$LS = T_{\alpha} S_x$$

donde:

T = múltiple obtenidas de las tablas de Duncan = 5 %

Sx = error estandar de la media = $\sqrt{\frac{CME}{n}}$

Sx = $\sqrt{\frac{CME}{an}}$ del factor B Sx = $\sqrt{\frac{CME}{bn}}$ del factor A

CME = cuadrado medio o varianza del error experimental

n = número de repeticiones

a = niveles del factor A

b = niveles del factor B



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Para determinar si los rendimientos totales se encuentran de alguna forma relacionados con las variables medidas, se procedió a realizar un análisis de correlación. El análisis de regresión se realizó únicamente para las variables que tuvieron el mayor coeficiente de correlación.

3.10.3. Datos climatológicos

Durante todo el ciclo del cultivo, se llevó un registro diario de los siguientes datos:

- Temperatura máxima
- Temperatura mínima
- Evaporación
- Precipitación.

Las cuales se tomaron de la Estación Climatológica del CAEPAB, ubicada junto al lote experimental. En la (Fig. A 3), se presentan los promedios decenales de los parámetros arriba mencionados, durante los meses que comprende el ciclo del cultivo.

IV RESULTADOS

→ 4.1 Efecto de los niveles de humedad aprovechable sobre el rendimiento y sus componentes

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos en el presente trabajo, estos se presentan mediante el análisis estadístico del rendimiento y sus componentes, en forma de bloques al azar y un análisis factorial de las mismas variables, con el fin de determinar si existió interacción entre los niveles probados en cada etapa fenológica.

→ 4.1.1. Análisis de varianza (ANVA) de los tratamientos en bloques al azar

El Cuadro 4 muestra el ANVA para los caracteres considerados en el experimento, donde se aprecia que hubo diferencias altamente significativas de los tratamientos sobre el rendimiento, mientras que para el resto de variables no se detectaron diferencias.

CUADRO 4. CUADRADOS MEDIOS Y NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE LOS DIFERENTES FACTORES DEL ANVA, DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.

FACTORES DE VARIACION	GL	C M			
		REND.	VAINAS/ PLANTA	SEMILLAS/ VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS
Tratamientos	9	403715.9**	101.5 N.S.	0.15 N.S.	2.5 N.S.
Bloques	3	171421.2*	86.9 N.S.	0.85 N.S.	1.6 N.S.
Error	27	46877.3	61.0	0.29 N.S.	1.2
Total	39				
C.V.		11 %	29 %	12 %	4 %

** Significativo al 1 %

* Significativo al 5 %

N.S. No significativo

La concentración de datos, de cada variable analizada en el Cuadro 4, se presentan en los Cuadro A 14 al A 17.

Debido al resultado anterior se procedió a realizar la comparación de medias, mediante la prueba de Duncan al nivel $\alpha = 5 \%$, para la variable -rendimiento de grano.

CUADRO 5. LIMITES DE SIGNIFICANCIA PARA EL RENDIMIENTO

	Número de medias								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Duncan al 5 % con 26 G.L. del error.	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38
SX	108.26								
LS	315.0	331.3	339.9	347.5	354.0	357.3	361.6	363.8	365.9

CUADRO 6. COMPARACION DE MEDIAS PARA RENDIMIENTO DE GRANO

Tratamientos	Rend. kg/ha	% Rel.	
4 (25-30)	2345	166.4	a
6 (25-50)	2253	159.9	a b
1 (10-30)	2219	157.5	a b c
5 (25-40)	2145	152.2	a b c d
2 (10-40)	1934	137.3	b c d e
3 (10-50)	1874	133.0	d e f
9 (40-50)	1669	118.5	e f g
8 (40-40)	1653	117.3	e f g
7 (40-30)	1638	116.3	e f g
10 Testigo	1409	100.0	g

Las medias seguidas de la misma literal son estadísticamente iguales al nivel de probabilidad del 5 %.

4.2. Análisis de Varianza Factorial

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de ANVA factorial en el que se presentan diferencias altamente significativas para el rendimiento en -

los niveles de la primera etapa, para el número de vainas por planta resultó significativa la interacción, y para el peso de 100 semillas la significancia fue para los niveles de la segunda etapa, en tanto que para granos/vaina no hubo diferencias significativas.

CUADRO 7. CUADRADOS MEDIOS Y NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE LOS DIFERENTES FACTORES DEL ANVA, DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

F. V.	G. L.	C M			
		REND.	VAINAS/ PLANTA	GRANOS/ VAINA	PESO DE 100 SEMILLAS
Bloques	3	178134.4*	119.10 N.S	1.0 N.S.	0.97 *
Niveles 1°E.	2	1073624.1**	6.07 N.S.	0.32 N.S.	1.50 N.S.
Niveles 2°E.	2	86451.6 NS	8.10 N.S.	0.09 N.S.	5.38 *
Int. 1° y 2°E	4	45275.4 NS	207.80 *	0.10 N.S.	1.44 N.S.
Error	24	49174.1	58.05	0.30	1.18
Total	35				
C.V.		11 %	28 %	12 %	3 %

** Significativo al 1 %

* Significativo al 5 %

N.S.No significativo

Debido a estos resultados se procedió a realizar la comparación de medias de las variables que tuvieron diferencias significativas, mediante la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

CUADRO 8. EFECTOS SIMPLES E INTERACCION DE LOS NIVELES DE HUMEDAD SOBRE EL RENDIMIENTO DE GRANO.

NIVELES DE LA 1a. ETAPA	NIVELES DE LA 2a. ETAPA % H. A.			\bar{X}
	30	40	50	
10 % H.A.	2218	1934	1873	2008
25 "	2345	2144	2253	2247
40 "	1638	1653	1669	1653
\bar{X}	2067	1910	1931	

4.2.1. Comparación de medias del rendimiento para los tratamientos de H.A. en la 1a. etapa

$$T_{05, 24} = 2.92 \text{ para 2 medias} \quad LS = 2.92 \times 64.01 = 186.92$$

$$T_{05, 24} = 3.07 \text{ para 3 medias} \quad LS = 3.07 \times 64.01 = 196.51$$

NIVELES 1a. ETAPA	REND. kg/ha.	% REL.
25 % H.A.	2247	136.0 a
10 "	2008	121.5 b
40 "	1653	100.0 c

Los resultados anteriores indican que los 3 niveles de H.A. probados en la 1a. etapa, tuvieron un efecto diferente entre sí sobre el rendimiento, siendo el nivel del 25 % de H.A. con el que se obtuvieron los mejores rendimientos, en tanto que los mas bajos se obtuvieron regando al 40 % de H.A.

CUADRO 9. EFECTOS SIMPLES E INTERACCION DE LOS NIVELES DE HUMEDAD SOBRE EL NUMERO DE VAINAS/PLANTA.

NIVELES DE LA 1a. ETAPA	NIVELES DE LA 2a. ETAPA % H.A.			
	30	40	50	\bar{X}
10 % H.A.	33.1	25.9	24.5	27.8
25 "	28.1	26.0	26.2	26.8
40 "	15.1	31.3	30.5	25.6
\bar{X}	25.4	27.7	27.1	

4.2.2. Comparación de medias del número de vainas/planta para la interacción de los niveles de H.A.

$$LS = 2.92 \times 3.81 = 8.96$$

$$LS = 3.07 \times 3.81 = 11.70$$

No. NIVELES 1a. ETAPA	No. NIVELES 2a. ETAPA % H.A.		
	30	40	50
10 % H.A.	33.1	25.9 a	24.5
25 "	28.1	26.0 a	26.2
40 "	15.1 b	31.3	30.5 a

Al efectuarse la prueba de medias se encontró interacción significativa solo para el nivel del 40 % de H.A. dado en la 1a. etapa cuando se combinó con el 30 % en la 2a. etapa, mientras que para el resto de tratamientos no resultó significativa su interacción para el número de vainas/planta.

CUADRO 10. EFECTOS SIMPLES E INTERACCION DE LOS NIVELES DE HUMEDAD SOBRE - EL NUMERO DE GRANOS/VAINA

NIVELES DE LA 1a. ETAPA	NIVELES DE LA 2a. ETAPA % H.A			\bar{X}
	30	40	50	
10 % H.A.	4.60	4.97	4.55	4.71
25 "	4.30	4.40	4.47	4.40
40 "	4.70	4.62	4.50	4.61
\bar{X}	4.53	4.66	4.51	

En este caracter no se encontró significancia en ningún factor de variación del ANVA Factorial, por lo que no se consideró necesario realizar la prueba de medias.

CUADRO 11. EFECTOS SIMPLES E INTERACCION DE LOS NIVELES DE HUMEDAD SOBRE - EL PESO DE 100 SEMILLAS.

NIVELES DE LA 1a. ETAPA	NIVELES DE LA 2a. ETAPA			\bar{X}
	30	40	50	
10	31.2	31.3	30.2	30.9
25	32.9	30.9	30.5	31.4
40	31.2	30.7	30.5	30.8
\bar{X}	31.8	30.9	30.4	

4.2.3. Comparación de medias del peso de 100 semillas para los tratamientos de H.A. de la 2a. etapa.

$$LS = 2.92 \times 0.31 = 0.91$$

$$LS = 3.07 \times 0.31 = 0.95$$

NIVELES 2a. ETAPA	PESO 100 SEMILLAS (g)	% REL.
30 % H.A.	31.8	104.6 a
40 "	30.9	101.6 a b
50 "	30.4	100.0 b

La comparación de medias para esta variable detectó una ligera tendencia en la disminución del tamaño del grano a medida que se elevó el contenido de humedad en la 2a. etapa.

Las tendencias de las variables indicadas en los Cuadros 8 al 11, se presentan a continuación en las Figuras 4, 5, 6 y 7 respectivamente.

4.3. Calendario de riegos resultante

A continuación se presenta el calendario de riegos que resultó, según la disponibilidad de humedad en el suelo, en el que se expresa el número de riegos de auxilio, la frecuencia en días acumulados después de la siembra, lámina total aplicada y el índice de eficiencia en el uso del agua.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

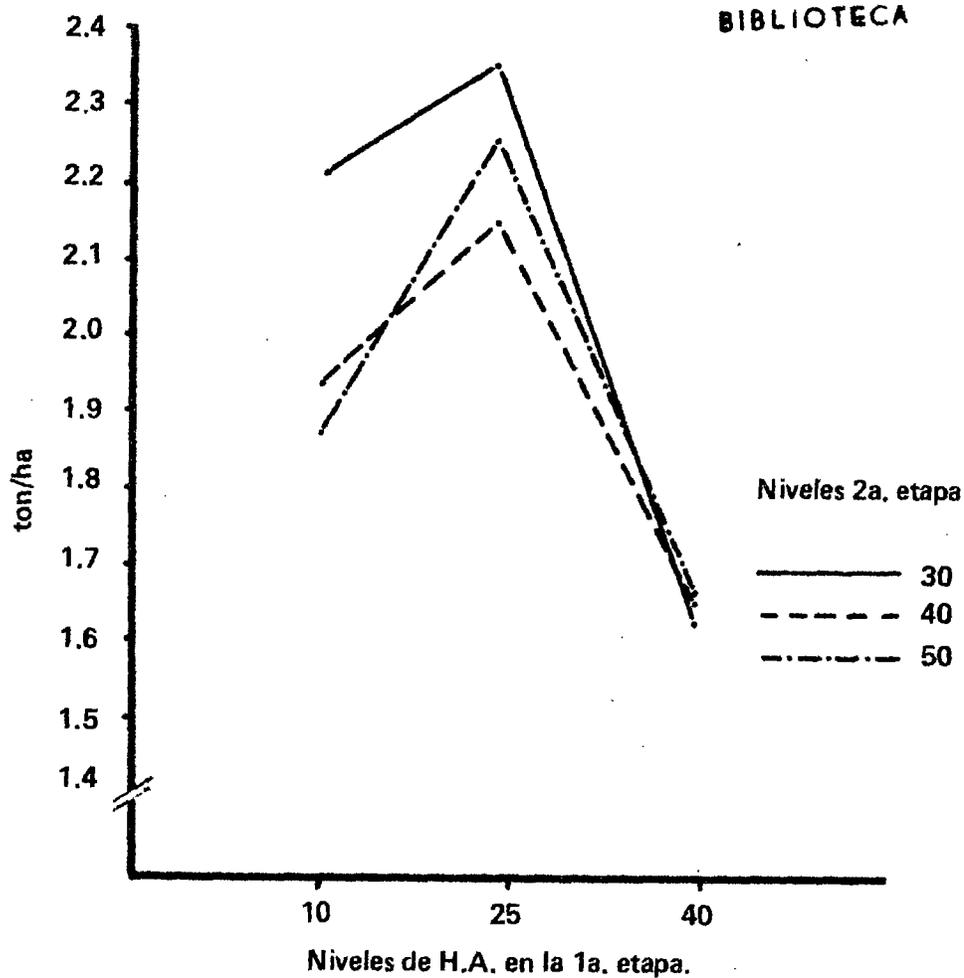


FIGURA 4. Tendencias de rendimiento en frijol según la disponibilidad de humedad en el suelo. CAEPAB 1981

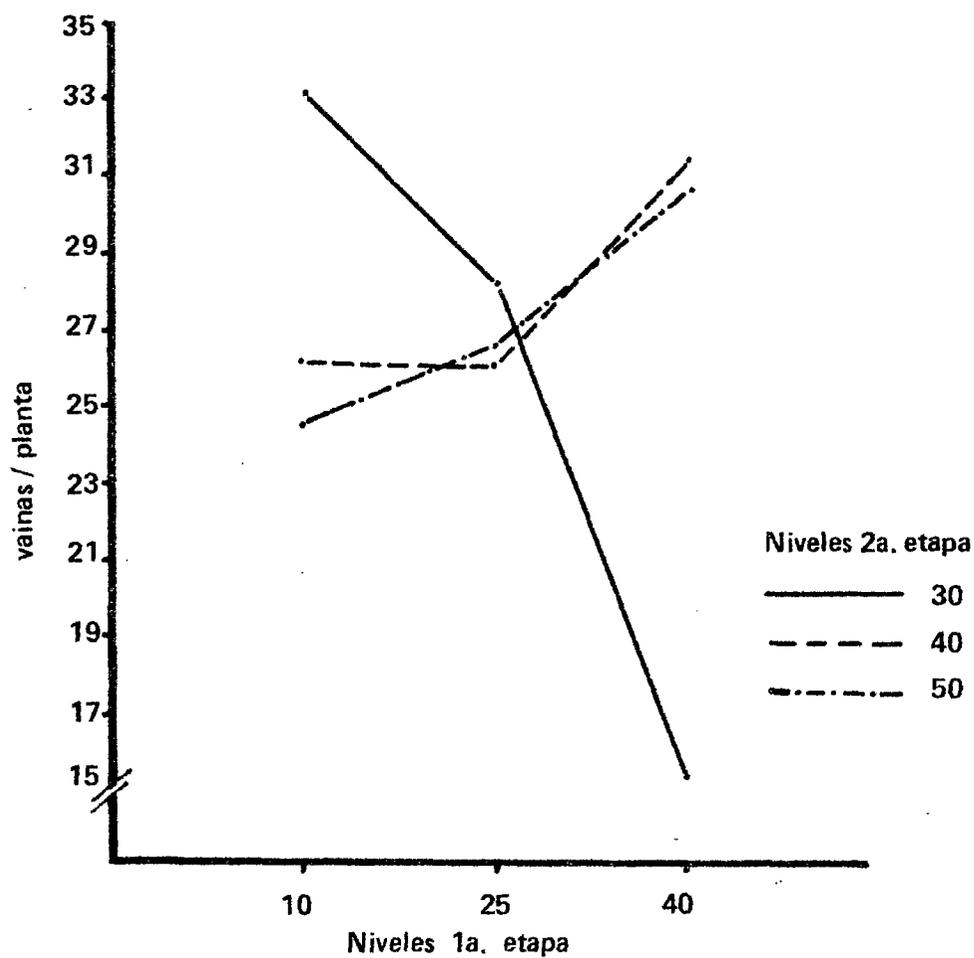


FIGURA 5. Tendencias del número de vainas/planta en frijol según la disponibilidad del suelo

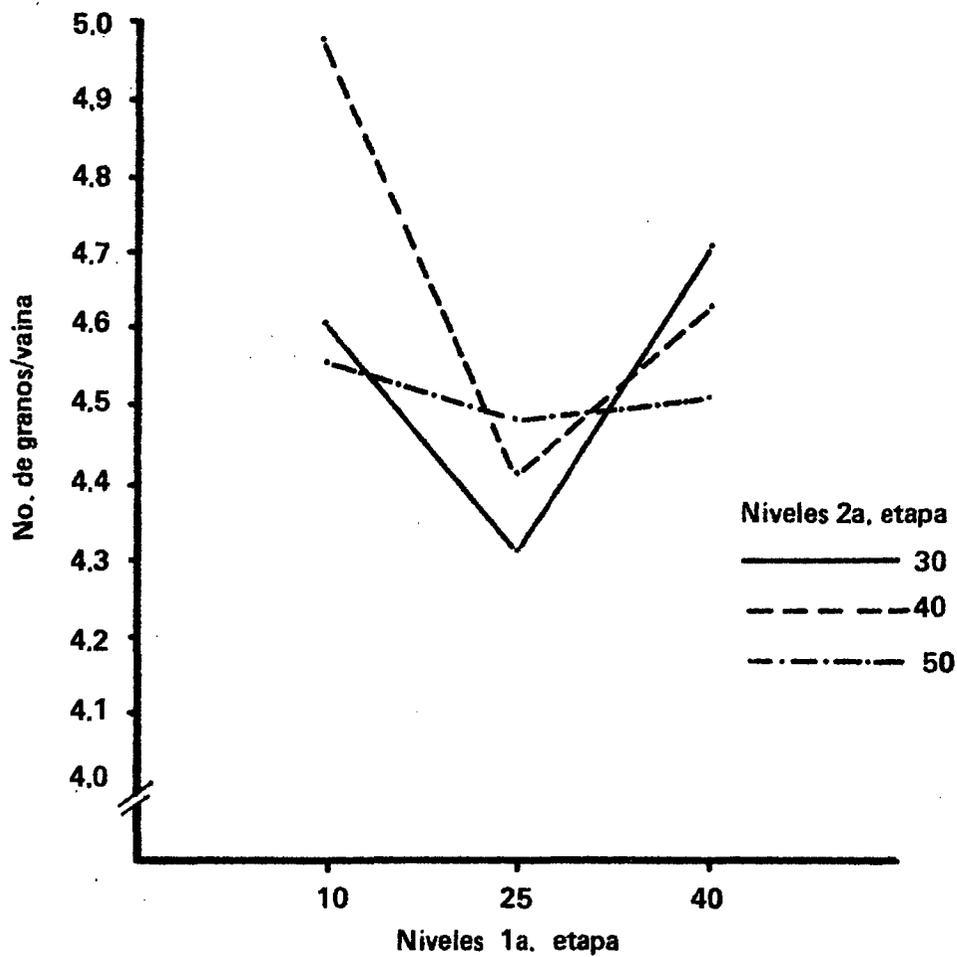


FIGURA 6. Tendencias del número de granos/vaina en frijol según la disponibilidad de humedad del suelo

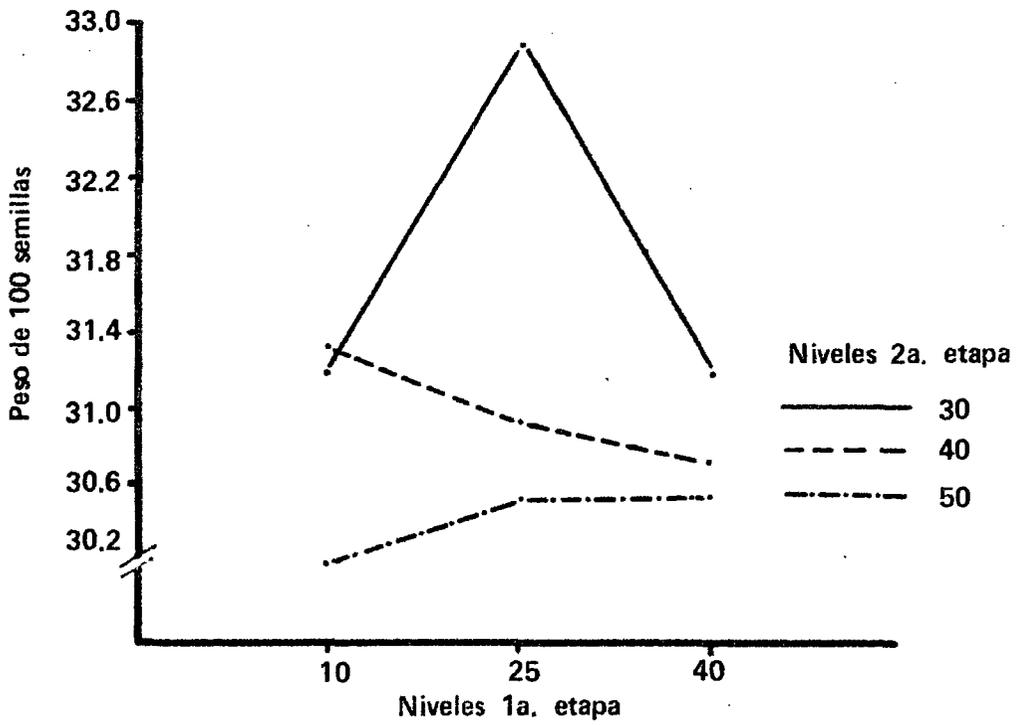


FIGURA 7. Tendencias del peso de 100 semillas en frijol según la disponibilidad de humedad del suelo

CUADRO 12. CALENDARIO DE RIEGOS RESULTANTE

Trat.	Riegos de auxilio						Lám. tot. aplicada (cm)	Ind. Efic. (kg/m ³ ha)
	1º	2º	3º	4º	5º	6º		
1	24*	40	63	83			38.0	.584
2	"	"	"	80			35.5	.545
3	"	"	"	77			35.0	.535
4	17	33	47	63	83		43.0	.545
5	"	"	"	"	80		40.5	.530
6	"	"	"	"	77		40.0	.563
7	17	28	40	53	66	83	38.5	.425
8	"	"	"	"	"	80	36.0	.459
9	"	"	"	"	"	77	35.5	.470
10	24	45	63	80			34.0	.414

* Días transcurridos después de la siembra

4.4. Correlación entre variables

Para determinar que grado de asociación existió entre las diferentes variables que se tomaron con el rendimiento, se realizó el análisis de correlación, mediante la fórmula:

$$r = \frac{(\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n})^2}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}) (\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}}$$

donde:

X = Variable independiente

Y = Variable dependiente

n = Número de pares de datos



Los resultados se presentan en el Cuadro 13

CUADRO 13. COEFICIENTE DE CORRELACION Y SU SIGNIFICANCIA

X	Y	Vainas por planta	Peso de 100 granos	Granos por vaina	Lámina Aplicada	Rend.
vainas por planta			.10	.28	.001	.35
Peso de 100 granos				.32	.73	.59
Granos por vaina					.5 %	10 %
Lámina aplicada					.70	.56
					5 %	10 %
						.79
						1 %

* La probabilidad se consultó en la tabla de valores del coef. de correlación con GL = 10-2.

4.5. Análisis de regresión

De acuerdo con el Cuadro 13, las variables que resultaron con mayor estrechez en la relación de ambos factores fue: lámina total aplicada y el rendimiento, por lo que se procedió a realizar el análisis de regresión para conocer la naturaleza de la misma.

$$\text{Modelo de la regresión lineal } \hat{Y} = a + b X$$

donde:

\hat{Y} = valor estimado de Y

a = $(\bar{Y} - b\bar{X})$ es el punto donde la recta corta el eje de las X

b = $\frac{\sum XY}{\sum X^2}$ es la pendiente o coef. de regresión

$$\hat{Y} = -1.35 + .09 X$$

$$\text{Modelo de regresión cuadrático } \hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$$

donde:

\hat{Y} = Valores estimados de Y

β_0, β_1 y β_2 coef. de regresión cuyo cálculo es:

$$\beta_0 n + \beta_1 \sum X + \beta_2 \sum X^2 = \sum Y$$

$$\beta_0 \sum X + \beta_1 \sum X^2 + \beta_2 \sum X^3 = \sum XY$$

$$\beta_0 \sum X^2 + \beta_1 \sum X^3 + \beta_2 \sum X^4 = \sum X^2 Y$$

$$\hat{Y} = -9.451 + .51 X + (-.0055) X^2$$

CUADRO 14. RENDIMIENTOS ESTIMADOS EN FUNCION DE LA LAMINA TOTAL APLICADA, MEDIANTE LOS MODELOS DE REGRESION LINEAL Y CUADRATICA.

X	Y	YL	dL	dL^2	$\hat{Y}Q$	dQ	dQ^2
			Y- $\hat{Y}L$			$\hat{Y}Q$	
38.0	2.20	1.94	.26	1.0676	1.987	.213	.0454
35.5	1.93	1.73	.20	.0400	1.722	.208	.0428
35.0	1.87	1.68	.19	.0361	1.661	.209	.0437
43.0	2.34	2.37	-.03	.0009	2.310	.030	.0009
40.5	2.14	2.16	-.02	.0004	2.183	.043	.0018
40.0	2.25	2.11	.14	.0196	2.150	.100	.0100
38.5	1.63	1.99	-.36	.1096	2.032	-.402	.1616
36.0	1.65	1.77	-.12	.0144	1.781	-.131	.0172
35.5	1.67	1.73	-.06	.0036	1.723	-.053	.0028
34.0	1.40	1.60	-.20	.0400	1.531	-.131	.0172
$\sum X$	$\sum Y$		$\sum dL$	$\sum dL^2$		$\sum dQ$	$\sum dQ^2$
376	19.08		0	.3522		0	.3434

X = Lámina total aplicada (cm)

Y = Rendimientos totales (ton/ha)

4.6. Cálculo de la suma de cuadrados para el análisis de regresión

$$FC = \frac{(\sum Y)^2}{n} = \frac{(19.08)^2}{10} = 36.4$$

$$SC_{\text{totales}} = \sum Y^2 - FC = 37.31 - 36.4 = .91$$

$$SC_{\text{lineal}} = SC_{\text{total}} - \text{Desv. lineal} = .91 - .3522 = .56$$

$$SC_{\text{comp. cuad.}} = \text{Desv. lineal} - \text{Desv. cuad.} = .3522 - .3434 = .0088$$

CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA DE REGRESION

F V	SC	GL	CM
Lineal	.5600	1	.5600**
Des. Lineal	.3522	8	.0440
Componente cuadrático	.0088	1	.0088 N.S.
Desv. cuadrático	.3434	7	.0491
Total	.9100	9	

** Significativo al 1 %

N.S. No significativo

$$R^2 \text{ del modelo lineal} = \frac{.56}{.91} = 61.5 \%$$

$$R^2 \text{ del modelo cuadrático} = \frac{.0088}{.91} = 1 \%$$

Las líneas de regresión de ambos modelos que expresan los rendimientos estimados para cada uno, así como los rendimientos observados se presentan en la Figura 8.

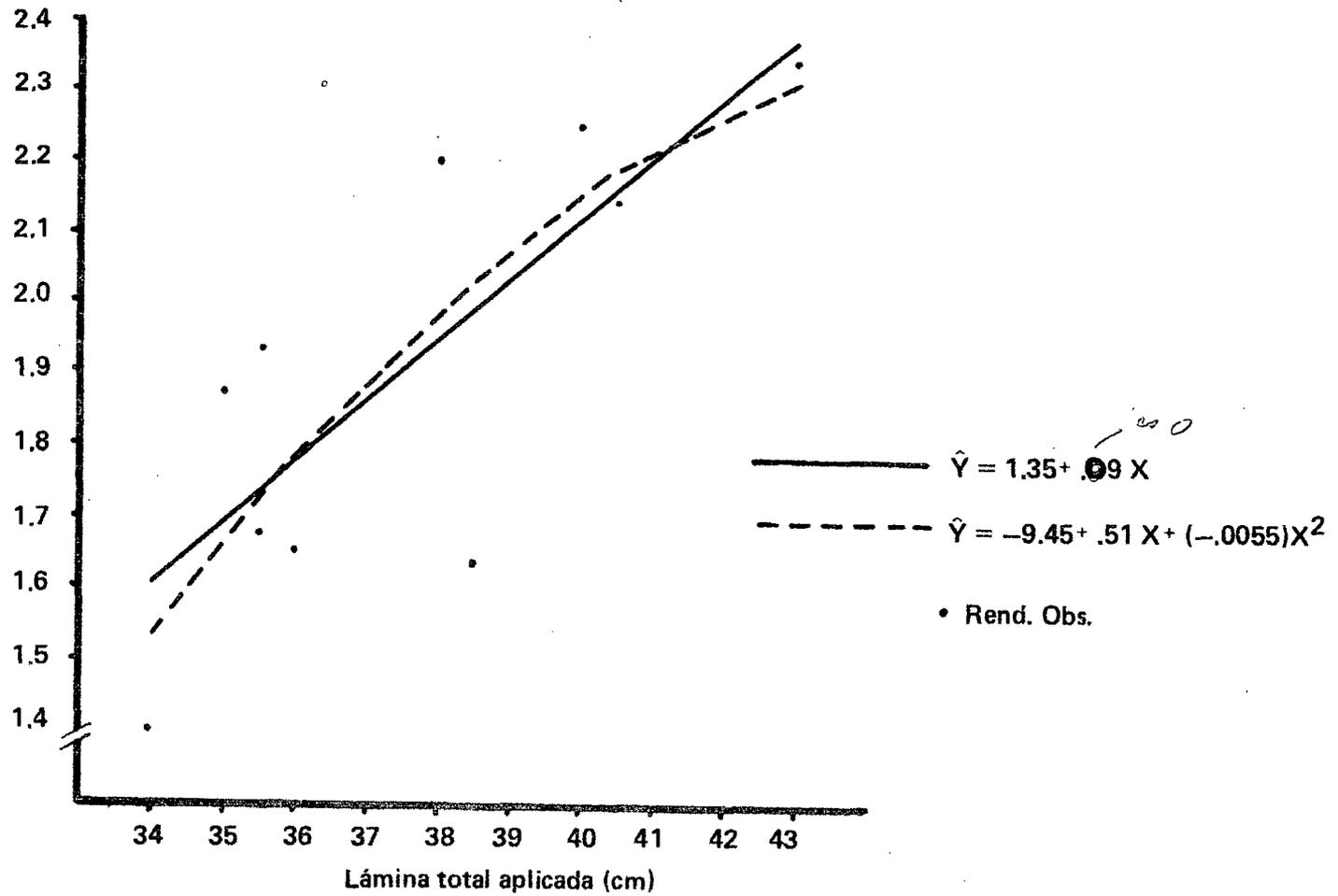


FIGURA 8. Líneas de regresión de los modelos lineal y cuadrático con rendimientos estimados y observados

V DISCUSION.

→ 5.1. De los efectos sobre el rendimiento y sus componentes

Durante el proceso de desarrollo del cultivo podemos considerar en orden ontogénica varios componentes del rendimiento: el número y longitud de los nudos, el número de flores, el número de vainas por planta, el número de granos por vaina y el peso del grano. En el presente trabajo solo se discuten los 3 últimos.

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de medias, se pudieron apreciar diferencias significativas, tanto en el rendimiento como en sus componentes, debidas al hecho de someter al cultivo a diferentes niveles de humedad aprovechable, así como debido a la etapa fenológica en que estos niveles inciden. ←

→ Lo anterior confirma las hipótesis planteadas en el sentido de que los requerimientos hídricos del frijol no son iguales durante todo su ciclo, así como su respuesta diferencial en el rendimiento cuando se desarrolla bajo condiciones variables de humedad disponible en el suelo. ←
Salter y Goode, citados por Miranda (1977), Palacios y Martínez (1978), Lépiz (1979) Rodríguez y Villarreal (1977), Zepeda (1977), Robins y Domingo (1977), Mojarro (1972).

5.1.1. Efectos sobre el rendimiento

→ Los tratamientos 4, 6, 1 y 5 obtuvieron los mayores rendimientos, -cuyas producciones fueron de 2.34, 2.25, 2.2 y 2.14 ton/ha respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí pero diferentes al resto de tratamientos según la comparación de medias realizada. Con excepción del tratamiento 1, al que se le aplicaron 4 riegos de auxilio y cuyo nivel de humedad disponible en el suelo, al momento del riego fue 10 % en la primera etapa fenológica y 30 % en la segunda, el resto de este grupo de tratamientos recibieron 5 riegos de auxilio y corresponden al nivel del

25 % de humedad aprovechable en la primera etapa, y al 30, 60 y 40 % en la etapa siguiente.

Los rendimientos más bajos se obtuvieron en los tratamientos 9, 8, 7 y 10 con 1.67, 1.65, 1.64 y 1.41 ton/ha respectivamente, los 3 primeros se regaron al nivel del 40 % de humedad aprovechable durante la primera etapa y al 50, 40 y 30 % después de la floración, aplicándoles 6 riegos de auxilio, mientras que al tratamiento 10 se le aplicaron 4 riegos de auxilio, cuyos intervalos se fijaron previamente. ←

Los tratamientos 2 y 3, resultaron con rendimientos intermedios de 1.93 y 1.87 ton/ha, ambos corresponden al nivel del 10 % en la primera etapa y al 40 y 50 % en la segunda, recibiendo 4 riegos de auxilio.

Lo anteriormente señalado nos indica, que el cultivo del frijol -- presenta una mejor respuesta en el rendimiento cuando en la primera etapa se le somete a un déficit hídrico y posteriormente tiene mayor disponibilidad de humedad en el suelo, ya que los tratamientos que se regaron a los niveles del 25 y 10 % durante la primera etapa fenológica, no solo rindieron más sino que tuvieron un mayor índice de eficiencia en el uso del agua. Mientras que los tratamientos que se regaron al nivel del 40 % en la primera etapa, rindieron pobremente y presentaron un menor índice de eficiencia en el uso del agua. Cuadro 12. Estos resultados sobre la recuperación favorable del frijol, estan de acuerdo con los reportados por Horner y Mojtehedí (1969), Maurer et al (1969), Giralt (1979), Kattan y Fleming, citados por Mojarro (1977).

Al realizar el análisis factorial del rendimiento, se detectaron diferencias altamente significativas entre los niveles de humedad de la primera etapa, en tanto que para los de la segunda etapa y la interacción, no existió significancia.

La comparación de medias entre los niveles de humedad aprovechable, probados en la primera etapa, indicó que tuvieron un efecto diferente --

entre sí, obteniendo los mayores rendimientos en el tratamiento cuyos riegos se aplicaron al 25 % de H.A. con un promedio de 2.25 ton/ha, superando en un 15 y 36 % en los rendimientos a los tratamientos regados a los niveles del 10 y 40 % de H.A. respectivamente.

La razón principal de que en los niveles de H.A. probados en la segunda etapa no se hayan encontrado diferencias significativas, se atribuye a la presencia de lluvias ocurridas durante la última decena del mes de junio y todo julio (Fig. A 3), lo cual impidió que se tuviera control sobre la humedad disponible del suelo, ya que solo se aplicó un riego durante esta etapa.

En la Figura 4, se presentan las tendencias en los rendimientos, de acuerdo a la disponibilidad de humedad en cada etapa fenológica, en donde se observa que las líneas de tendencia presentan paralelismo indicando que los factores actuaron en forma independiente, ya que los niveles de la segunda etapa se comportaron en forma similar en condiciones de humedad diferente dadas en la primera etapa del cultivo, presentando el pico máximo de producción en los niveles del 25 % de H.A. en la primera etapa y 30 % en la segunda.

Los resultados obtenidos sobre los niveles de humedad aprovechable, en los que hubo mejor rendimiento, concuerda con los reportados por Zepeda (1977), Cruz (1977), en soya Vázquez Alvarado (1977), Vasiliu y Pascaro (1980), Rosales y Almada (1981).

5.1.2. Efectos sobre el número de vainas por planta.

El análisis factorial detectó significancia para la interacción de los niveles de humedad aprovechable probados en cada etapa fenológica, lo que indica que para ésta variable los factores tuvieron un efecto multiplicativo (Mojarro 1977). En los niveles del 10 y 25 % de H.A. cuando se combinaron con los correspondientes a la segunda etapa, presentaron una tendencia a disminuir el número de vainas por planta a me-

dida que se eleva el contenido de humedad, mientras que cuando se regó al 40 % de H.A. en la primera etapa y posteriormente se combinó con los niveles de la siguiente etapa, el efecto se invirtió tendiendo a aumentar el número de vainas por planta a medida que la disponibilidad de humedad en el suelo es mayor (Fig. 5).

Lo anterior manifiesta, mayor sensibilidad en la planta cuando ocurre un déficit de humedad durante el período de desarrollo de las vainas, dando lugar a que se presenten efectos de caída o abscisión prematura de vainas jóvenes. Kattan y Fleming citados por Mojarro (1977). Mientras que, cuando la disponibilidad de humedad fue menor durante la primera etapa y luego se combinó con niveles altos durante la segunda, el número de vainas por planta tendió a disminuir, lo cual hace suponer que la planta, establece mecanismos que incrementan el uso eficiente del agua y que un alto grado de humedad posterior, puede traer resultados negativos. (Masfield 1977).

5.1.3. Efectos sobre el peso de 100 granos

El análisis factorial de esta variable indicó diferencias significativas para los niveles de humedad probados en la segunda etapa, donde la tendencia en el incremento del tamaño del grano fue mayor en el nivel del 30 % de H.A. cuando este fue antecedido por el 25 % en la primera etapa, con un promedio de 31.8 g en 100 semillas, en tanto que para los niveles 40 y 50 % de H.A. se presentó una disminución en el tamaño del grano, lo cual indica que en estos tratamientos la eficiencia en el uso del agua en procesos metabólicos, tales como el crecimiento del grano, fue menor, presentando mayores tasas de evapotranspiración. Cuadro A-9.

5.1.4. Efecto de la lámina total aplicada sobre el rendimiento

De las correlaciones realizadas entre las variables tomadas, la que resultó con el mayor coeficiente de correlación fue la lámina total aplicada con el rendimiento con un valor de $r = 0.79$, por lo cual se es

tableció la ecuación de regresión que nos permita, dentro del rango estudiado, estimar los rendimientos.

El análisis de regresión se realizó incluyendo además del modelo lineal, un modelo cuadrático, ya que la aplicación de láminas de riego, no siempre corresponden a un modelo lineal, puesto que la planta tiene un óptimo fisiológico a partir del cual los efectos son negativos, describiendo una curva en los rendimientos.

Sin embargo para este trabajo el componente cuadrático del análisis de regresión no fue significativo, mientras que el efecto lineal resultó altamente significativo.

Lo anterior se comprueba mediante el R^2 de ambos modelos, el lineal nos explica el 61.5 % de los efectos y el cuadrático solo el 1 %.



VI CONCLUSIONES

1. Los mayores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos cuyo nivel de humedad aprovechable al momento del riego fue de 25 % en la primera etapa.
2. La mejor combinación de niveles de humedad aprovechable fue de 25 % - en la primera etapa y de 30 % en la segunda.
3. El cultivo del frijol presenta una recuperación favorable en el rendimiento, aún cuando en la etapa vegetativa se le haya sometido a un déficit hídrico, si en la etapa de floración y post-floración tiene mayor disponibilidad de humedad.
4. Lo anterior indica que es factible el ahorro de 1 a 2 riegos de auxilio durante la primera etapa.
5. Elevados contenidos de humedad durante la primera etapa, seguidos de un menor abastecimiento de humedad, afecta el componente número de vainas por planta, ya que induce la abscisión de vainas jóvenes.
6. El calendario de riegos que se propone, en base a los resultados es el siguiente:

No. de Riegos	1	2	3	4	5
Intervalo	0	25	45	60	80
Lámina	9	8	8	8	8

Con el que se cubren las etapas críticas de floración y formación de vainas.

7. Se sugiere realizar este trabajo por 2 años más, con objeto de confirmar los resultados aquí obtenidos. ←

VII. BIBLIOGRAFIA

- AHLAWAT, I.P.S., SARF, C.S. and SINGH, A. 1980. Response of spring cowpea to irrigation and phosphorus application. In: Irrigation and drainage - abstracts. 6 (4): 202.
- CRUZ, C. I. 1978. Evaluación a diferentes niveles de humedad aprovechable y métodos de siembra en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Distrito de Riego No. 24, Ciénega de Chapala, Mich. Tesis Prof. Universidad de Guadalajara.
- ECONOTECNIA AGRICOLA. 1981. Consumos aparentes de productos agrícolas 1925-1980. Subsecretaría de Agricultura y Operación. México. 5 (9): 37-38.
- FLORES, L.L.F. y ALVARADO, A.D. 1975. Calendario de Riegos del frijol en siembras de primavera de la Comarca Lagunera. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Campo Agrícola Experimental La Laguna.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México 2a. edición.
- GIRALT, P.E. 1979. Régimen de riego en el cultivo del frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) In: Resúmenes Analíticos sobre el cultivo del frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. - - 12395.
- HORNER, M.G. and MOJTEHEDI, M. 1970. Yield of grain legumes as affected by irrigation and fertilizer regimes. Agron. Jour. 62 (4): 449-450.
- KOHASHI-SHIBATA, J. 1979. Fisiología In: Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Chapingo, Méx. Colegio de Postgraduados. - Ed. Mark Engleman p. 39-58.
- LEPIZ, I.R. 1979. Informe 1977. Programa Nacional de Frijol. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigacio--

nes Agrícolas. México p. 78-82.

_____ 1980. Programa Nacional de Frijol. Plan de Investigaciones. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México.

LITTLE, M.T. y HILLS, J.F. 1979. Métodos Estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Ed. Trillas. México.

MARTINEZ, G.C.L. 1977. Influencia de la lámina de agua aplicada y frecuencia de riego; sobre el rendimiento del cultivo del frijol en la Unidad de Riego San Jacinto. In: Resúmenes Analíticos sobre frijol Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 14768.

MASEFIELD, G.B. 1977. Efecto del riego sobre la nodulación de algunas leguminosas. In: "Resúmenes Analíticos sobre Frijol". Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 1:146.

MAURER, R.A., ORMROD, D.P. and SCOTT, J.N. 1969. Effect of five soil water regimes on growth and composition of snap beans. Can Jour. Plant. Sci. 49: 271-278.

MIRANDA, N.O. y BELMAR, N.C. 1977. Déficit hídrico y frecuencia de riego - en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Agric. Tec. Chile. 37 (3): 111-117.

MOJARRO, D.F. 1977. Efecto de la sequía en el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Aspectos Fisiológicos. Colegio de Postgraduados. Tesis - de Maestro en Ciencias. Chapingo, Méx. pp.140.

PALACIOS, V.E. y MARTINEZ, G.A. 1978. Respuesta en el rendimiento de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo: Un enfoque metodológico de investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. p.35-45.

_____ 1980. Estimación de los requerimientos de agua de los cultivos para conocer el cuando y cuanto regar. Boletín Técnico No. 11. Universidad - Autónoma Chapingo. Dpto. de Irrigación. Chapingo, Méx. pp. 25.

PROBLEMAS DE PRODUCCION DEL FRIJOL. 1980. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ed. Shwartz, F.H. y Gálvez, E.G. Cali, Colombia. p. - 330-332.

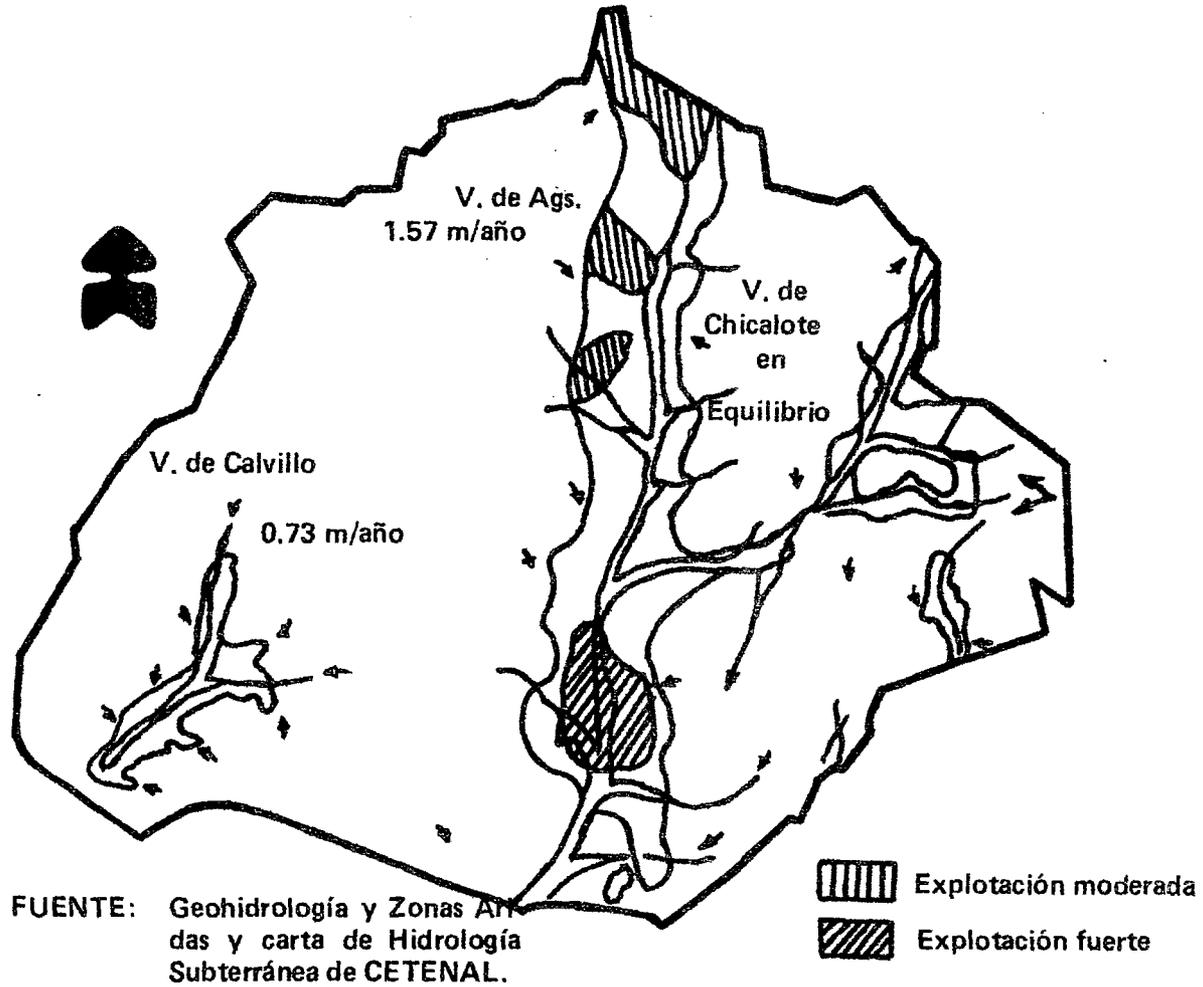
- RODRIGUEZ, L.V. y VILLARREAL, F.E. 1977. Efecto del calendario de riegos - sobre los rendimientos del cultivo de la soya, Cd. Delicias, Chih. In: Programa de Suelos. Sección Uso y Manejo de Agua. Riegos. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIANE. p. 3-10.
- ROSALES, L.R. y ALDAMA, G.J. 1981. Programa de riego y variedad en el cultivo de la soya. In: Resultados de Investigaciones en Métodos de riego. Ciclo 1978-1979. Subsecretaría de Agricultura y Operación. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego (CENAMAR) p. 9.
- SAADATI, K. and YASADI-SAMADI, B. 1980. Effects of irrigation and Chemical fertilizers on the yield and other agronomic characters of soybean. In: Irrigation and drainage abstracts. 6 (3):151.
- VASILIU, M. and PASCARU, E. 1980. The influence of irrigation and fertilizers upon soyabean yield and quality in the Braila plain. In: Irrigation and drainage abstracts. 6 (1): 15.
- VAZQUEZ, A.R. 1977. Efecto de la humedad del suelo sobre el rendimiento de la soya, Cd. Delicias, Chih. In: Riegos. Resultados de Investigación -- Agrícola Regional ciclos 1972-1976. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIANE p. 32-49.
- YAZDI-SAMADI, B. and SAADATI, K. 1980. Effects of number and amount of irrigation at different growt stages in soybean (*Glicine max* (L) Merr.) In: Irrigation and drainage abstracts. 6 (4): 203.
- * ZEPEDA, M.M. 1977. Experimento sobre la integración de los niveles de humedad aprovechable-dosis de fertilización fosfatada en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la Unidad de Riego Autlán El Grullo, Jal. Tesis Prof. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

VIII. A P E N D I C E

FIGURA A 1. Promedio de abatimiento en los principales acuíferos del estado
Período 1975-1979



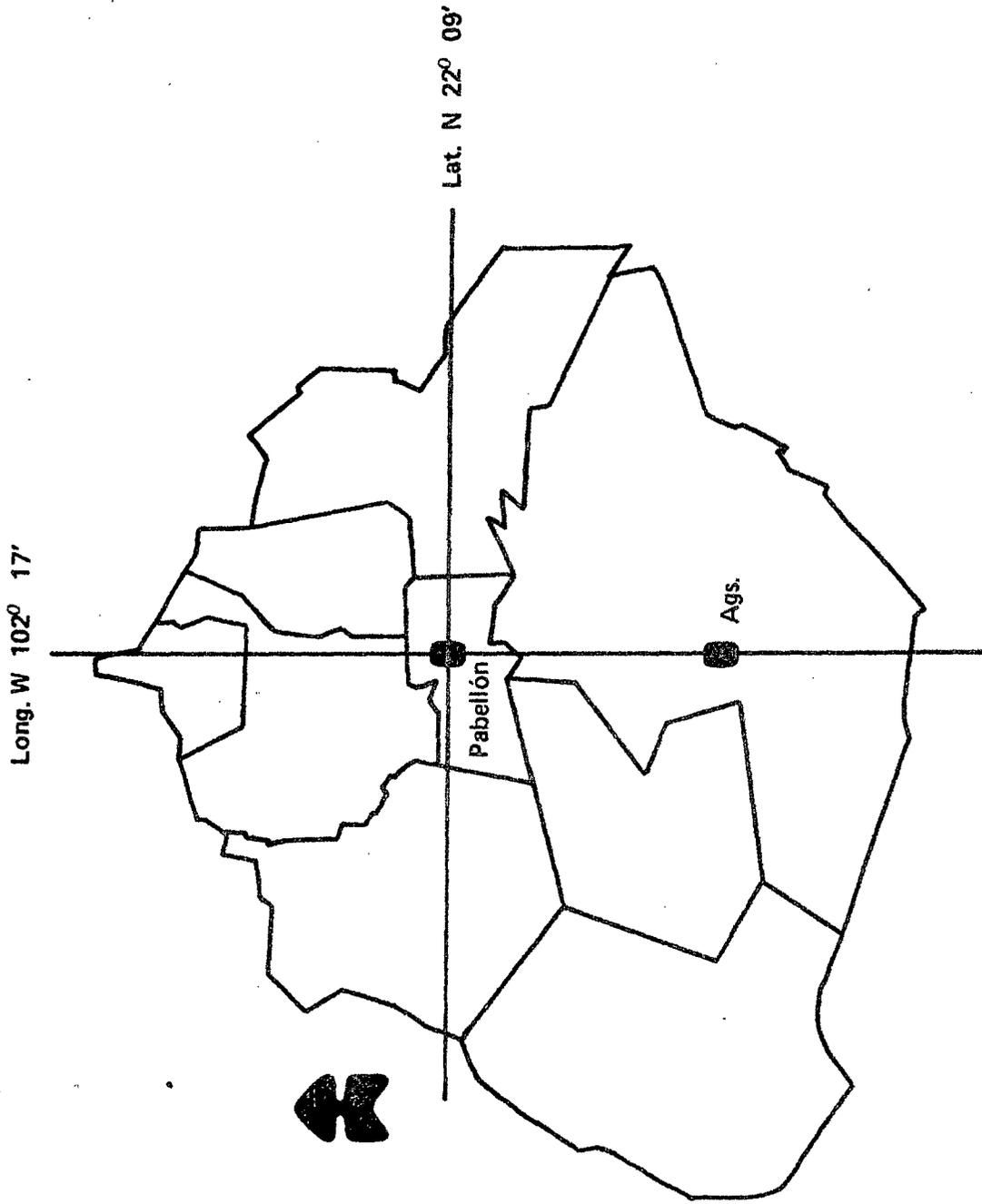


FIGURA A 2. Localización Geográfica de Pabellón, Ags.

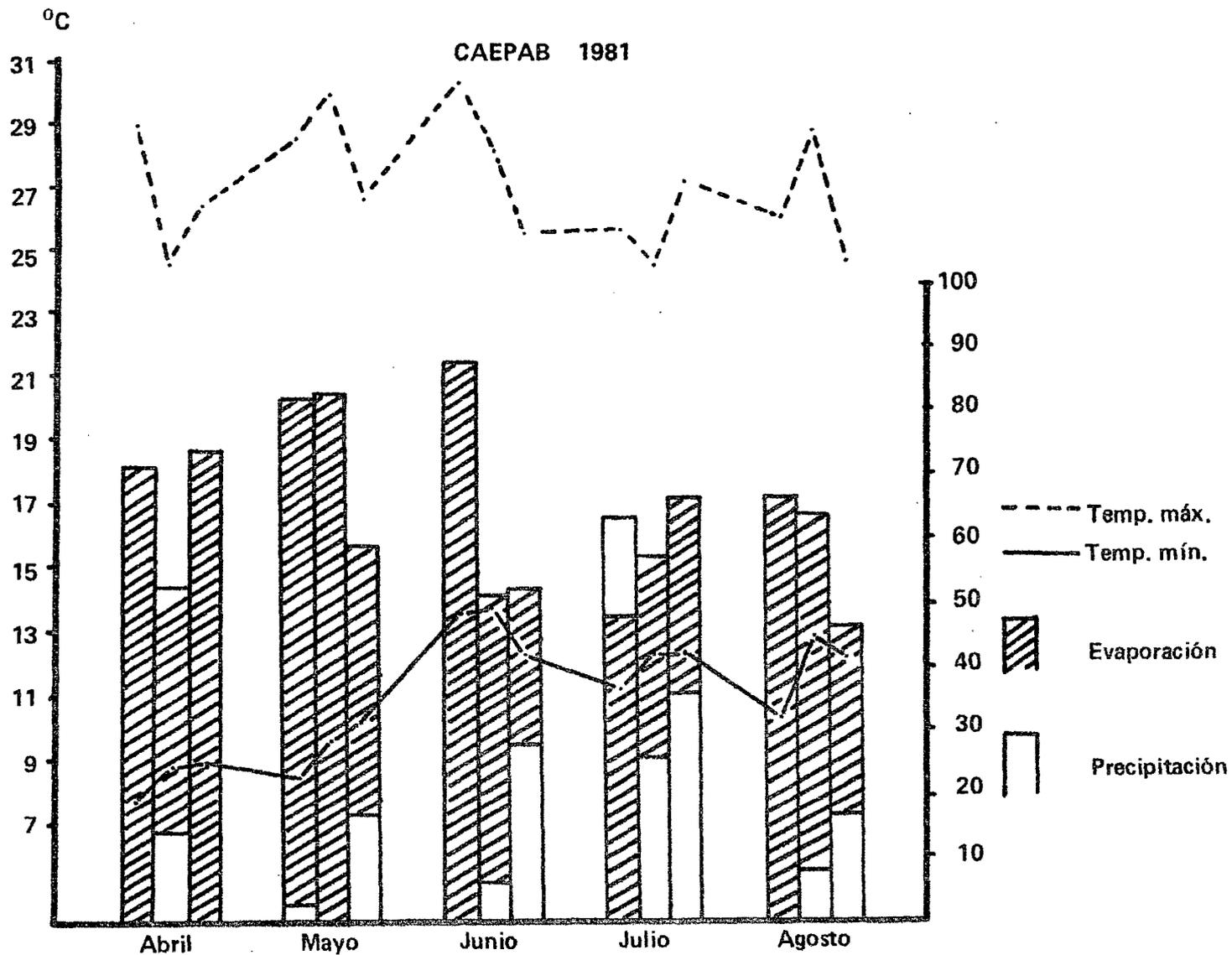


FIGURA A 3. Promedios decenales de temperatura máxima y mínima, Evaporación y Precipitación de los meses que comprenden el ciclo de desarrollo del cultivo.

CUADRO A 1. CULTIVOS PRINCIPALES EN MEXICO 1 9 8 1.

Cultivo	Superficie ha	%	Producción ton.	%
Maíz	8'150,173	55.61	14'765,760	51.59
Frijol	2'150,164	14.67	1'469,021	5.13
Sorgo grano	1'767,258	12.06	6'295,667	22.00
Trigo	861,130	5.88	3'189,402	11.14
Cártamo	390,532	2.66	371,669	1.30
Soya	377,778	2.58	711,920	2.49
Algodón pluma	354,977	2.42	344,237	—
Algodón semilla	354,977	2.42	520,159	1.82
Cebada grano	274,320	1.87	559,180	1.95
Arroz	179,633	1.23	643,550	2.25
Ajonjolí	150,451	1.02	85,666	0.33
Total	14'656,416	100.00	28'621,994	100.00

Fuente" NOTISARH No. 3

CUADRO A 2. PRODUCCION DE FRIJOL EN MEXICO DE 1975 A 1981

Año	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (ton.)	Valor de la Prod. (\$)
1975*	1'752,632	586	1'027,303	5,404'109,580
1976*	1'315,819	562	739,812	3,476'682,060
1977*	1'630,732	472	770,093	4,184'388,000
1978*	1'580,228	600	948,744	7,057'457,000
1979*	1'040,910	616	641,287	6,054'244,000
1980*	1'763,347	551	971,359	13,831'647,053
1981**	2'150,164	680	1'469,021	23,504'336,000

* Dirección General de Economía Agrícola

** NOTISARH No. 3 Marzo 1982

CUADRO A 3. FRIJOL DE RIEGO Y TEMPORAL EN AGUASCALIENTES DE 1977 A 1981

AÑO	Sup. Cosechada (ha)		Rend. Medio (kg/ha)		Producción (ton.)		Valor de la Prod. miles de pesos	
	Riego	Temp.	Riego	Temp.	Riego	Temp.	Riego	Temp.
1977	10,500	21,006	1,480	260	15,540	5,461	81,585	25,939
1978	9,224	23,332	1,345	310	12,406	7,232	117,025	46,284
1979	8,804	1,951	1,090	190	9,596	370	90,730	3,885
1980	7,589	7,118	1,358	138	10,305	982	232,954	19,640
1981	7,988	4,860	1,682	70	13,435	340	182,491	5,559

SARH-AGS. Delegación de Economía Agrícola

CUADRO A 4. PRINCIPALES PRESAS EN EL ESTADO DE AGUASCALIENTES

NOMBRE DE LA OBRA	MUNICIPIO	SUPERFICIE QUE RIEGA	CAPACIDAD TOTAL (MILLONES DE m ³)	VOL. ALMACENADO A JUNIO 1981 ₃ (MILLONES DE m ³)	% CON RESPECTO A SU CAPACIDAD TOTAL
Calles	San José de Gracia	6,080	340.00	12.40	3.65
Abelardo Rodríguez	Jesús María	2,000	28.70	12.53	43.66
El Niágara	Aguascalientes	1,600	16.50	10.72	64.97
Media Luna	Calvillo	2,100	15.00	10.81	72.07
La Colorada	Aguascalientes	600	6.38		
Malpaso	Calvillo	750	6.14	1.15	18.73
El Saucillo	Rincón de Romos	800	6.00	3.60	60.00
La Codorniz	Calvillo	673	5.40	2.39	44.26
San Bartolo	Aguascalientes	100	4.81	1.29	26.82
Peña Blanca	Calvillo	524	4.50		
Ordeña Vieja	Calvillo	461	4.00	0.74	18.50
San José de Gracia	San José de Gracia		4.00	3.57	89.27
Natillas	Cosío	100	1.10	0.22	20.00
T O T A L		15,788	442.53	59.42	13.43

FUENTE: SARH



CUADRO A 5. BALANCE HIDROLOGICO DE LOS PRINCIPALES ACUIFEROS EN AGUASCALIENTES.

Vol. Medio Anual infiltrado (Millones de m ³)	Vol. Medio Anual Extraído (Millones de m ³)	Sup. Regada con Bombeo (ha)	Vol. Promedio Por ha (m ³)	Lámina Media/ha m
340	394	37,000	10,650	1.06

FUENTE: Geohidrología y zonas áridas y Plan Nacional Hidráulico de la SARH

CUADRO A 7. RELACION DE Ps DEL SUELO DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO P. V.
1a. ETAPA (SIEMBRA-FLORACION) CAEPAB FRIJOL 1981.

FECHAS	10 % (1,2,3)		25 (4,5,6)		40 (7,8,9)		TESTIGO (10)	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
14/IV/81	18.03	17.30	14.53	14.06	14.99	15.39	14.53	13.88
21/VI/81	16.42	16.60	15.04	15.75	16.61	17.07	14.95	15.17
23/IV/81	14.80	14.20	13.39	13.66	14.35	14.22	13.62	12.36
29/IV/81	17.71	16.10	17.93	17.30	17.96	17.71	13.46	14.34
6/ v/81	17.41	16.54	11.60	12.49	11.40	12.09	19.78	10.53
11/ V/81	14.55	15.73	12.97	13.30	15.60	15.45	18.02	19.31
13/ V/81	12.23	14.83	8.33	12.77	13.26	11.19	13.83	12.81
18/ V/81	10.43	13.62	12.05	12.89	10.24	12.19	9.13	10.70
20/ V/81	11.43	13.26	11.84	12.91	10.49	12.25	8.53	12.91
25/ V/81	16.67	15.64	11.11	11.83	14.88	15.16	9.00	9.80
27/ V/81	14.66	16.41	11.48	11.95	14.00	14.74	15.28	14.77
1/VI/81	14.37	13.82	13.04	12.74	12.27	12.80	12.40	12.83
3/VI/81	14.35	14.23	11.66	12.50	17.96	17.43	12.76	12.52
6/VI/81	11.67	12.64	11.19	11.11	14.76	14.93	9.38	10.83

CUADRO A 8. RELACION DE Ps DEL SUELO DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO 2a.
ETAPA (FLORACION-MADUREZ-FISIOLOGIA) CAEPAB FRIJOL 1981.

FECHAS	30 % (1,4,7)		40 % (2,5,8)		50 % (3,6,9)		TESTIGO (10)	
	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
9/VI/81	15.83	14.31	15.12	19.83	15.27	15.18	11.51	10.56
11/VI/81	12.12	12.55	11.93	12.82	9.68	10.54	10.45	12.14
15/VI/81	10.20	11.41	9.04	10.89	10.24	10.76	16.79	17.18
17/VI/81	17.80	14.92	17.63	15.82	18.95	16.93	12.92	13.27
19/VI/81	15.19	15.18	14.83	14.87	16.08	16.45	12.23	15.90
22/VI/81	18.92	22.69	18.63	17.75	18.52	17.69	16.51	14.80
24/VI/81	12.90	12.64	13.03	13.39	13.60	13.85	11.52	12.35
26/VI/81	12.92	12.93	12.56	13.37	12.26	13.75	10.60	11.94
29/VI/81	10.19	10.46	14.34	10.43	12.54	11.90	9.51	6.67
2/VII/81	7.64	7.30	11.92	12.00	9.44	10.24	11.94	12.26
9/VII/81	21.20	18.52	20.72	20.59	20.81	17.87	21.39	19.66
14/VII/81	15.51	16.07	15.15	15.48	14.81	15.01	14.38	14.58
16/VII/81	14.02	15.18	13.96	14.52	13.66	14.77	13.41	14.95
21/VII/81	16.08	16.10	14.54	14.91	13.13	13.16	13.59	13.13
23/VII/81	12.97	13.21	11.68	12.23	10.64	11.00	10.49	14.08
28/VII/81	19.63	16.54	18.76	17.61	19.46	16.85	19.47	14.55
30/VII/81	12.85	11.92	13.53	12.54	12.86	11.76	13.88	10.24
4/VIII/81	9.72	10.48	9.11	10.09	10.12	10.47	9.13	9.47
6/VIII/81	9.81	10.80	10.30	10.77	9.93	9.40	9.73	10.04
11/VIII/81	8.09	10.25	7.52	8.54	7.21	9.76	6.17	8.72

CUADRO A 9. CONSUMO DE AGUA O EVAPOTRANSPIRACION REAL (E_{Tr}) SEGUN LA DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD EN EL SUELO, DEL CULTIVO DE -- FRIJOL.

Trat.	1a. Etapa siembra-inicio de floración	2a. Etapa Floración Mad. Fis.	Lámina Consumida durante el ciclo
1	10.53	31.84	42.37
2	"	32.36	42.89
3	"	29.18	39.98
4	11.14	31.84	42.98
5	"	32.36	43.50
6	"	29.18	40.32
7	16.47	31.84	48.31
8	"	32.36	48.83
9	"	29.18	45.65
10	14.54	19.73	34.27

CUADRO A 10. PERFIL DE EXTRACCION DE LA HUMEDAD

Trat.	Prof. 0-30	%	Prof. 30-60	%
1	24.76	58.4	17.61	41.6
2	23.89	55.7	19.00	44.3
3	24.17	60.9	15.54	39.1
4	24.70	57.5	18.28	42.5
5	23.83	54.8	19.67	45.2
6	24.11	59.8	16.21	40.2
7	26.71	55.3	21.60	44.7
8	25.84	52.9	22.99	47.1
9	26.12	57.2	19.53	42.8
10	20.84	60.8	13.43	39.2



CUADRO A 11. PROMEDIO DE ALTURAS OBSERVADAS EN PLANTAS DE FRIJOL DURANTE SU DESARROLLO. C A E P A B 1 9 8 1.

Trat.	26-V	10-VI	17-VI	2-VII	8-VII	22-VII	29-VII	4-VIII
1	20.36	49.83	61.96	79.45	88.87	91.35	89.70	109.47
2	18.44	55.16	60.49	73.05	80.57	94.70	96.15	112.15
3	18.13	50.04	59.79	83.65	82.90	95.70	92.40	100.80
4	19.70	54.83	65.53	82.77	83.55	89.15	88.72	106.07
5	20.63	51.46	59.76	84.42	95.80	97.50	94.47	128.55
6	19.99	57.29	53.03	94.45	87.80	104.20	95.65	112.62
7	18.82	50.19	45.21	73.80	65.57	90.97	81.97	95.12
8	18.93	62.41	55.98	76.47	79.80	91.22	94.62	104.05
9	18.82	58.90	53.16	80.55	82.60	92.72	101.32	108.52
10	13.10	37.44	52.25	64.35	75.87	87.95	75.20	99.37
\bar{X}	18.7	52.8	56.7	79.3	82.5	93.5	91.0	97.6
CV %	24	21	15	13	8	12	15	13

CUADRO A 12. PROMEDIO DE ALTURAS AJUSTADAS EN PLANTAS DE FRIJOL DURANTE SU DESARROLLO. C A E P A B 1 9 8 1.

Trat.	26-V	10-VI	17-VI	2-VII	8-VII	22-VII	29-VII	4-VIII
1	21.47	44.71	57.89	83.96	91.66	102.80	105.76	106.79
2	23.48	44.50	56.34	80.81	88.80	102.04	106.08	108.69
3	25.25	45.97	56.94	78.18	84.74	95.19	98.31	100.28
4	26.25	43.87	53.34	73.23	80.17	92.82	97.34	100.36
5	19.57	39.47	51.85	80.59	91.10	109.70	115.96	119.81
6	22.02	42.34	54.06	78.87	87.12	101.05	105.40	108.18
7	19.31	33.63	41.84	60.35	67.24	80.51	85.47	88.80
8	23.93	48.05	60.83	83.73	89.97	98.77	101.15	102.43
9	22.64	46.80	60.20	85.33	92.43	102.70	105.36	106.89
10	12.45	28.90	39.88	65.48	74.29	88.49	92.59	95.05
\bar{X}	21.6	41.8	53.3	77.0	84.7	97.4	101.3	103.7

CUADRO A 13. PROMEDIOS DE AF (m^2 /PLANTA) Y IAF, DURANTE EL CICLO DE DESARROLLO DEL CULTIVO. C A E P A B. 1981

Trat.	1a. ETAPA		Trat.	2a. ETAPA					
	26-V	10-VI		17-VI	2-VII	8-VII	22-VII	29-VII	4-VIII
10	.0246	.0658	30	.0937	.2144	.2270	.1967	.1355	.0838
25	.0372	.0787	40	.0891	.1841	.2830	.2133	.1289	.0833
40	.0291	.0819	50	.0786	.2271	.2241	.2660	.1203	.0938
T	—	.0432	T	.0580	.1415	.1957	.1993	.1274	.1250
X	.0303	.0674		.0798	.192	.232	.218	.128	.0964
C.V.%	38	38		26	22	29	41	44	53
IAF	0.40	0.88			1.04	2.49	2.83	1.66	1.25



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CUADRO A 14. RENDIMIENTO EN kg/ha

Repetición	TRATAMIENTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	2478	1957	1650	2128	1898	2207	1584	1403	1444	1224
II	2057	2009	1837	2122	1926	2293	1703	1424	1631	1579
III	2009	1798	2007	2662	2596	1935	1408	1748	1441	1381
IV	2329	1971	1999	2467	2157	2576	1854	2037	2157	1449

CUADRO A 15. NUMERO DE VAINAS POR PLANTA

Repetición	T R A T A M I E N T O S									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	24	23	19	34	30	18	9	32	26	28
II	50	32	43	20	18	33	17	32	43	19
III	33	23	21	29	23	27	12	37	26	15
IV	25	25	14	30	32	26	23	24	26	32

CUADRO A 16. NUMERO DE SEMILLAS POR VAINA

Repetición	T R A T A M I E N T O S									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	4.3	4.6	4.3	4.1	4.7	4.0	4.4	3.9	5.0	4.9
II	4.0	5.6	4.7	4.9	4.0	4.5	5.9	4.6	4.5	4.7
III	5.3	5.1	4.4	5.1	4.7	5.1	4.2	5.6	5.0	4.7
IV	4.8	4.6	4.8	3.1	4.2	4.3	4.3	4.4	3.5	4.8

CUADRO A 17. PESO DE 100 SEMILLAS (g)

Repetición	T R A T A M I E N T O S									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	30.5	30.3	27.8	34.0	31.7	29.9	32.6	29.4	29.7	28.1
II	30.8	30.8	30.6	34.1	30.5	30.4	29.7	31.1	30.3	31.3
III	32.3	31.4	30.8	31.6	30.2	30.9	32.1	31.7	31.2	30.5
IV	31.2	32.7	31.7	31.9	31.3	31.0	30.3	30.7	30.8	30.7