

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL CULTIVO DEL FRIJOL A
DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD
EN EL SUELO EN DIFERENTES ETAPAS
DE SU DESARROLLO DURANTE EL CICLO
TARDIO DE 1979 EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

José Francisco Ramírez Ruiz

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1981

327
51
1

T

SB327

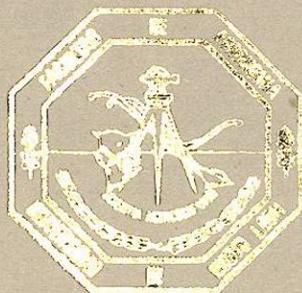
R351

C.1



1080063533

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL CULTIVO DEL FRIJOL A
DIFERENTES CONTENIDOS DE HUMEDAD
EN EL SUELO EN DIFERENTES ETAPAS
DE SU DESARROLLO DURANTE EL CICLO
TARDIO DE 1979 EN MARIN, N. L.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA

José Francisco Ramírez Rviz

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1981

T
SB 327
R351



Biblioteca Central
Maestra Solidaridad

F. Tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

A mis hermanos:

APOLONIO

MARIA CRISTINA

MARIA GUADALUPE

MARIA TERESA

ENEDELIA

BENITO

RICARDO

MIREYA

MINERVA

SERAPIO

MONICA

*Por su cariño y comprensión que siempre
me han tenido.*

A mi Escuela:

*Porque siempre recordare los
días en que me esforzaba por
aprender y comprender las ma
terias que en ella estudié.*

A mi Madre:

SRA. FRANCISCA RUIZ DE RAMIREZ

Por su apoyo, sacrificio y aliento en el transcurso de mi carrera profesional, y para la culminación de la misma. Para usted Madre que se merece todo, le dedico este pequeño tributo con todo mi amor de hijo.

A mi Padre:

SR. APOLONIO RAMIREZ ALVAREZ

Por su apoyo, sacrificio y comprensión en el transcurso y culminación de mi carrera profesional.

Para usted Padre, por sus consejos en mi carrera y como hombre le dedico este pequeño tributo con mucho cariño.

A mis maestros y compañeros:
Por su comprensión y apoyo en
días difíciles que siempre me
tendieron la mano sin interés
alguno.

A mi asesor:
ING. CARLOS HORARIO SANCHEZ S.
Por su gran ayuda y orientación
para la realización de esta tés-
sis tanto en el campo como en -
la escritura de la misma.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	2
<i>Tensión y crecimiento de las plantas</i>	<i>2</i>
<i>El efecto de la tensión hídrica en leguminosas ..</i>	<i>4</i>
<i>Efectos de la tensión hídrica en el cultivo del - frijol</i>	<i>6</i>
<i>Comportamiento estomatal al someter el frijol a - tensión hídrica</i>	<i>8</i>
<i>Temperatura-tensión hídrica en el cultivo del fri- jol</i>	<i>9</i>
<i>La humedad del medio y sus efectos en el cultivo- del frijol</i>	<i>9</i>
<i>Influencia del riego en la formación de un micro- clima en frijol</i>	<i>10</i>
<i>Estudio sobre tolerancia a sequía</i>	<i>11</i>
MATERIALES Y METODOS	12
<i>Características generales del suelo</i>	<i>12</i>
<i>Textura</i>	<i>12</i>
<i>Constantes de humedad</i>	<i>13</i>
<i>Densidad aparente</i>	<i>13</i>
<i>Características del agua</i>	<i>14</i>
<i>Características químicas del agua</i>	<i>14</i>
<i>Clasificación del agua</i>	<i>16</i>
<i>Labores agronómicas</i>	<i>16</i>
<i>Datos del cultivo</i>	<i>16</i>
<i>Siembra</i>	<i>17</i>
<i>Deshierbes</i>	<i>17</i>
<i>Aporques</i>	<i>17</i>
<i>Tendencia de plagas y enfermedades</i>	<i>17</i>
<i>Cosecha</i>	<i>18</i>
<i>Control del regimen de humedad en el suelo</i>	<i>18</i>
<i>Muestreo de humedad</i>	<i>18</i>

I N D I C E

	PAGINA
Diseño experimental	18
Factores y niveles en estudio	19
Parcela experimental	19
Variables analizadas	19
Riegos	20
Materiales, equipo y personal requerido	20
RESULTADOS	21
Rendimiento de grano	21
Fenología del cultivo	21
Datos climatológicos observados	24
Números y láminas de riego obtenidos	24
DISCUSION	25
CONCLUSION	29
REDOMENDACION	31
RESUMEN	32
BIBLIOGRAFIA	34
APENDICE	37

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

PAGINA

FIG. 1 .-	Teorías sobre humedad disponible. Respues ta del cultivo del frijol a diferentes -- contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo de 1979 en Marín, N. L.....	3
FIG. 2.-	Cronograma de la fenología del cultivo -- del frijol. Respuesta del cultivo del fri jol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo de 1979 en Marín, N. L..	23
TABLA 1.-	Características físicas del suelo en sus diferentes estratos, Respuesta del culti vo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo de 1979 en - Marín, N. L.....	13
TABLA 2.-	Valores de capacidad de campo (c.c.) y -- punto de marchitez permanente (pmp). Res puesta del cultivo del frijol a diferen tes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo de 1979 en Marín, N. L.....	13
TABLA 3.-	Valores de la densidad aparente (D.A.) a .90 mts. de profundidad. Respuesta del -- cultivo del frijol a diferentes conteni dos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo de - - 1979 en Marín, N. L.....	14
TABLA 4.-	Características químicas del agua de la - presa chica del campo experimental de la Facultad de Agronomía en Marín, N. L. Res puesta del cultivo del frijol a diferen--	

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

PAGINA

	<i>tes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N.L.....</i>	15
TABLA 5.-	<i>Observación de los estatos fenológicos y prácticas de cultivo presentadas en el sitio experimental. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.....</i>	22
TABLA 6.-	<i>Número de riegos y lámina total de los tratamientos. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.</i>	24
TABLA A1 .-	<i>Observaciones climatológicas correspondientes al mes de agosto del 79. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín N. L.....</i>	38
TABLA A2 .-	<i>Observaciones climatológicas correspondientes al mes de septiembre del 79. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.....</i>	39
TABLA A3.-	<i>Observaciones climatológicas correspondientes al mes de Oct. del 79. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N.L.</i>	40
TABLA A4 .-	<i>Observaciones climatológicas correspondientes</i>	

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

PAGINA

al mes de Nov. del 79. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.....

41

TABLA A5.- Análisis de varianza para el rendimiento de grano en kg/ha. para diferentes láminas de riego. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.....

42

TABLA A6.- Comparación de medias para el rendimiento de grano en kg/ha. para diferentes láminas de riego. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N.L.

42

I N T R O D U C C I O N

Las zonas áridas y semiáridas del mundo y en particular las de nuestro país poseen potencias para la agricultura y la ganadería siendo éste el 67% del territorio nacional.

En México un millón de hectáreas son dedicadas al cultivo del frijol y más de un millón de hectáreas al maíz, representando un factor importante para la producción de alimentos básicos.

El cultivo del frijol ocupa el segundo lugar como alimento de primera necesidad, después del maíz.

En 1978 la superficie cosechada de frijol fue de 1.580,000 has. La producción fue de 940,000 ton; el rendimiento -- promedio nacional fue de 1.096,000 ton. Sin embargo se estima que la demanda para 1980 será de 1.171,000 ton.

El frijol se cultiva en todos los estados de la República, en la mayoría bajo condiciones exclusivamente de temporal, en otros en humedad residual y en algunos bajo riego.

Considerando los antecedentes de este cultivo, con respecto a las demandas futuras como alimento, así como la adaptabilidad a gran variedad de tipos de suelos y climas en condiciones de riego y temporal, se origina una línea de investigación al respecto para lo cual se inicia con el presente trabajo, cuyos objetivos son:

- 1) Conocer la respuesta del cultivo del frijol al aplicar diferentes láminas de riego en algunas etapas fenológicas -- definidas con hábito de crecimiento de mata o semiguña.
- 2) Programación más adecuada de riego.

II REVISION DE LITERATURA

TENSION HIDRICA Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

La tensión hídrica es actualmente uno de los conceptos más empleados para interpretar la relación agua - suelo - clima. Con respecto a este concepto, Kramer [6], postuló lo siguiente:

- a) El crecimiento de las plantas se encuentra controlado directamente por la tensión hídrica de ésta y solo indirectamente por la tensión hídrica de la atmósfera y el suelo.
- b) El déficit hídrico se produce siempre cuando la pérdida por transpiración es mayor que el coeficiente de absorción. Cuando la tensión hídrica es muy fuerte provoca una perturbación de los procesos fisiológicos ocasionando la muerte por desecación.
- c) La tensión hídrica de las plantas se debe a una pérdida excesiva de agua o a una absorción inadecuada e incluso a ambas cosas.

Resumiendo los tres incisos se diría que la tensión hídrica afecta todos los aspectos del crecimiento de la planta, modificando la anatomía, la morfología, la fisiología y la bioquímica de las plantas.

Partiendo de la base del primer postulado, al efectuar la medición de la tensión hídrica directamente sobre la planta (hoja), que es la forma más correcta de estimar los efectos en ella, se encontrarían algunos problemas para determinar el potencial, puesto que se necesita tiempo para preparar las soluciones, instrumentación sofisticada y personal capacitado.

Para evitar los problemas en la determinación de la tensión en la hoja se prefiere determinar la tensión hídrica in

directamente, midiendo el potencial del agua en el suelo con la fórmula propuesta por Nikolski (11).

$$HA = \frac{W - W_{pmp}}{W_{es} - W_{pmp}}$$

Donde: HA - Humedad aprovechable.

W - Porcentaje de humedad en base a volumen, en un momento dado.

W_{pmp} - Porcentaje de humedad a (punto de marchitez permanente), en base a volumen.

W_{es} - Porcentaje de humedad, casi saturación, en base a volumen.

Sin embargo, hay que considerar que la respuesta en el rendimiento de los cultivos con regímenes de humedad disponibles han sido muy discutidos, de acuerdo con la teoría más acertada propuesta por Pierre (12), en la cual expone que la humedad disponible en el suelo para la planta, no es uniforme entre los límites hídricos de Capacidad de campo (CC) y Punto de marchitez permanente (PMP). Esto se observa mejor en la Figura (1).

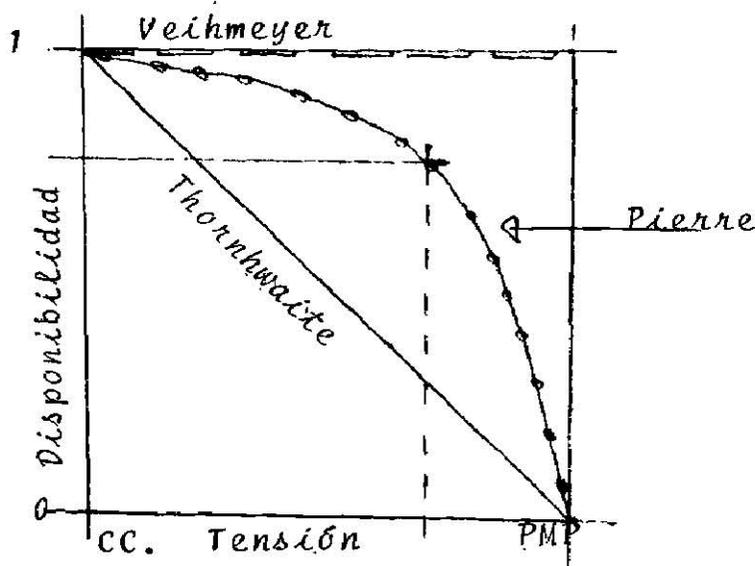


Fig. 1.- Teorías sobre humedad disponible. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

Analizando la gráfica se aprecia que:

- 1a) Solamente una fracción de la H.D. debe ser extraída; a esta fracción se le conoce como deflexión permisible de humedad, que varía de cultivo a cultivo y de etapa a etapa de desarrollo.
- 2a) No se obtendrá el mayor beneficio económico cuando sea extraído el total de la humedad, puesto que para algunos cultivos, en cierta etapa de desarrollo, someterlos a un déficit hídrico relativamente ligero ocasionaría una reducción en el rendimiento.

El efecto de la tensión hídrica en leguminosas

La mayoría de las leguminosas cultivadas por sus granos, exhiben claros períodos de sensibilidad a la deshidratación. Las condiciones de humedad a la floración influyen poco en la producción de semillas, a menos que se alcancen niveles próximos al punto de marchitamiento permanente. En cambio, durante la floración las plantas se vuelven más susceptibles a la escasez de agua en el suelo en este período los aportes de agua son particularmente benéficos. También la provisión de agua durante la formación de vainas y semillas afecta sensiblemente la cosecha.

El efecto favorable del agua a comienzos de la floración es consecuencia del aumento en el número de semillas -- que se desarrollan por cápsulas, mientras que el agua recibida durante el desarrollo de las vainas producen un aumento en el peso de las semillas. La influencia que el contenido de agua ejerce durante la formación de vainas es probablemente el resultado de alteraciones en la capacidad fotosintética y en la translocación de carbohidratos hacia las semillas en crecimiento.

Comúnmente las raíces crecen rápidamente después de la-

germinación y alcanzan su máximo poco antes de la primera diferenciación floral en el meristema del tallo. Desde entonces se producen profundos cambios metabólicos y estructurales que mantienen una intensa actividad fisiológica en el breve período que media entre la formación del primordio floral y la plena floración.

Con la apertura de las primeras flores, la formación de nuevas raíces suele reducirse considerablemente o detenerse completamente, incluso puede producirse la muerte de raíces ya maduras. Al mismo tiempo, a menudo hay un abrupto incremento y un progresivo aumento en la transpiración junto a una activa translocación de nutrientes hacia los tejidos florales. Con la disminución de la actividad radicular, el suministro de agua y nutrientes queda circunscrito al flujo directo hacia las raíces, pues la exploración e intercepción es insignificante o nula (2).

La conductividad hidráulica y la capacidad difusiva de los iones se reduce muchísimo con la reducción de la humedad por lo cual las plantas quedan expuestas a los estragos de la deshidratación (y escasez mineral) a menos que el suelo recupere suficiente cantidad de agua (y las reservas minerales en las plantas ayuden a superar la crisis). (2)

Lo anterior confirma la teoría de que el rendimiento -- (en fruto) de los cultivos depende en gran parte de las variaciones en el régimen del nivel de agua del suelo. 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. -- (12)

Para Kramer, Slatyer, Salter y Norero (2), el efecto -- del déficit de agua sobre el crecimiento reproductivo se ma-

niñista mayormente sobre las siguientes etapas:

- a) Iniciación y desarrollo de la flor.
- b) Polinización y fertilización.
- c) Llenado del grano.

Efectos de la tensión hídrica en el cultivo del frijol

Los resultados de muchos experimentos de las variaciones de la tensión del suelo en diferentes etapas del desarrollo de los cultivos sobre el rendimiento, indican que la mayoría de los cultivos anuales o bianuales no forrajeros son sensibles en forma diferencial a dichas tensiones (Mojarro) - (citado por Palacios).

Tijerina (citado por Moreno), realizó un estudio de la relación del potencial del agua en la hoja del frijol y el potencial del agua en el suelo, encontró que esta relación es muy variable ya que es afectada por muchos factores climáticos, fisiológicos y edáficos.

Magalhaes, Millar y Choudury (9), realizaron un estudio sobre la respuesta fenológica del cultivar del frijol variedad IPA-74-19, a la tensión de agua en el suelo. En dicho estudio se utilizó un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones se proporcionaron períodos de tensión de agua en etapas específicas del crecimiento de la planta, el riego se mantuvo en un nivel óptimo antes y después de cada período de tensión de agua. En la cosecha se obtuvo información sobre el rendimiento de semilla, vainas por planta y semillas por vaina. En cuanto al rendimiento de semilla se encontró una diferencia significativa entre tratamientos al nivel de 0.01, en cuanto a vainas por planta se encontró una diferencia significativa al nivel de 0.05, no se encontró una diferencia significativa para semillas por vaina. La floración fue el período más crítico para la-

tensión de agua; un nivel potencial de humedad del suelo en 5 bares produjo una reducción de rendimiento de 36.85%. Al principio de la floración, una tensión de agua de 7 bares -- del potencial de humedad del suelo ocasionó una reducción -- del rendimiento de 20.49%. Al inicio y en las últimas etapas de la formación de frutos, un déficit hídrico del suelo de 2.7 bares causó un 24% de disminución en el rendimiento. Los resultados encontrados en el estudio mostraron claramente la alta sensibilidad del cultivo al déficit hídrico durante la floración, esta sensibilidad varía en sus tres etapas de su desarrollo. La disminución del rendimiento, según el análisis de sus componentes, se debe a una disminución del número de vainas por planta, a la disminución del número de granos por vaina y a la disminución en peso de los granos, -- este efecto multiplicativo explica la reducción tan notable del rendimiento cuando se castiga la planta durante la floración (no específica qué parte del perfil fue considerado como capa de control).

Forythe y Legardam (1), en un trabajo experimental el cual se regó cuando la succión del agua del suelo llegaba a 0.8 bares a 5 cm. de profundidad y 0.6 bares a 15 cm. de profundidad encontraron que cuando las succiones máximas fueron mayores o menores que el valor óptimo hubo una reducción de rendimiento, se encontró que la disminución en producción de semilla por unidad de cambio de succión en bares, en el lado de succión menores que el óptimo.

Mojarro (14), realizó un experimento en donde se sometió el cultivo del frijol a sequía en 4 diferentes etapas de su desarrollo y observó una reducción en el rendimiento cuando hubo sequía, durante la floración fue de un 65% respecto al testigo, en cambio un "castigo" de la misma magnitud (dejar que el potencial de agua en las hojas de las plantas lle

que hasta 15 bares) aplicando durante su primera etapa de desarrollo (vegetativa), se redujo el rendimiento en un 24% -- respecto al mismo testigo, el cual nunca estuvo sujeto a tensiones del agua en el suelo mayores de 0.5 bares. Dos castigos consecutivos, durante la floración y durante la maduración del grano, redujeron el rendimiento en un 74% (no específica de qué magnitud fueron los castigos).

Palacios (14), considera que la mayor parte de los estudios realizados con el frijol indican que es muy susceptible al déficit hídrico durante el período de floración, observándose una notable disminución en su rendimiento, tanto en grano como en vaina.

Como base a los resultados observados y lo propuesto -- por Mojarro (14), se recomienda dividir en cuatro etapas el ciclo vegetativo del frijol para fines de análisis experimental. Estas etapas son:

- 1).- De la germinación al inicio de la floración (del 5% al 10% de plantas con flores).
- 2).- Del inicio de la floración a la aparición de las primeras vainas (del 5% al 10% de plantas con vainas).
- 3).- De la aparición de vainas al final de su desarrollo total (aprox. 21 días después de la antesis).
- 4).- La etapa de llenado de los granos y maduración fisiológica.

Comportamiento estomatal al someter el frijol a tensión hídrica.

Hidalgo (5) en una serie de experimentos de campo de -- crecimiento y en invernadero, se encontró que los estomas no se cierran hasta que el potencial de agua no ha descendido a niveles bajos y al analizar el crecimiento indicó que la eficiencia en el establecimiento y llenado de vainas fueron los

componentes morfológicos del rendimiento que se vieron reducidos, el tamaño de la semilla se afectó levemente y la variación en el índice de cosecha no parece constituir un buen indicador del potencial de rendimiento en la planta bajo tensión de agua.

Temperatura-tensión hídrica en el cultivo de frijol

En un experimento desarrollado por Uller (10), las plantas de frijol se sometieron a varios tratamientos a fin de inducir la tensión de agua en las hojas por medio de la disminución de la temperatura de las raíces. La disminución de la temperatura de las raíces, efectivamente indujo la tensión de agua debido a que redujo la capacidad de absorción de agua del sistema radical. Las demandas de evaporación del medio foliar no afectaron el grado de tensión de agua que se desarrolló. La tensión de agua aumentó al disminuir la temperatura de la raíz, pero el potencial hídrico fue de aproximadamente 10 bares para todos los tratamientos.

En otro experimento con frijol se observó que una disminución del 8% de que la turgencia relativa se relacionó con casi un 50% de disminución del crecimiento de la planta. Las plantas expuestas a un tratamiento de 10°C en las raíces produjeron un 60% más de materia seca por gramo de agua transportada que las plantas a 25°C.

La humedad del medio y sus efectos en el cultivo del frijol.

Problemas por exceso de humedad en el campo.

En un trabajo realizado por Miller (10), las plantas de frijol cultivadas en tierra infectada con el hongo de la pudrición radical *Fusarium Solan* (F.S.P. *Phaseol*) presentaron los mismos daños que cuando se moja la tierra excesivamente durante el riego de los surcos. Concluyeron que el agrava-

miento de la pudrición radical mediante tasas bajas de difusión del oxígeno es la causa principal del atrofiamiento de las plantas y de la reducción en el rendimiento que resulta de la excesiva humedad del suelo en campos infestados por *Fusarium*.

Influencia del riego en la formación de un microclima en frijol

Hipps (4), realizó un estudio de riego y los resultados indican que ejerce una influencia considerable en la formación de un microclima del frijol seco comestible, durante el día los efectos inmediatos incluyen: disminución diurna de 3 a 4°C de temperatura del aire, disminución de la temperatura foliar de 5 a 8°C, disminución de la temperatura del suelo de 10°C, aumento diurno de 10 milibares de la presión del vapor, aumento de la humedad del suelo hasta de un 10%, estos efectos continuaron por lo menos durante 2 días. Los resultados indican que el riego modificó el balance energético de la copa del frijol. Se supone que el calentamiento del suelo y la corriente perceptible de calor que emana del suelo y de la planta hacia el aire, disminuyen a causa de la superficie, humedad del suelo y del aumento en las tasas de transpiración del riego.

La frecuencia del riego también afectó el microclima en forma significativa, como resultado de la modificación en el equilibrio de energía, el riego excesivo ocasionó una disminución en la temperatura del aire de la hoja y del suelo y un aumento en los valores de humedad del suelo, en comparación con aquellos del tratamiento de riego normal.

El riego intensivo también causó temperaturas del aire y en las hojas más favorables para la germinación de ascoparas y la colonización subsiguiente, también se obtuvo una ma

por infección en el tratamiento de riego intensivo.

Estudio sobre tolerancia a sequía

Hidalgo (5), llevó a cabo una serie de experimentos de campo, en cámaras de crecimiento y en invernadero para identificar los posibles mecanismos responsables a la tolerancia de sequía y para determinar posibles procedimientos de selección de líneas resistentes a la sequía.

El procedimiento consistió en dos pasos.

- 1.- Se compararon 500 introducciones del banco de germoplasma de frijol, las cuales se cultivaron bajo condiciones de tensión de agua. Se seleccionaron 20 de las 500 introducciones con base en su respuesta al rendimiento y en la presencia de cuatro diferentes tipos de raíces, incluyendo una raíz principal gruesa, una raíz principal delgada, raíces secundarias solamente y raíces fibrosas solamente.
- 2.- Las 20 introducciones seleccionadas se sometieron a prueba de campo adicionales para comparar el crecimiento relativo, el rendimiento y los componentes morfológicos del rendimiento bajo condiciones de tensión de agua en comparación con condiciones normales.

De aumento más pronunciado en el tamaño de la hoja, es decir alargamiento celular bajo una tensión de agua leve en el invernadero o en la cámara de crecimiento pareció un indicador más sensible de la tolerancia a la sequía, que las medidas de resistencia estomatales.

Hidalgo (5), sugiere la reducción de la superficie foliar para la alteración de la resistencia estomatal y la alteración del potencial hídrico de la planta, bajo condiciones de tensión hídrica moderada, el cual se aplicaría en la época de prefloración en la cámara de crecimiento o en el invernadero.

MATERIALES Y METODOS

El experimento fué establecido en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicado en el Km. 5 sobre la carretera a Marín - Zuazua.- Geográficamente se localiza a los 25°53' de latitud norte y a los 100°03' de longitud oeste y con una altura de 367.5 metros - sobre el nivel del mar.

Características generales del suelo

Características físicas.

Los suelos presentes son de tipo calcareo, el color -- cuando estuvo seco fué café pálido hasta café brillante y -- cuando estuvo húmedo varió de café oscuro a café grisáceo.

En cuanto a la consistencia, en todos los estratos fué "dura" y su estructura subangular presentó un piso de arado a los 40 cm. de la superficie.

Textura

La textura resultó ser arcillosa en todos los estratos, teniendo 50.4% de arcilla en la profundidad de 0-30 cm. 54.9% en la profundidad de 30-60 cm. y 59.5% en la profundidad de 60-90 cm.

En la tabla 1 se observan las características físicas - del suelo en sus diferentes estratos.

Tabla 1 Características físicas del suelo en sus diferentes estratos. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

Estrato	Profundidad (cm.)	Textura	Consistencia	Estructura
1	0 - 30	arcilloso	dura	sub-angular
2	30 - 60	arcilloso	dura	sub-angular
3	60 - 90	arcilloso	dura	sub-angular

Constantes de Humedad

Se determinaron los parámetros de capacidad de campo -- (C.C.) y punto de marchitez permanente (PMP) a la profundidad de 0.90 mt. dividiéndolo en tres estratos de 30 cm.

Las determinaciones se hicieron mediante la olla y membrana de presión en el laboratorio de Relación - Agua - Suelo - Planta - Clima de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 valores de capacidad de campo (C.C.) y punto de marchitez permanente (PMP). Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, - N. L.

Estrato	Profundidad	C.C. (PW)	P.M.P.
1	0 - 30	38.15	13.2
2	30 - 60	35.93	13.3
3	60 - 90	32.44	11.5

Densidad aparente

La densidad aparente, se obtuvo para cada estrato de 30 cm. mediante el método de "Cilindros de Volumen Conocido" -

en el cual se obtiene una muestra en un cilindro de volumen conocido, se pesa el suelo seco y se obtiene la relación de densidad aparente. Esto se observa en la Tabla 3.

Tabla 3 valores de la densidad aparente a .90 Mts. de profundidad. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

Estrato	Profundidad	Densidad Aparente (gr./cm. ³)
1	0 - 30	1.9
2	30 - 60	1.7
3	60 - 90	1.6

Características del agua

Fuentes de abastecimiento.

La fuente de abastecimiento de agua es una represa ubicada en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de - - Agronomía, denominada presa chica.

Características químicas del agua

Las características químicas del agua de la presa chica determinadas en 23 muestras reportadas por Leal (6), son mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4 . Características químicas del agua de la presa chica del campo experimental de la facultad de Agronomía en Marín, N. L., Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

ANALISIS DE AGUA

LOCALIDAD

MARIN, N. L.

SITIO

PRESA CHICA

1978 - 79

D A T O S

FECHA	D A T O S																
	CE x 10 ⁶ @ 25°C	PH	Ca Meq/l	Mg Meq/l	Na Meq/l	Z de sulfatos Meq/l	CO ₃ Meq/l	HCO ₃ Meq/l	Cl Meq/l	SO ₄ Meq/l	Z de aniones Meq/l	SE Meq/l	SP Meq/l	RAS	CSR Meq/l	PSP Meq/l	B ppm
JULIO 1	2500	6.8	7.7	6.3	11.0	25.0	0.4	2.7	10.9	11.0	25.0	10.9	16.4	3.1	0.0	100.0	0.0
JULIO 15	1750	7.3	6.6	5.5	5.4	17.5	0.0	1.7	8.6	7.1	17.5	8.6	5.0	2.3	0.0	62.4	0.0
AGO. 1	2900	6.9	13.9	8.3	7.8	29.0	0.4	1.5	12.8	14.5	29.0	12.8	5.3	2.3	0.0	61.9	0.0
AGOSTO 15	6000	7.8	39.0	14.4	6.6	60.0	0.4	2.7	31.8	25.0	60.0	27.0	30.2	1.2	0.0	20.7	0.2
AGOSTO 31	2050	7.1	16.0	4.4	0.1	20.5	0.0	1.4	4.0	15.0	20.5	4.0	0.0	0.3	0.0	2.4	0.0
SEPT 15	2050	7.1	10.2	5.3	4.6	20.5	0.0	3.5	17.0	0.0	20.5	17.0	17.0	1.6	0.0	27.0	0.0
SEPT. 29	2100	7.3	9.2	7.3	4.5	21.0	0.1	5.1	16.6	1.2	21.0	16.7	16.0	1.5	0.0	26.9	0.0
OCT. 18	2300	6.9	7.7	7.9	12.4	28.0	0.4	3.6	24.0	0.0	28.0	24.0	24.0	4.5	0.0	51.6	0.0
OCT. 31	3100	7.2	9.1	6.8	5.5	21.0	1.0	2.9	11.7	5.3	21.0	11.7	8.0	1.8	0.0	45.1	0.0
NOV. 17	1800	7.3	7.5	4.9	5.8	18.0	0.0	4.1	6.9	6.9	18.0	6.9	3.4	2.2	0.0	80.5	0.0
DIC 14	1700	8.2	7.2	8.2	1.6	17.0	0.0	4.5	8.1	4.3	17.0	8.1	5.9	0.5	0.0	19.6	0.0
ENERO 3	1800	7.7	8.8	9.0	0.2	18.0	0.6	1.5	9.0	3.9	18.0	9.0	7.2	0.0	0.0	2.2	0.0
ENERO 16	2000	8.6	8.5	9.9	1.6	20.0	0.8	2.8	9.7	6.6	20.0	9.7	6.4	0.5	0.0	16.4	0.0
FEB 1	2050	8.1	10.3	7.0	3.2	20.5	0.3	3.8	10.4	5.6	20.5	11.7	7.6	1.0	0.0	27.2	0.0
FEB 19	2200	7.5	10.7	7.3	4.0	22.0	0.0	3.1	10.5	8.3	22.0	0.5	6.3	1.3	0.0	37.9	0.0
MAR 1	2300	8.0	7.5	9.2	6.3	23.0	0.4	2.5	10.5	9.5	23.0	10.5	5.7	2.1	0.0	59.7	0.0
MAR 15	2400	7.8	8.5	7.2	8.3	24.0	0.2	2.0	9.9	11.8	24.0	9.9	4.0	2.9	0.0	83.4	0.0
ABRIL 5	1850	8.6	6.6	7.8	4.1	18.5	0.1	1.8	10.2	6.3	18.5	10.2	7.1	1.5	0.0	40.4	0.0
ABRIL 24	1500	8.3	6.0	4.7	4.3	15.0	0.6	1.6	7.2	5.5	15.0	7.2	4.4	1.7	0.0	59.3	0.0
MAYO 3	1600	8.2	3.6	6.6	5.8	16.0	0.6	1.0	7.3	7.1	16.0	7.3	3.7	2.5	0.0	79.4	0.0
MAYO 17	1750	8.3	7.0	3.6	6.9	17.5	0.6	0.5	8.5	7.8	17.5	8.5	4.6	2.9	0.0	80.7	0.0
MAYO 30	1400	8.3	4.5	4.7	4.8	14.0	0.2	1.6	2.6	9.6	14.0	2.6	0.0	2.2	0.0	100.0	0.0
JUNIO 21	1700	7.8	5.1	6.1	5.8	17.0	0.6	0.9	8.9	6.6	17.0	8.9	5.6	2.5	0.0	65.4	0.0

Clasificación del agua

De acuerdo a la clasificación de Palacios y Aceves (14) el agua es clase C 3 condicionada, requiere de prácticas especiales para el control de la salinidad 1.540 micromhos a 25°C.

Labores agronómicas

Preparación del suelo.

La preparación del suelo consistió primeramente en la roturación seguida de un paso de rastra y cruza, después se procedió al surcado del terreno y levantamiento de los bordos para los canales de riego.

Datos del cultivo

Del boletín de recomendaciones técnicas de la SARH para el cultivo del frijol se recomienda lo siguiente:

Epoca de siembra; del primero al 31 de agosto, siendo de riego y en el ciclo de tardío y del 25 de julio al 31 de agosto de temporal.

Densidad de siembra; en surcos se utilizan 50 Kg/ha (riego) y en cama melonera 70 Kg/ha (riego), para siembras de temporal se utilizan 30 Kg Kg/ha (en surcos o camas).

En cuanto a plantas por metro lineal en surcos de 70 cm. se usan de 19-22 y 11-12, plantas/surco en riego y temporal respectivamente. En surcos de 80 cm. 22-26 y 12-14, (riego y temporal respectivamente), en surcos de 90 cm. 24-30 y 14-16 (riego y temporal respectivamente), para cama-melonera de 1.10 mt. (a doble hilera) se usan de 15-20 plantas de cada hilera (riego). La cantidad de semilla depende de las condiciones de cada terreno, se recomienda inocular la semilla.

Fertilización; se utilizan de 100-150 Kg/ha de la fórmula 18-46-00.

Clorosis; se utilizan de 1-2 Kg. de sulfato ferroso en 100 - Lts. de agua más 20 gramos de detergente.

Siembra

Se sembró a chorrillo a "tierra venida" con una densidad de siembra mayor que la recomendada, para poder aclarar y dejar las plantas más vigorosas a la distancia deseada (8-10 cm).

La semilla utilizada fue la denominada "Selección Benavides", considerada como precoz (ciclo vegetativo de 100 días), la fecha de siembra fue el día límite recomendado (31 de agosto), dicha semilla fue proporcionada por la F.A.U.A.N.L.

Deshierbes

Los deshierbes, por lo general se hicieron conforme se iban acumulando las hierbas que evitaban el desarrollo normal de la planta, para dichos deshierbes se utilizaron machetes, azadones y en ocasiones se hicieron a mano.

Aporques

Los aporques se hicieron por lo general antes de cada riego, para evitar afectar las plantas, ya sea rompiéndolas por el impacto del agua, o pudriéndolas por el suficiente contacto con el agua, (las vainas) y así obtener granos de buena calidad.

Incidencia de plagas y enfermedades

Las plagas presentadas durante el ciclo del cultivo no causaron daños considerables dichas plagas fueron; minador de la hoja (Liriomyza SPP) y conchuela (Epilachna Varives-tis) que se presentaron en la primera etapa fenológica. En cuanto a las enfermedades, se presentó la antracnosis (Rizoc-tonia Solanni) que afectó considerablemente a un gran número de tratamientos, principalmente a las de mayor contenido de humedad en el suelo y posteriormente una lluvia al final de-

La primera etapa, la enfermedad se agravó más antes de la flotación.

Cosecha

La cosecha se realizó cuando la mayoría de las vainas estaban maduras, antes de que las plantas se secaran totalmente para evitar el desgrane, dicha cosecha se realizó el 24 de noviembre de 1979.

Se les separó 2.5 Mt. a los márgenes de los surcos centrales y el resto (4.5 Mt.) medio, se consideró parcela útil lo cual equivale a 6.75 m^2 por unidad experimental. Las plantas cosechadas se embolsaron por separado (cada unidad experimental), para trillarlas después por separada y obtener el rendimiento de cada unidad experimental.

Control del régimen de humedad en el suelo

Calibración del sifón.

Previo al riego, se calibraron sifones de 1.5 pulgadas, para los cuales se obtuvo la curva a las cargas que se usarían en el campo al momento del riego. Los materiales utilizados fueron; sifones, una tina, un cronómetro, una probeta graduada de un litro, una manguera que sirvió como piezómetro para medir la carga a la salida.

Muestreo de humedad

Para cuantificar el contenido de humedad se seleccionó el método gravimétrico utilizando para ello barrenas vehimeller y helicoidal, muestreándose en cada una de las parcelas a intervalos de 30 cm. (0-30 cm. 30-60 cm. 60-90 cm.) las muestras fueron secadas en una estufa para determinar su peso seco, los muestreos se efectuaron cada tres días.

Diseño experimental

El diseño experimental usado fue el de bloques al azar-

con 9 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 36 unidades experimentales.

Factores y niveles en estudio

Los factores en estudio fueron: deficiencia hídrica-etapa de desarrollo los niveles para los factores fueron tres - diferentes deficiencias hídricas para tres etapas fenológi-cas como se describen a continuación.

Deficiencia hídrica.

- a) Regar cuando se haya abatido el 70% de la humedad aprovechable.
- b) Regar cuando se haya abatido el 40% de la humedad aprovechable.
- c) Regar cuando se haya abatido el 10% de la humedad aprovechable.

Etapas fenológicas.

- a) Desarrollo vegetativo al inicio de la floración (10% de plantas con flores)
- b) Floración hasta las primeras vainas (10% de plantas con vainas)
- c) Desarrollo de las vainas hasta madurez fisiológica.

Parcela experimental

La parcela experimental utilizada, tiene una superficie de 926 m^2 con una área de 28.5 m^2 para cada unidad experimental, formada por cuatro surcos de 9.5 m. de largo y espaciado a 75 cm. el área de la parcela útil fue de 6.75 m^2 y se consideró a los surcos centrales como parcela útil y los de las orillas como surcos de protección.

VARIABLES ANALIZADAS

Al principio del experimento se pretendía evaluar las siguientes variables, vainas por planta, altura de la planta

granos por vaina, peso de los granos por vaina y por planta, rendimiento en grano por parcela, pero al final solo se logró evaluar la última variable.

Riegos

Dado que se sembró a tierra venida se dió de todas maneras un riego de una lámina de 4 cm. después de la siembra para asegurar uniformidad en la nacencia de las plántulas. Los siguientes riegos que se efectuaron fueron de auxilio.

Posteriormente se le aplicó un riego de 5 y 10 cm. para la nueva modificación de los tratamientos, tratando de que hubiera una respuesta significativa. Las fechas de los riegos de auxilio que fueron considerados en el experimento fueron el 14 y el 28 de octubre.

Materiales, equipo y personal requerido

Los materiales que se utilizaron fueron los siguientes: Sifones de aluminio de 1.5 pulgadas de diámetro, piezómetros y cronómetros que sirvieron para regar.

Para el muestreo del suelo se utilizaron dos tipos de barrenas, las cuales fueron la helicoidal y la vehimeller, también se utilizaron frascos de vidrio para las muestras de las diferentes profundidades del suelo, la estufa (secadora) y básculas. Para el arreglo de la parcela experimental se utilizó el tractor, azadones, palas, talaches y algunos machetes.

R E S U L T A D O S

En esta sección se presentan los resultados del análisis de varianza (de la única variable que se tomó en cuenta) siendo esta el rendimiento de grano, además se presenta la comparación de medias del mismo análisis por el método de Tukey. También se presentan los resultados de la fenología del cultivo y algunas observaciones sobre datos climatológicos, los cuales son: Temperatura media (T.M.) evaporación (EV) y precipitación (PP) y por último los resultados del número y láminas de riego obtenidas.

Rendimiento de grano

En el análisis de varianza realizado para la variable --rendimiento de grano (Kg/ha) indican que sí hubo diferencia --altamente significativa entre tratamientos y repeticiones.

Los resultados del análisis de varianza y de la comparación de medias se presentan en el apéndice en las tablas A.5 y A.6 respectivamente.

Para evaluar el rendimiento se tomaron en cuenta solamente -- los surcos centrales con competencia completa, sin tomar en cuenta los laterales, que solo sirvieron de protección.

Dichos surcos contaban con 9.5 Mts. de lardo , espaciados a 75 cm. tomando como parcela útil los cuatro metros centrales de cada surco (los 2 centrales).

Fenología del cultivo

El ciclo vegetativo duró un total de 88 días desde la siembra hasta la cosecha, realizándose la primera el 31 de agosto y la segunda el 24 de noviembre.

En el transcurso del experimento se anotaron las fechas

de algunas prácticas de cultivo y estados fenológicos, los -
quales se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5.- Observación de los estados fenológicos y prácticas
de cultivo presentadas en el sitio experimental. Respuesta-
del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en
el suelo en dif. etapas de su desarrollo durante el ciclo --
fardo de 1979 en Marín, N. L.

Estados fenológicos y algunas prácticas de cultivo	Fecha
Siembra	31 de agosto
Riego para germinación	6 de septiembre
Aclareo	15 de septiembre
1er. riego de auxilio	16 de septiembre
Inicio de floración	6 de octubre
Floración completa	10 de octubre
2do. riego de auxilio	14 de octubre
3er. riego de auxilio	28 de octubre
Madurez	20 de noviembre
Cosecha	24 de noviembre
Trilla	28 de noviembre

La siembra se realizó aprovechando la humedad que existía en el suelo debido a una lluvia días antes de sembrar y seis días después se le aplicó un riego con una lámina de 4 cm. para asegurar la germinación uniforme.

Una vez que germinaron la mayoría de las plantas se procedió a efectuar un aclareo al cultivo dejando solamente las plantas más vigorosas, separadas de 8 a 10 cm. unas de otras en seguida del aclareo se aplicó un riego de auxilio con una lámina de 6 cm. El inicio de la floración apareció a los 38 días de haberse sembrado y terminó a los 58 días, cuando el cultivo estuvo en plena floración, se le aplicó el segundo riego de auxilio y el tercer riego se aplicó de la misma manera con iguales láminas que el segundo auxilio.

En la Fig. 2 se muestra un cronograma de la fenología del -- cultivo.

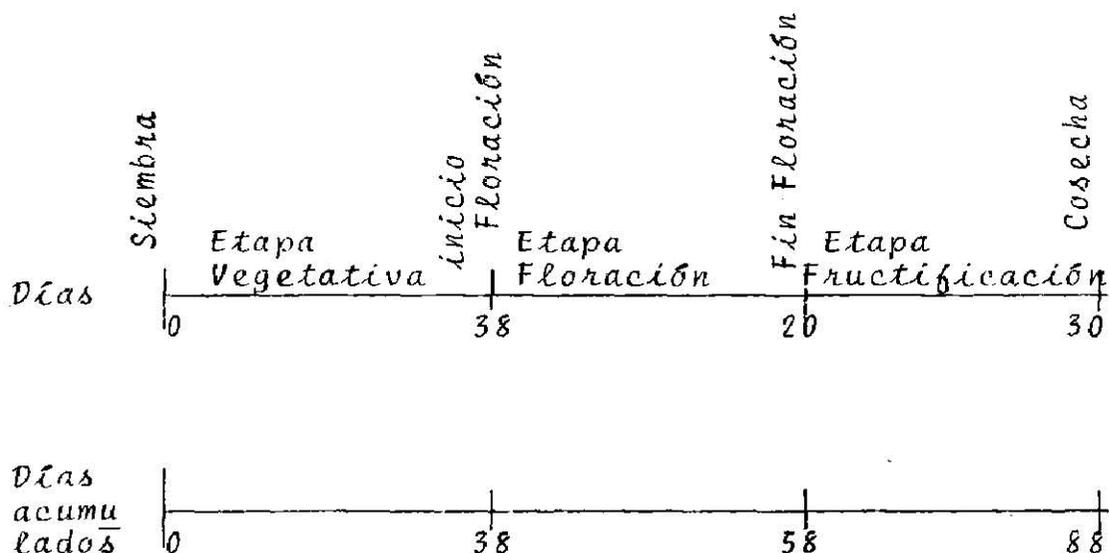


Fig. 2.- Cronograma de la fenología del cultivo del frijol. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo durante el ciclo tardío de 1979 en Marín N. L.

Datos climatológicos observados

Durante el transcurso del ciclo vegetativo que tuvo un promedio de 88 días, se hicieron las siguientes observaciones climatológicas para estimar las demandas hídricas del cultivo.

Temperatura media (T.M.), evaporación (E V) y precipitación (PP) dichas observaciones climatológicas se presentan en el apéndice en los meses que abarcó el ciclo del cultivo.

Número y láminas de riego obtenidas

Los riegos obtenidos para cada tratamiento, así como la lámina total consumida se presenta en la Tabla 6 del cual se puede observar que la lámina de riego osciló entre 10 y 30 cm. y los riegos entre 2 y 4.

Tabla 6.- Número de riegos y lámina total de los tratamientos. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en dif. etapas de su desarrollo durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

Tratamiento	No. de riegos	Lámina total (cm.)
A	2	10
B	4	20
C	3	15
D	3	15
E	3	20
F	4	30

Nota: No se incluye la precipitación durante el ciclo, ni la humedad contenida en el perfil antes de la siembra.

D I S C U S I O N

En un principio los objetivos planteados no fueron cumplidos por las siguientes razones:

- 1) Las condiciones del material de laboratorio así como la disponibilidad, afectadas en parte por un problema laboral, coincidiendo con el primer período de crecimiento del cultivo.
- 2) La falta de investigación de las características agronómicas del frijol de la variedad utilizada en el campo agrícola experimental, también fué uno de los problemas de importancia ya que no se sabía del comportamiento de su desarrollo.
- 3) En lo referente al tipo del experimento también se tuvieron problemas, para conseguir dicha literatura o trabajos similares, en los que pudiéramos basarnos con mayor exactitud, para hacer recomendaciones más exactas en este trabajo.
- 4) En cuanto a la semilla utilizada, cabe mencionar que no fué de muy buena calidad en vista de que se tuvieron fallas en varias unidades experimentales, germinando unas primero y otras después, siendo la causa de que no todas las plantas maduraran igual, reflejándose este problema a la hora de trillar, ya que se tuvo que esperar a que maduraran totalmente para evitar quebrar los granos.

Con respecto al rendimiento se obtuvo una diferencia altamente significativa entre tratamientos siendo los más rendidores los que se les aplicó mayor lámina de riego. Pero en términos generales se consideró que el bajo rendimiento aún del mejor tratamiento como lo reporta la literatura se debió probablemente por las siguientes razones:

- a) La ubicación del terreno pareció ser que fué uno de los

principales problemas para el desarrollo normal del frijol, ya que se encontraba a unos 100 mts. de la presa chica del campo experimental de la F.A.U.A.N.L., afectándole probablemente la excesiva humedad ambiental que trajo problemas.

- b) La calidad del agua con que se contó en un principio no fue analizada, pero posteriormente en un trabajo realizado por (Leal C, J.1980) de la calidad de aguas en el campo agrícola experimental de Marín, N.L., nos dice que el agua es de la clase C 3 condicionada para ciertos cultivos.
- c) En cuanto al suelo, como se pudo observar en los Materiales y Métodos la textura resultó ser muy arcillosa agravando más el desarrollo normal de las plantas, además no se hizo el análisis del estrato de saturación de sales -- del suelo y probablemente en el perfil del suelo a una -- profundidad de 40 cm. existe piso de arado.

En lo que se refiere al abastecimiento hídrico y como ya se mencionó antes, el objetivo del experimento consistió en hacer un calendario de riegos para el frijol, en el cual se regaría cuando se hubiera consumido el 70, 40 y 10% de la humedad aprovechable en todo el perfil, y en cada una de las siguientes etapas fenológicas:

- 1) Inicio de Floración
- 2) Floración hasta la aparición de las primeras vainas.
- 3) Desarrollo de las vainas hasta la madurez fisiológica.

Dicho experimento no se pudo llevar a cabo debido a los problemas que ya se han mencionado al comienzo de esta sección, por lo que se optó por efectuar el análisis de rendimiento en grano con distintas láminas de riego, en la etapa más crítica, las cuales fueron de 5 y 10 cm.

El tratamiento "F" fué el que obtuvo el mejor rendimiento (11017.4296 Kg/ha) debido a que se le aplicó mayor cantidad de agua un total de 30 cm., 10cm. en la etapa vegetativa, 10 cm. en la floración y 10 en el llenado de vainas, siendo las dos últimas susceptibles a la escases hídrica por lo que se cree que respondió más favorablemente debido a que se dotó de agua en dichas etapas.

El tratamiento "A" alcanzó un promedio en el rendimiento de 375.2592 Kg/ha, siendo el rendimiento más bajo, debido a que en todo el experimento (88 días) solamente se le aplicó una lámina de 10 cm. siendo dicha aplicación en la etapa vegetativa.

En lo que se refiere a los restantes tratamientos, se puede decir que los rendimientos fueron más o menos favorables puesto que la distribución del agua durante todo el experimento al igual que el tratamiento "F" siendo la única diferencia que el "B" y "D" obtuvieron 15 cm. de lámina total y el "C" y "E" 20 cm.

Por lo mencionado anteriormente se deduce fácilmente -- que el factor hídrico fué determinante en el rendimiento de los tratamientos, debido a que los que alcanzaron más hidratación obtuvieron más altos rendimientos ("F", "B", "E" con 30, 20 y 20 cm. de lámina total respectivamente).

Como ya se pudo observar en la sección de resultados, - en el análisis estadístico sí hubo diferencia significativa (altamente) para el rendimiento de grano, bajo los criterios que se eligieron.

En lo que concierne al clima como se pudo observar en los resultados, la temperatura promedio en el transcurso del

experimento fue de 24.41°C , la lluvia fue de 1.64 m.m. diarios y el uso consuntivo (U.C.) de 23.6425 m.m. como se puede apreciar el clima también influyó en los resultados, ya que no le fue muy favorable al experimento en todo el ciclo.

C O N C L U S I O N E S

De acuerdo con los resultados obtenidos en el experimento realizado para el rendimiento de grano con distintas láminas de riego realizado en el ciclo tardío de 1979 en Marín, N.L. se concluye lo siguiente:

- 1) El objetivo de la investigación no fué del todo cumplido dado el problema que presentó controlar la variable régimen de humedad ocasionada principalmente por las irregularidades del laboratorio.
- 2) Existe diferencia altamente significativa para tratamientos ya que al comparar las medias entre los tratamientos por el método de Tukey se encontró que los tratamientos más húmedos fueron los más rendidores, los cuales son "F" "B" y "E" (30, 20 y 20 cm. de lámina total respectivamente).
- 3) La diferencia altamente significativa entre los bloques se debió probablemente a las siguientes causas:
 - a) No se analizó el contenido de sales solubles en el suelo durante el período vegetativo.
 - b) Las parcelas finales de los últimos bloques no fueron trabajadas el ciclo anterior, además la pendiente natural del terreno no fué suficiente emparejada por el tamaño dentro de la parcela.
 - c) La pendiente fué mayor en las parcelas 16, 17, 18, 34, 35 y 36 que en las demás.
- 4) Alto coeficiente de variación (29.09) que indica que el experimento fué mal manejado, además no fué evaluada la eficiencia del diseño estadístico.
- 5) El rendimiento del mejor tratamiento se considera bajo debido principalmente a las siguientes causas:
 - a) El efecto del descontrol del régimen de humedad en el suelo principalmente durante la germinación hasta la

floración.

- b) Durante la primera etapa, el cultivo sufrió una deficiencia hídrica en el cual probablemente el contenido de sales en el estrato de saturación del suelo pudo haber afectado, ya que el frijol es considerado como una planta sensible a las sales.
- c) Aceleración de la floración por el déficit hídrico en la 1ª. etapa y reducción del ciclo de 10 días.
- d) La siembra se efectuó en los límites de la fecha de siembra.

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

- 1) Estudio de la factibilidad de sembrar frijol en el campo-agrícola experimental, considerando todos los factores de producción, haciendo énfasis sobre la calidad del agua de riego, variedades y época o ciclo.
- 2) Definir lo relacionado a el control de humedad así como - los grados a que debe ser sometido el cultivo en términos prácticos, así como la delimitación de etapas fenológicas.
- 3) Revisar literatura respecto al efecto de la salinidad en- el frijol durante su desarrollo vegetativo.

R E S U M E N

El presente trabajo consistió en un principio en realizar un calendario de riegos para el cultivo del frijol, pero debido a los problemas que se mencionaron en la discusión, se optó por hacer un análisis del rendimiento de grano con distintas láminas de riego en el ciclo tardío de 1979 en el campo agrícola experimental de la F.A.U.A.N.L. localizado en Marín, N. L.

Dichas láminas de riego fueron de 5 y 10 cm. aplicadas en las etapas de floración y llenado de vainas, para la aplicación de las láminas se utilizó un sifón de 1.5 pulgadas de diámetro el cual fue calibrado primeramente.

La semilla que se utilizó fue la "Selección Benavides" - el tipo de diseño experimental fue el de bloques al azar en el cual se incluían 6 tratamientos con 4 repeticiones.

En los resultados se pudo apreciar que el ciclo vegetativo tuvo una duración de 88 días, en los cuales abarcó los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre en todos estos meses se hicieron observaciones de datos climatológicos como la temperatura media mensual (T.M.), precipitación (PP) y evaporación (E V).

En el análisis estadístico se observaron diferencias entre tratamientos y repeticiones, por lo que se efectuó la comparación de medias por el método de Tukey, en el cual se detectó que el tratamiento "F" obtuvo el mayor rendimiento con 1017.4296 Kg/ha. y le siguen en orden de mayor a menor - el "B" con 751.6295 Kg/ha. el "E" con 719.2551 Kg/ha. el "C" con 643.0592 Kg/ha. el "D" con 554.8666 Kg/ha. y el "A" con 375/2592 Kg/ha.

Dichos rendimientos de los tratamientos "F", "B" y "E" probablemente fueron más elevados puesto que obtuvieron un mayor número de riegos (4, 4 y 3 respectivamente) y una lámina total mayor en todo el ciclo (30, 20 y 20 cm. respectivamente).

B I B L I O G R A F I A

- 1 - Ciat 1978 Resúmenes analíticos sobre frijol centro de información sobre frijol serie 08 SB-3 volumen III.
- 2 - Eastin, J.D. y Haskins, F.A. Sullivan, C.V., Van Bavel, C.H.M. 1977, *Physiological Aspects of Crop Yield*, A.S.A., C.S.S.A., Madison, Wisconsin, U.S.A., Cap. 4: 53-84
- 3 - García G.A. 1979 Descripción de un perfil del suelo y sus características físico-químicas en el área de irrigación del campo experimental de Marín, N.L., Facultad de Agronomía Universidad de Nuevo León, tesis no publicada.
- 4 - Hidalgo R. 1977, *Screening for Drought tolerance in dry beans (Phaseolus Vulgaris L.)* MAG J.G. Thesis at Ithaca, New York, Cornell University. 117 P. (en inglés con resumen en español).
- 5 - Hipps, L.E. 1977, *Influence on irrigation on the microclimate and development of white mold disease in dry edible beans* Institute of Agriculture and Natural Resources. Agricultural Meteorology section MAG, S.C. thesis Lincoln, University of Nebraska 791 (en inglés con resumen en español).
- 6 - J. Kramer P. 1974, *Relaciones hídricas de los suelos y las plantas*, centro regional de ayuda técnica agencia para el desarrollo internacional México/Buenos Aires Pág. 404-408
- 7 - Leal, C.J. 1980, *Análisis de la variación estacional de la calidad del agua en el campo agrícola experimental de Marín, N.L.* Facultad de Agronomía

Universidad de Nuevo León, tesis no publicada.

- 8 - Magalhaes, A.A. De Millar, A.A. y Chodhury, E.N. 1978, - Efecto del déficit fenológico del agua sobre la producción del frijol, Petrolina, Brasil - centro de pesquisa agropecuaria de trópico se m-árido 15 P. [en inglés con resumen en espa ñol.]
- 9 - Masciotti, G.Z. 1974, Efecto de la deficiencia de agua sobre el metabolismo del nitrógeno y el creci miento de algunas variedades de frijol. Tese- MAG S.C. Vicoso, Brasil Universidad Federal - de Vicoso. 37 P.
- 10 - Miller, D.E. y Burke, D.W. 1977, Effect of temporary y -- excessive wetting on soil aeration and fusarium root rot of beans, plant disease repor ter 61 (3): 175-179 [en inglés con resumen en español].
- 11 - Moreno, L. Díaz 1978, Obtención de una función de produc ción en base a regímenes variables de humedad del suelo C.P. Chapíngo, México.
- 12 - Muñoz, C.S. 1978, Curso de Relación Agua, Suelo, Planta Notas de clase, Colegio de Graduados, U.A.A.A. N. Buena Vista, Saltillo, Coah.
- 13 - O'Toole, J.C. Ozbun, J.L. y Walcase, D.H. 1977, Respuesta fotosintética al estrés de agua en Phaseolus-Vulgaris Physiologia Plantarum 40: 111-114 -- [en inglés con resumen en español].
- 14 - Palacios Enrique, J. y A. Martínez G. 1978. Respuesta en el rendimiento de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos C.P. -- Chapíngo, México P. 35-44.

- 15 - Robles Sánchez, R. 1976, Producción de granos y forrajes editorial Limusa Pág. 541-552.
- 16 - S.I.E. 1970, Datos básicos y censos agrícola ganadero y ejidal, Dirección general de estadística Pág. 36.
- 17 - S.A.G. 1975, Plan agrícola nacional secretaría de agricultura y ganadería parte II.
- 18 - Ullery, C.H. 1971, El esstres del agua en la planta y el crecimiento P.H.D. thesis Fortcollins, Colorado state university 95 P. (en inglés con resumen en español).
- 19 - Voysest, V.O. 1977, Agua: relaciones y manejo, Cali, - Colombia centro internacional de agricultura-tropical 22 pág. (en inglés con resumen en español).

A P E N D I C E

TABLA A-1 - Observaciones climatológicas correspondientes al mes de Agosto del 79. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en diferentes etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

DIA	TEMPERATURA °C	LLUVIA m. m.	EVAPORACION m. m.
1	30.25	0	9
2	30.25	0	11
3	30.50	0	9
4	30.25	0	12
5	29.75	7	7.30
6	28.50	1.3	11.10
7	28.25	0	9.23
8	29.50	0	10
9	35	0	9
10	30.75	0	10
11	30	16.0	7
12	30.75	0	8
13	29	0	10
14	31	0	12
15	28.50	0	11
16	30.25	12.2	10
17	29.25	0	9
18	29.75	0	7
19	30	0	10.60
20	30	0	.80
21	30	0	13
22	30.50	0	9
23	30.50	.5	6
24	27	0	8
25	26.75	0	9
26	28.50	0	8
27	28.25	27	7
28	25.25	1.3	4
29	25.50	18.2	4

TABLA A-1 - Observaciones climatológicas correspondientes al mes de Agosto del 79.
 Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en
 el suelo en diferentes etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío
 de 1979 en Marín, N. L.

DIA	TEMPERATURA °C	LLUVIA m.m.	EVAPORACION m.m.
1	30.25	0	9
2	30.25	0	11
3	30.50	0	9
4	30.25	0	12
5	29.75	0	7.30
6	28.50	1.3	11.10
7	28.25	0	9.23
8	29.50	0	10
9	35	0	9
10	30.75	0	10
11	30	16.0	7
12	30.75	0	8
13	29	0	10
14	31	0	12
15	28.50	0	11
16	30.25	12.2	10
17	29.25	0	9
18	29.75	0	7
19	30	0	10.60
20	30	0	.80
21	30	0	13
22	30.50	0	9
23	30.50	.5	6
24	27	0	8
25	26.75	0	9
26	28.50	0	8
27	28.25	27	7
28	25.25	1.3	4
29	25.50	18.2	8
30	27	0	5.91
31	28	0	7

TABLA A-2 - Observaciones climatológicas correspondientes al mes de Septiembre del 79. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en diferentes etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

DIA	TEMPERATURA °C	LLUVIA m. m.	EVAPORACION m. m.
1	30	0	7.99
2	29.5	0	8
3	30	6	7.1
4	30	17.1	7.74
5	28.5	0	7.43
6	28.5	10.4	6.15
7	25.5	0	7
8	24	3.5	2
9	23.5	10	2
10	24.5	0	2.57
11	24.5	0	6.43
12	25	0	5.07
13	28.5	0	7.30
14	25.5	0	2.70
15	23.5	13	1
16	23.5	0	9.2
17	21.5	0	5
18	23	0	9
19	24	31.5	1.2
20	22.5	0	6
21	25	0	5
22	24.5	0	7
23	23.5	0	8
24	25	0	5
25	23.5	0	5
26	24	0	8
27	23	0	8
28	24.5	0	6
29	25.5	0	9
30	25	0	9
31			8
Total	759.0	91.5	179.88
Prom.	25.3	3.05	5.99

TABLA A-3 - Observaciones climatológicas correspondientes al mes de Octubre del 79
 Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en
 el suelo en diferentes etapas de su desarrollo, durante el ciclo tar--
 dío de 1979 en Marín, N. L.

DIA	TEMPERATURA °C	LLUVIA m.m.	EVAPORACION m.m.
1	25	0	9
2	26	0	8
3	25.5	0	7
4	23	0	10.10
5	23.5	0	8
6	25.5	0	8.5
7	26.5	0	9
8	23.5	0	10.078
9	25	0	16
10	24	0	2.057
11	23	0	7
12	24.5	0	5
13	25.5	0	11
14	24.5	0	7
15	26.5	0	7
16	28.5	0	6
17	26.5	0	7
18	27	0	11.34
19	27	0	4.65
20	25.5	0	7
21	27	0	6
22	24.5	0	11
23	18.5	0	5
24	16.5	0	6
25	18	0	5
26	19	0	7
27	21	0	7
28	22	0	5
29	23.5	0	5
30	31	0	11
31	31	0	7
Total P+cm.	758.0 24.45	0 0	235.725 7.604

TABLA A-4 - Observaciones climatológicas correspondientes al mes de Noviembre de 1979. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en diferentes etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marfán, N. L.

DIA	TEMPERATURA °C	LLUVIA m. m.	EVAPORACION m. m.
1	15	0	4
2	17	0	1
3	24	0	3
4	21	0	
5	23.5	1	
6	23	0	
7	18	0	
8	24.25	0	
9	20	0	
10	16	0	
11	17.5	0	
12	15	0	
13	16.75	0	
14	16.5	0	
15	11.75	4	
16	14	25.8	
17	14	0	
18	23.75	0	
19	20.5	0	
20	22.5	0	
21	24.25	0	
22	15.75	0	
23	10.75	0	
24	11.5	0	
25	15	0	
26	16.5	0	
27	21.25	0	
28	21.25	0	
29	10	0	
30	8.5	0	
31		0	

Media	1	109971.84	109971.84
Trat.	5	921454.17	184290.83
Repet.	3	756204.7	252068.03
Error	75	581785.73	38785.715
Total	24	13.256,628	552359.5

Tratamiento	Descripción	Media
F	4 Riegos	1077.42
B	4 Riegos	757.62
E	3 Riegos	719.25
C	3 Riegos	643.05
D	3 Riegos	557.86
A	2 Riegos	375.25

TABLA A-5 - Análisis de varianza para el rendimiento de grano en Kg. por hectárea para diferentes láminas de riego. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en diferentes etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

F.V.	G.L.	S. C.	C. M.	F.Calc.	F.Teórica
Media	1	109971.84	109971.84		F.05 F.01
Trat.	5	921454.17	184290.83	4.7515	2.90 4.56
Repet.	3	756204.1	252068.03	6.4989	3.29 5.42
Error	15	581785.73	38785.715		
Total	24	13.256,628	552359.5		

$\bar{X} = 676.9165$

C V = 29.09

TABLA A-6 - Comparación de medias para el rendimiento de grano en Kg. por hectárea para diferentes láminas de riego. Respuesta del cultivo del frijol a diferentes contenidos de humedad en el suelo en diferentes etapas de su desarrollo, durante el ciclo tardío de 1979 en Marín, N. L.

Tratamiento	Descripción	Medias
F	4 Riegos	1017.4296
B	4 Riegos	751.6295
E	3 Riegos	719.2551
C	3 Riegos	643.0592
D	3 Riegos	554.8666
A	2 Riegos	375.2592

