



UNIVERSIDAD DE SONORA
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

RESPUESTA DEL CULTIVO DEL FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO

TESIS

ISRAEL QUIÑONES MEDINA

OCTUBRE DE 1994

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

RESPUESTA DEL CULTIVO DEL FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.)
BAJO DIFERENTES FRECUENCIAS DE RIEGO

TESIS

ISRAEL QUIÑONES MEDINA

OCTUBRE DE 1994

Respuesta del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.)
bajo diferentes frecuencias de riego

TESIS

Sometida a la consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

ISRAEL QUIÑONES MEDINA

Como requisito parcial para obtener el
Título de Ingeniero Agrónomo con
especialidad en Irrigación

Octubre de 1994

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del consejo particular, aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:

IRRIGACION

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:

M.C. JESUS LOPEZ ELIAS

CONSEJERO:

M.S. JOSE COSME GUERRERO RUIZ

CONSEJERO:

M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER

AGRADECIMIENTO

Ante todo a Dios

A la Universidad de Sonora, al Departamento de Agricultura y Ganadería, por la formación profesional que me otorgó.

A mis Padres José Juan Quiñonez y Socorro Medina.

Al M.C. Jesús López Elias y M.S. José Cosme Guerrero, por su apoyo para la culminación de este trabajo.

Y a todas las personas que de alguna forma u otra me brindaron su apoyo en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

SOPORTE DE MI VIDA

A MIS MAESTROS:

QUE SUPIERON ENCAUZARME

A MIS AMIGOS:

JOSE COSME Y FAMILIA
JOB LEONEL, CRUCITA
ALMA LETICIA, CECY, ROSY
POR SU AMISTAD Y CARIÑO
INCONDICIONAL

A TODOS LES OFREZCO Y DEDICO ESTE TRABAJO EN EL QUE HE
PUESTO TODO MI CARIÑO E ILUSIONES.

INDICE

	Pag.
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. LITERATURA REVISADA	2
2.1. El cultivo del frijol	2
2.1.1. Importancia	2
2.1.2. Origen	2
2.1.3. Aspectos ecológicos	2
2.1.4. Descripción botánica	3
2.1.5. Respuesta de los cultivos a la humedad del suelo	5
2.1.6. Respuesta del cultivo de frijol a la humedad del suelo	11
III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1. Localización del sitio experimental ...	15
3.2. Características climáticas del lugar ..	15
3.3. Características generales del suelo ...	16
3.4. Labores agronómicas	17
3.5. Diseño experimental	18
3.6. Factores y niveles de estudio	19
3.7. Parcela experimental	19
3.8. Variables respuesta	19
3.9. Contenido de humedad en el suelo	20
3.10. Retención de humedad	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1. Resultados de campo	22
4.1.1. Estimación de la tensión	22
4.1.2. Riegos e intervalos de riego	23
4.2. Respuestas agronómicas	24
4.2.1. Rendimiento en grano	24
4.2.2. Peso de 100 granos	25

	Pag.
V. CONCLUSIONES	27
5.1. Respuesta a la tensión en el suelo	27
5.2. Referente al peso de 100 granos	27
5.3. Referente al rendimiento en grano	28
VI. BIBLIOGRAFIA	30
VII. APENDICE	34

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Valores de las constantes de humedad, densidad aparente y textura del sitio donde se desarrolló el experimento ..	35
Cuadro 2. Modelos de tensión de humedad en el suelo en función del contenido de humedad en el suelo, para un suelo de textura franco arenosa	35
Cuadro 3. Riegos aplicados, intervalo de riego y valores de tensión al momento del riego, en el cultivo del frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba en la Costa de Hermosillo en 1992	36
Cuadro 4. Respuestas agronómicas del cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, en la Costa de Hermosillo en 1992	37
Cuadro 5. Prueba de Duncan (al 5%) para las variables respuesta consideradas en el estudio del cultivo del frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo diferentes frecuencias de riego, en la Costa de Hermosillo en 1992	38
Cuadro 6. Prueba de Duncan (al 5%) para las variedades respuesta consideradas en el estudio del cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba en la Costa de Hermosillo en 1992	39
Cuadro 7. Prueba de Duncan (al 5%) para las variables respuesta consideradas en el estudio del cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo diferentes densidad de siembra en la Costa de Hermosillo en 1992	40

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Tensión (atm) registrada antes del riego para el cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo frecuencia de riego semanal, para la Costa de Hermosillo en 1992	41
Figura 2. Tensión (atm) registrada antes del riego para el cultivo del frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego quincenal, para la Costa de Hermosillo en 1992	42
Figura 3. Tensión (atm) registrada antes del riego para el cultivo del frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego mensual, para la Costa de Hermosillo en 1992	43
Figura 4. Efecto de la frecuencia de riego en el número de riegos de auxilio aplicados al cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, para la Costa de Hermosillo en 1992 ..	44
Figura 5. Efecto de la frecuencia de riego en el intervalo de riego en el cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego semanal, para la Costa de Hermosillo en 1992	45
Figura 6. Efecto de la frecuencia de riego en el intervalo de riego en el cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego quincenal, para la Costa de Hermosillo en 1992	46
Figura 7. Efecto de la frecuencia de riego en el intervalo de riego en el cultivo de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego mensual, para la Costa de Hermosillo en 1992	47

	Pag.
Figura 8. Efecto de la frecuencia de riego sobre el rendimiento (kg/ha) de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, para la Costa de Hermosillo en 1992	48
Figura 9. Efecto de la frecuencia de riego sobre el peso de 100 granos de frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) cultivares Bill-Z y Mayocoba, para la Costa de Hermosillo en 1992	49

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de determinar el efecto de tres frecuencias de riego (semanal, quincenal y mensual) y dos densidades de siembra 150,000 y 250,000 plantas por hectárea en dos cultivares de frijol la variedad Bill-Z del tipo "pinto" y Mayocoba del tipo "azufrado".

El trabajo se realizó en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, durante el ciclo primavera-verano de 1992.

Existen períodos críticos limitantes en lo referente al contenido de humedad en el suelo, siendo durante la fase de floración cuando el cultivo es más susceptible a la deficiencia de humedad.

En el caso del peso de 100 granos se encontró que existen diferencias significativas entre frecuencias de riego, más no entre cultivares y densidades de siembra, siendo la frecuencia de riego semanal la que presentó el mayor peso de 100 granos en ambos cultivares, aunque este fué mayor en el cultivar Mayocoba con 35.1 gr.

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento, los resultados obtenidos para rendimiento en

grano indicaron que existen diferencias significativas tanto en cultivares como entre frecuencias de riego y densidades de siembra, siendo el rendimiento mayor (de 1.3. ton/ha), para el cultivar Bill-Z, bajo la frecuencia de riego semanal y densidad de siembra de 250 000 plantas/ha.

INTRODUCCION

El cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) tiene una distribución mundial y constituye uno de los alimentos más importantes para el hombre, ya que es considerado como una fuente de proteína vegetal.

En el mercado de nuestro país es posible encontrar numerosos tipos de frijol siendo en Sonora los más aceptables los tipos pintos y azufrados.

Existen una diversidad de factores que influyen sobre los cultivos, siendo la influencia del medio ambiente el menos estudiado y comprendido a pesar de que éste presenta una relación directa tanto en el crecimiento, como en el desarrollo y el rendimiento de los mismos.

A medida que las zonas de temporal se ven afectadas por la escasez de agua y el variable régimen de precipitación pluvial, el problema en las zonas agrícolas bajo riego se ha ido agravando año con año considerablemente afectando con ello la actividad agrícola. Lo anterior ha traído como consecuencia la necesidad de establecer políticas de riego, las cuales permiten incrementar la superficie sembrada, así como los rendimientos esperados, eficientando el recurso agua.

LITERATURA REVISADA

2.1. El cultivo del frijol

2.1.1. Importancia

En México el frijol es la leguminosa de mayor consumo humano; en 1990, SARH reportó que en los últimos años ésta leguminosa ha alcanzado, en el estado de Sonora, una superficie de aproximadamente 8 000 ha con un rendimiento promedio de 1.0 ton/ha (19).

El frijol se cultiva principalmente con la finalidad de obtención de grano seco y en menor proporción para la obtención de ejote, contando con un contenido protéico de 24% para el frijol en grano.

2.1.2. Origen

El frijol es originario de la región comprendida entre México y Guatemala, según datos arqueológicos encontrados en las cuevas de la región de Ucampos, Tamaulipas y en la región de Coxcatlan, Puebla; el cual ha sido cultivado en México por más de 4 000 años (5).

2.1.3. Aspectos ecológicos

El frijol tiene un amplio rango de adaptación que va desde el nivel del mar hasta 2 800 msnm, es sensible a bajas y altas temperaturas (temperatura óptima en el día de 30 °C y durante la noche de 21 °C), los mejores suelos son

los de textura ligera y bien drenados, así como suelos francos con tendencia a arenosos (4).

2.1.4. Descripción botánica del frijol

El frijol pertenece a la familia de las leguminosas, subfamilia papilionoideas, tribu faseoleas, subtribu faseolinas y género *Phaseolus*. Las principales especies que se cultivan en México son *Phaseolus vulgaris* L. (Frijol común), *P. coccineus* L. (frijol coyote), *P. lunatus* L. (frijol lima) y *P. acutifolius* Gray (frijol Tepari). La especie más importante desde el punto de vista agrícola es *P. vulgaris* L.

La planta es anual, aunque en *P. coccineus* y *P. lunatus* puede haber plantas perennes; la raíz es de tipo fibrosa o tuberosa como en *P. coccineus*; los tallos son herbáceos, de crecimiento determinado o indeterminado, los dos primeros pares de hojas son simples, y a partir del tercer par las hojas son pinadas trifoliales; la inflorescencia es un racimo, las flores son pediceladas; la flor consta de 5 pétalos, 5 sépalos, 10 estambres y un pistilo; el cáliz es gamosépalo; los pétalos difieren morfológicamente y en conjunto forman la corola. El pétalo más grande, situado en la parte superior de la corola, se llama estandarte, y los dos pétalos laterales reciben el nombre de alas. En la parte inferior se encuentran los dos pétalos restantes, unidos por los bordos laterales y formando la quilla. Los estambres son diadelfos, y cada

estambre consta de filamento y antera; 9 filamentos están soldados y un décimo es libre.

En el centro de la flor se encuentra el pistilo, que consta de ovario, estilo y estigma; el fruto es una vaina con dos suturas; cuando está maduro es dehiscente y puede abrirse por la sutura ventral o la dorsal.

Parte del estilo permanece a manera de filamento en la punta de la vaina, formando el ápice. Las semillas aparecen alternadamente sobre los márgenes de las dos placentas ubicadas en la parte ventral de la vaina, están unidas a la placenta por medio del funículo y éste deja una cicatriz en la semilla que se llama hilio; a un lado de hilio se encuentra el micrópilo, y al otro lado la rafe. La semilla carece de endospermo y consta de testa y embrión. La testa se deriva de los tegumentos del óvulo y su función principal es la de proteger al embrión; el embrión proviene del cigote y consta del eje primario y divergencias laterales; el eje primario está formado por un tallo joven, el hipocótilo y la radícula.

El tallo es milimétrico y consta de 3 ó 4 nudos; el hipocótilo es la zona de transición entre las estructuras típicas del tallo y las de la raíz; las divergencias laterales del eje primario son las hojas cotiledonales o primer par de hojas de la planta. Los cotiledones forman la parte voluminosa de la semilla y en ellos se almacenan

las proteínas y los carbohidratos, que son la fuente aprovechable del frijol (19).

2.1.5. Respuesta de los cultivos a la humedad del suelo.

Se ha escrito mucho sobre el efecto causado por un déficit de agua en las plantas; al respecto se sabe que un estrés de agua afecta muchos procesos anatómicos, morfológicos y bioquímicos, en algunas de las etapas del crecimiento de las plantas.

Las pérdidas de agua por los tejidos de las plantas (10-15%) provoca los siguientes efectos:

- a). Reducción del potencial de agua.
- b). Concentración de macromoléculas y solutos de bajo peso molecular.
- c). Reducción de la presión de turgencia de las células.
- d). Cambio en las relaciones de volumen celular (8).

En lo referente al balance de agua, Gurovich (1985), Doorombos y Kasam (1986) establecieron que el clima constituye el principal componente que determina la pérdida de agua de los cultivos a través del proceso de evapotranspiración, aunque la influencia de las características del cultivo (edad, desarrollo y hábito de crecimiento) así como la disponibilidad de agua en el suelo para las raíces es evidente (7).

En la etapa vegetativa el consumo de agua por los

cultivos se incrementa, mientras que la etapa de floración ocurre cerca y durante el máximo consumo de agua, la etapa de fructificación la cual está acompañada de un decremento en el consumo de agua, hasta el cese de la transpiración durante la formación del fruto seco. La mejor producción se obtiene si el cultivo mantiene una humedad del suelo adecuada durante las etapas vegetativa y de floración (24).

En cuanto a la respuesta de los cultivos a la humedad del suelo se ha llegado a la conclusión que una alta tensión de agua en el suelo, en cualquier momento entre floración y madurez, no es deseable ya que produce un insuficiente uso del agua por el cultivo (15).

El régimen de humedad del suelo es de vital importancia para las plantas, cuando se manejan niveles óptimos de agua en la planta los rendimientos son mayores y cuando se presenta una baja en estos niveles, la capacidad se ve afectada disminuyendo el área foliar y la actividad fotosintética (8).

Estudios realizados nos indican que la producción de semilla se incrementa cuando se mantiene al suelo a una humedad aprovechable de 60%, manteniendo el 70% de humedad aprovechable durante la fase de floración y el 60% de humedad aprovechable en la fase de estado lechoso del grano (30).

En las plantas sometidas a tensión hídrica se van

afectando prácticamente todos los aspectos de su crecimiento, modificando su anatomía, morfología, fisiología y bioquímica. Ejemplo de ello es la fotosíntesis la cual se reduce mediante el cierre de los estomas, disminuyendo el abastecimiento de bióxido de carbono (23).

Los niveles de humedad del suelo en diferentes etapas del ciclo fisiológico del cultivo de trigo si influyen en el rendimiento en grano y de proteína; sin embargo, durante su primera etapa de desarrollo, el cultivo puede someterse a esfuerzos de humedad del suelo relativamente altos y los rendimientos no se ven afectados, sobre todo si en la etapa de floración se dan riegos con más frecuencia (22).

En la Costa de Hermosillo se evaluaron 10 niveles de humedad aprovechable en el suelo antes y después de la floración, en tres variedades y una línea avanzada de garbanzo blanco (Macarena, Surutato, Sonora 80 y L-I-5-15) y los resultados indicaron que al incrementarse los niveles de humedad, aumenta el rendimiento del grano en las cuatro variedades, pero se ve afectado el calibre ya que los tratamientos menos húmedos produjeron granos más grandes (27).

Para el momento de riego y volúmen de agua a aplicar por cualquier método ya sea directo o indirecto es necesario determinar la curva de retención de humedad del

suelo, ya que no es recomendable utilizar una sola curva para todas las texturas (14).

El contenido de la humedad en el suelo se relaciona directamente con el crecimiento de las plantas, siendo la función del agua ser el medio en el cual los gases, minerales y otros nutrientes se desplazan en el interior de la planta, constituyendo la mayor parte del tejido fotosintético activo y esencial en la turgencia de la planta necesaria para la transpiración (9,21).

La producción y productividad de los cultivos puede lograrse mediante el empleo de genotipos que transformen más eficientemente el agua, los nutrientes, la luz y la temperatura, en una cosecha económica y valiosa, tanto en cantidad como en calidad (20).

El principal factor que limita los rendimientos en la agricultura es el agua. Los bajos volúmenes han obligado a buscar nuevas técnicas para utilizar con mayor eficiencia estos recursos. Por lo que respecta al cultivo del trigo, existe en nuestro país un desperdicio considerable de agua.

Tomando en consideración este problema se llevó a cabo un experimento con tres niveles de humedad 20, 40 y 60% correspondiente a la lámina promedio de riego 28.8, 31.2 y 51.2 cm respectivamente, para ver el efecto en el rendimiento en grano por unidad de agua aplicada, obteniéndose el mayor rendimiento bajo humedad aprovechable

del 60%, obteniéndose en el de 20% de humedad aprovechable el rendimiento más bajo (1).

La producción de grano y forraje en trigo se ve fuertemente afectada si no se tienen los niveles adecuados de humedad, teniéndose los mayores rendimientos cuando se mantiene la humedad aprovechable igual o mayor del 50% (25).

La frecuencia de los riegos, las variedades y las densidades de siembra empiezan a sufrir estrés cuando la humedad alcanza un déficit del 50% (24).

Burman y Painter desarrollaron un experimento para determinar cuantitativamente el cambio de color en las hojas con una disminución en el contenido de humedad en el suelo, 0.5, 1, 2, 3 y 4 atmósferas, en la variedad Great Northern, donde las hojas pequeñas presentaron cambios con el incremento en la tensión de humedad en el suelo; el cambio de color fué diferente en cada etapa de desarrollo siendo mayor cuando estaba en etapa de plántula, cuando las plantas estaban en tensiones de dos atmósferas las hojas pequeñas presentaban un color verde oscuro, casi negras (2).

En el cultivo de papa, el máximo consumo de agua disponible en el suelo se puede tolerar hasta un 40-50%, lo cual va a depender de la etapa en que se encuentre el cultivo, siendo más dañino en las etapas de siembra y

floración; el efecto que produce la falta de humedad en el suelo en la fruta de la papa no se corrige totalmente con un nuevo aporte de agua, ya que causa deformación de fruto y su crecimiento se reduce (18).

El cultivo del trigo responde a la humedad del suelo en forma diferente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentre. Su etapa fenológica crítica es la comprendida entre gametogénesis y formación de grano en estado lechoso y la etapa menos exigente es la germinación y la gametogénesis, por lo cual se obtuvieron funciones respuesta para rendimiento de grano y proteína en función a la humedad del suelo, con base en valores óptimos de tensión hídrica del suelo en cada etapa fenológica estudiada. Para rendimiento en grano los valores fueron: 5.61, 1.02 y 1.68 atmósferas, para las etapas vegetativa, floración y madurez, mientras que para rendimiento en proteínas fueron: 3.14, 1.86 y 2.51 atmósferas, para las mismas etapas; o sea que al aplicar niveles óptimos de humedad para producción en grano se reduce 7.29% la producción de proteína y si se aplican los niveles óptimos de humedad para producción de proteína se reduce la producción en grano un 4.8% (13).

El estrés de humedad del suelo es un término introducido por Wadleigh y Ayers (1945) para representar el potencial en el suelo, resultante de todos los factores que

lo afectan a saber: fuerzas gravitacionales, hidrostáticas, matriciales y osmóticas (9).

2.1.6. Respuesta del cultivo de frijol a la humedad del suelo.

Las leguminosas son muy susceptibles al déficit de agua durante los períodos críticos de floración y llenado de vainas, disminuyendo su rendimiento tanto en grano como en número de vainas. La alta sensibilidad de estas plantas se debe a que las leguminosas dejan de producir raíces durante la floración, condición bajo la cual la absorción de agua por las plantas se dificulta, por lo que se recomienda tener niveles adecuados de humedad cuando se presentan estas fases. Cabe señalar que otros estudios indican que estas plantas son muy susceptibles también al exceso de humedad en el suelo (15).

Muchos estudios relacionados con las leguminosas coinciden en que la fase de floración es la que presenta mayor susceptibilidad al déficit hídrico, ocasionando una disminución en el rendimiento cuando no existe disponibilidad de agua en dicho período (17).

Las leguminosas presentan períodos bien definidos de susceptibilidad a sequía. En floración las condiciones de humedad influyen poco si se presentan antes de formación de granos, a menos que se alcancen niveles cercanos al punto de marchitamiento permanente, mientras que en floración y formación de grano, las plantas presentan mayor

susceptibilidad a la deficiencia de humedad en el suelo (28).

Se realizó un trabajo para evaluar tres niveles de humedad aprovechable en el suelo en dos etapas fenológicas, sobre el rendimiento del frijol bajo riego, con el objetivo de determinar un calendario de riego óptimo para el cultivo. Los niveles de humedad aprovechable fueron 10, 25 y 40% desde la siembra a inicio de floración y 30, 40 y 50 en la etapa de floración. Los mejores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos donde la primera etapa se regaba al 25% de humedad aprovechable y posteriormente al 30 y 40%, obteniéndose un rendimiento promedio de 3.4 toneladas por hectárea de grano, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos (12).

En un trabajo donde se evaluaron cuatro niveles de humedad aprovechable, 75%, 50%, 25% y 0%, aplicando los riegos cuando los niveles de humedad en el suelo descendieron hasta los valores indicados, para cada tratamiento y con una lámina que llevará al suelo a capacidad de campo a una profundidad de 30 cm.

La lámina total para cada tratamiento fue:

Tratamiento A = 65.29 cm

Tratamiento B = 60.07 cm

Tratamiento C = 52.09 cm

Tratamiento D = 39.79 cm

Todos los tratamientos resultaron con diferencias altamente significativas.

El mejor fué el de 75% pero no era recomendable porque el número de riegos fué muy elevado (14 riegos), lo cual lo hace impráctico; por lo tanto se recomienda el de 50% que fué el que siguió en rendimiento con seis riegos (3).

Debido al déficit de agua en el suelo en el cultivo del frijol, al presentarse un estrés se presenta una reducción en las tasas tanto de evapotranspiración como de crecimiento, siendo esta proporcional a dicho déficit, ocasionando una reducción en la producción de biomasa (16).

El desarrollo de raíces del frijol es menos afectado que el crecimiento de la parte aérea, bajo un escaso suministro de agua; la extracción de agua por el frijol constituye un proceso dinámico que varía en el desarrollo de la fase vegetativa, con la profundidad del suelo, la cantidad de agua presente en el perfil del suelo y con la concentración de sales (32).

En un experimento se cultivaron plantas de frijol en grandes recipientes en donde las fuerzas de retención de agua en el suelo se hacían variar manteniendo tres series de suelo con valores de tensión en el agua baja, media y alta, regando cuando se había extraído del suelo del 40 al 50%, del 60 al 65% y del 90 al 100%, respectivamente, de la humedad aprovechable. Dentro de cada tensión de agua se

mezclaron una serie de suelos con cuatro proporciones de cloruros de sodio: 0%, 0.1%, 0.2% y 0.4%, haciendo una gráfica con los pesos de las plantas verdes de frijol en cada tratamiento. Al variar la tensión de humedad del suelo se dió una curva uniforme, indicando que la presencia de las sales produce casi el mismo efecto que la sequía natural limitando el desarrollo de las plantas (34).

El contenido de humedad en el suelo en diferentes genotipos se puede considerar una limitante para el desarrollo y producción del cultivo de frijol. Puede señalarse que el frijol de guía consume mayor cantidad de agua que el de mata debido a que tienen mayor área foliar (21).

El potencial de agua en las hojas y en el suelo va a depender de la hora en que se realicen las mediciones, estado fisiológico de la planta y de la zona donde se realice la medición. Tijerina menciona que cuando se mide en la zona de mayor densidad de raíces (en frijol) el potencial de agua se relaciona mejor con respecto al potencial del suelo (35).

Estudios realizados sobre el efecto de varios niveles de humedad en el suelo en el cultivo del frijol han comprobado que los mayores rendimientos se tienen cuando el riego se aplica 0.50 atmósferas, florecando más pronto (2,26).

MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del sitio experimental

El presente trabajo se desarrolló dentro del Campo Agrícola Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (DAG-UNISON).

La ubicación geográfica del lugar es de 29° 00' 52" latitud norte, 111° 07' 56" longitud oeste del meridiano de Greenwich y a una altura sobre el nivel medio del mar de 149 m.

3.2. Características climáticas del lugar

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1981), el clima del lugar corresponde al tipo BW(h')hw, lo cual representa clima seco, semicálido con temperatura media anual mayor de 22 °C, con régimen de lluvias en verano.

A continuación se presentan los valores promedio de los elementos climáticos registrados en la estación agrometeorológica de la institución, la cual cuenta con 11 años en operación.

PARAMETRO	VALOR
Temperatura media anual	23 °C
Temperatura media del mes más frío (enero)	15 °C
Temperatura media del mes más caliente (Agosto)	31 °C
Precipitación media anual	334 mm
Evaporación media anual	2437 mm

Los meses que registran una mayor precipitación son julio, agosto y septiembre, mientras que en los meses de abril, mayo y junio es cuando ocurren las menores precipitaciones.

3.3. Características generales del suelo

Para obtener estas características se tomaron tres muestras dentro del sitio experimental, para el estrato 0-90 cm de profundidad del suelo, a los 30 y 60 cm de profundidad (11).

Textura

El experimento se desarrolló en un suelo de textura franco-arenosa.

Capacidad de campo

Para su obtención se utilizó el método de la olla de presión a $1/3$ de atmósfera.

Punto de marchitamiento permanente

Para su obtención se utilizó el valor de 0.5 de la capacidad de campo.

Densidad aparente

Obtenida con base en cuadros de texturas, el suelo presenta una densidad aparente de 1.5 g/cm^3 .

Los valores obtenidos para las características generales del suelo se presentan en el cuadro 1 del apéndice.

3.4. Labores agronómicas

En la práctica de las diversas labores agronómicas se siguieron las normas sugeridas por la SARH (1984 y 1992), a través del Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO), hoy Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

Cultivar

El cultivo empleado en el presente trabajo fué frijol (Phaseolus vulgaris L.) de los cultivares "pinto" Bill-Z y "azufrado" Mayocoba.

Preparación del terreno

Consistió en un cruce de rastra, para posteriormente hacer el trazo de los surcos y bordos, respectivamente.

Siembra

La siembra se realizó el día 12 de marzo de 1992, en húmedo, en surcos de 80 cm de separación, a una hilera y con sembradora de botes.

Fertilización

Se fertilizó en forma manual al momento de la siembra, utilizando la fórmula 20-30-00 kg/ha, empleándose fósforo diamónico como fuente de nitrógeno y fósforo. Posteriormente, a los 33 días después de la emergencia, se hizo una aplicación de urea como fuente de nitrógeno, utilizando la fórmula 60-00-00 kg/ha.

Malezas

Los deshierbes se hicieron en forma manual a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo en el momento que estos eran requeridos.

Plagas

Para el control de trips, a los 12 días después de la emergencia, fue necesario la aplicación de dimetoato 40, en dosis de 1.0 lt/ha, no habiendo necesidad posterior de aplicación de agroquímicos en virtud de que las plagas que se presentaron no significaron amenaza alguna al cultivo.

Riego

El agua utilizada para efectuar los riegos fue de pozo profundo, tomada de un canal distribuidor ubicado en la parte sur del lote experimental. Para la aplicación del riego se utilizaron sifones de 5 cm de diámetro y los riegos se suspendieron cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica.

Cosecha

La cosecha se llevó a cabo en forma manual cuando el 80% de las vainas presentaban color amarillo.

3.5. Diseño experimental

Para el desarrollo del experimento se utilizó el diseño factorial con tres factores: en un arreglo completamente al azar considerando doce tratamientos, con tres observaciones en cada uno de ellos.

3.6. Factores y niveles de estudio

Los factores de estudio fueron: frecuencias de riego semanal, quincenal y mensual respectivamente, bajo dos densidades de siembra.

Las densidades de siembra que se manejaron fueron; 150,000 y 250,000 plantas por hectárea, para los cultivares Bill-Z y Mayocoba.

3.7. Parcela experimental

La parcela experimental estuvo constituida por seis surcos a 80 cm de separación con 4.0 m de longitud, más 2 m sin sembrar de separación dando una superficie total de 28.8 m².

Como parcela útil se consideraron tres surcos centrales, cosechando la totalidad de los mismos, comprendiendo una superficie de 9.6 m².

3.8 Variables respuesta

Las variables respuesta consideradas en el presente trabajo fueron:

Rendimiento en grano

Peso de 100 granos

Rendimiento en grano

Posterior a la cosecha del frijol en grano se obtuvo su peso en kg/m², para posteriormente obtener el rendimiento en kg/ha.

Peso de 100 granos

Luego de haber obtenido el rendimiento en grano se procedió a determinar el peso de 100 granos en gramos, tomando por triplicado 100 granos de frijol al azar en cada tratamiento.

3.9. Contenido de humedad en el suelo

La determinación del contenido de humedad en el suelo se llevó a cabo siguiendo el método gravimétrico.

Para el muestreo gravimétrico se tomaron por triplicado muestras de suelo a los 30 y 60 cm de profundidad por cultivar y por tratamiento en el estrato de 0-90 cm, cubriendo con ello el área de desarrollo radical del cultivo. Con esto se estudió el comportamiento de la humedad en el suelo durante las diferentes fases del ciclo vegetativo del cultivo.

El muestreo, realizado antes de cada riego, se llevó a cabo con barrenas del tipo espiral de 2.5 cm de diámetro. Las muestras tomadas se depositaban en frascos y se tapaban para evitar la alteración de las lecturas al momento de determinar el contenido de humedad en el suelo, dichas muestras eran llevadas al laboratorio, se pesaban y secaban en una estufa a 110 °C durante 24 horas para nuevamente ser pesadas y con ello determinar el contenido de humedad en el suelo.

3.10. Retención de humedad

Los valores de tensión de humedad en el suelo fueron determinados a partir de la curva de retención de humedad, cuyos modelos se presentan en el cuadro 2 del apéndice (11).

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados de campo

4.1.1. Estimación de tensión.

En el cuadro 3 del apéndice se presentan los valores de tensión de humedad en el suelo antes del riego para el estrato de 0-90 cm, a los 30 y 60 cm de profundidad. Estos valores se presentan por cultivar en las diferentes frecuencias de riego y se muestran gráficamente en las figuras 1,2 y 3 del apéndice.

Al momento de dar el primer riego de auxilio, en las gráficas mencionadas anteriormente, puede apreciarse que el suelo disponia de una aceptable humedad aprovechable proporcionada por el riego de presiembra, la cual se fué perdiendo cuando se iniciaron los tratamientos bajo las diferentes frecuencias de riego.

Para la frecuencia de riego semanal, las diferencias observadas en los valores estimados de tensión se deben en parte a que a nivel parcelario no existió uniformidad en el riego por parte del regador.

La frecuencia de riego en cuanto a la retención promedio de humedad en el suelo y en la profundidad de 0-90 cm, fué de 0.6 atmósferas para la frecuencia de riego semanal y mayor de 2.0 atmósferas para las frecuencias de

riego quincenal y mensual. La tensión de humedad baja en el suelo tiende a incrementar la producción de frijol, mientras que tensiones altas de humedad reducen el rendimiento de esta leguminosa.

4.1.2. Riegos e intervalos de riego

En el cuadro 3 del apéndice se presenta el número de riegos e intervalos de riego por tratamiento, los valores se muestran gráficamente en las figuras 4,5,6 y 7 del apéndice.

El tratamiento con frecuencia de riego semanal fué el que recibió el mayor número de riegos en ambos cultivares, con 9 riegos de auxilio y el de presiembra, siguiéndole el tratamiento con frecuencia de riego quincenal con 4 riegos de auxilio y el de presiembra y posteriormente el tratamiento con frecuencia de riego mensual con 2 riegos de auxilio y el de presiembra.

La frecuencia de riego mensual fué la que presentó un mayor intervalo en el segundo riego de auxilio, lo cual está directamente relacionado con la disponibilidad de agua en el suelo para dicho tratamiento, el cual se caracterizó por una baja disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo.

El día 10 de mayo se registró una lluvia de 4.4. cm la cual influyó en la suspensión del riego, lo cual dió un incremento en el intervalo de riego presentado entre el

cuarto y quinto riego de auxilio para la frecuencia de riego semanal, el segundo y tercer riego de auxilio para la frecuencia de riego quincenal y el primer y segundo riego de auxilio para la frecuencia de riego mensual.

4.2. Respuestas Agronómicas

4.2.1. Rendimiento en grano

En el cuadro 4 del apéndice puede observarse que los rendimientos en grano más elevados se tienen en el tratamiento con frecuencia de riego semanal, en ambos cultivares de frijol, tratamiento en el cual el cultivo se desarrolló bajo condiciones de alto contenido de humedad en el suelo a lo largo del ciclo vegetativo.

El rendimiento más bajo correspondió a la frecuencia de riego mensual, tratamiento en el cual el cultivar de frijol presentó limitantes en disponibilidad de agua a lo largo de todo el ciclo.

En la figura 8 del apéndice se presenta gráficamente el efecto de la frecuencia del riego sobre el rendimiento en frijol.

En dicha figura puede observarse que el cultivar Bill-Z fué el que obtuvo mayor rendimiento bajo la frecuencia de riego semanal.

De acuerdo al análisis estadístico realizado, parte del cual se presenta en los cuadros 5, 6 y 7 del apéndice,

se encontró que existen diferencias significativas tanto en cultivares de frijol como entre frecuencias de riego, así como entre las interacciones: cultivar por frecuencia de riego, cultivar por densidad de siembra y cultivar por frecuencia del riego y densidad de siembra; siendo el Cv. Bill-Z bajo la frecuencia de riego semanal el que presentó mayor rendimiento 1.125 kg/ha, por lo cual se concluye que tanto las frecuencias de riego, en las etapas fenológicas consideradas, como los cultivares, tienen efecto sobre el rendimiento en grano de frijol.

En cuanto a la densidad de siembra y la interacción de frecuencia de riego x densidad de siembra, se encontró que no existe diferencia significativa, lo cual nos indica que la variable densidad de siembra no fué determinante en el rendimiento del frijol en grano.

4.2.2. Peso de 100 granos

Los resultados de ésta variable se presentan en el cuadro 4 del apéndice, en donde nos indica que la frecuencia de riego semanal fué la que presentó mayor peso de 100 granos en ambos cultivares de frijol.

En la figura 9 del apéndice se presenta gráficamente el efecto de la frecuencia del riego sobre el peso de 100 granos de frijol.

En los cuadros 5, 6 y 7 del apéndice se presenta parte del análisis estadístico de ésta variable. El análisis nos

mostró que existen diferencias significativas únicamente entre las frecuencias de riego, en ambos cultivares de frijol, y bajo las dos densidades de siembra. El peso mayor de 100 granos fué para la frecuencia de riego semanal con 34.4, por lo que se concluye que la variable peso de 100 granos depende de la disponibilidad de agua en el suelo en las etapas fenológicas consideradas.

En el caso del cultivar, la densidad de siembra y las interacciones: cultivar x frecuencia de riego, cultivar x densidad de siembra, frecuencia de riego x densidad de siembra y cultivar x frecuencia de riego x densidad de siembra, se encontró que no existen diferencias significativas, lo cual es indicativo que no hubo efecto del cultivar y la densidad de siembra en el peso de 100 granos de frijol.

CONCLUSIONES

5.1. Respuesta a la tensión en el suelo

1. El mayor rendimiento se obtuvo cuando el riego iniciaba bajo una tensión promedio de 0.6 atmosferas.

5.2. Referente al peso de 100 granos

1. La frecuencia de riego afecta significativamente el comportamiento de la respuesta del frijol en el peso promedio de 100 granos, siendo la frecuencia de riego semanal con un peso de 34.4 gr la que presentó el peso más alto.
2. Estadísticamente para los dos cultivares y bajo las dos densidades de siembra, se obtiene el mismo peso promedio en 100 granos. Tanto en cultivares como en densidades no existe diferencia significativa para el peso de 100 granos en frijol.
3. La interacción entre los tratamientos se comporta en forma similar para la variable peso de 100 granos de frijol, no encontrándose interacción en cultivar x frecuencia de riego, frecuencia de riego x densidad de siembra, cultivar x densidad de siembra, cultivar x frecuencia de riego x densidad de siembra.

5.3. Referente al rendimiento en grano

1. El comportamiento de la respuesta del frijol en rendimiento en grano se ve afectado significativamente por la frecuencia de riego.
2. La frecuencia de riego semanal es la que presentó un rendimiento promedio el más alto con 969.2 kg/ha.
3. Para el rendimiento en grano en frijol, el cultivar que presentó el rendimiento promedio más alto fué Bill-2 con 379.3 kg/ha, existiendo diferencias significativas entre cultivares.
4. Estadísticamente bajo las dos densidades de siembra en frijol se obtiene el mismo rendimiento, no existiendo diferencias significativas entre las densidades de siembra de 150,000 y 250,000 plantas/ha.
5. No se encontró interacción frecuencia de riego x densidad de siembra; es decir, la frecuencia de riego en general se comportó en forma similar bajo las diferentes densidades de siembra en frijol.
6. Se encontró interacción cultivar x frecuencia de riego y cultivar x densidad de siembra; es decir, los cultivares en general no se comportan en forma similar, éstos incrementan su producción al reducir la frecuencia de riego e incrementar la densidad de siembra en frijol.

siendo el cultivar Bill-Z con 1.1 ton/ha el que presentó mayor rendimiento en grano.

6. Se encontró interacción cultivar x frecuencia de riego x densidad de siembra; es decir, el comportamiento de la respuesta del frijol en rendimiento en grano se ve afectado significativamente por el cultivar, la frecuencia de riego y la densidad de siembra, siendo el cultivar Bill-Z bajo la frecuencia de riego semanal y con densidad de siembra de 250,000 plantas/ha el que presentó un rendimiento promedio más alto, el cual fué de 1.3 ton/ha.

BIBLIOGRAFIA

1. Aceves, E y R. Fernández. 1974. Trigo (*Triticum vulgare* L.) cultivado en surcos con el objetivo de determinar el calendario de riego óptimo para el cultivo de trigo en Aguascalientes. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. p. 84.
2. Beukeman, P. and I. Van Deer Zaag. 1979. Some factors and fact. Potato improvement international agriculture center, Wageninge, Netherland. p. 38-39.
3. Carrillo, R. 1964. Aplicación del riego a distintos porcentajes de humedad en el cultivo del trigo. Tesis. Universidad de Sonora, Escuela de Agri-Gan, Hillo., Son. México. p. 6.
4. Chávez, M. 1984. Evaluación de 8 variedades de frijol en verano en la región de Duchuta, municipio de Fronteras Sonora. Reporte técnico (inedito) archivo CIANO-INIA-SARH.
5. Flores, A. 1975. Calendario de riegos de frijol en siembra de primavera-verano en la comarca lagunera. En resúmenes analíticos sobre el frijol. Vol. IC, CIAT (Centro Internacional en Agricultura Tropical) 1979. Colombia. p. 68.
6. García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación del Köppen. UNAM. México.
7. Gurovich, L.A. 1985. Fundamentos de diseño de sistemas de riego. IICA. Costa Rica.
8. Estados Unidos de América. 1980. Relación entre suelo-planta-agua. Servicio de conservación de suelos. Departamento de Agricultura de E.U.A. Diana. 5ta. reimpresion. p. 29,80,90.
9. James, S. 1989. Las plantas y el agua. Edit. Omega. México. p. 70-71.
10. Koinor, G. y Vitkov, M. 1976. Effect and interaction and fertilizer on chickpla. Soils and fertilizers. 40(10):5840. E.U.A.
11. López, J., J. Guerrero y A. Serrano. 1992. Condiciones de humedad en el suelo y su efecto en la producción

- de frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo condiciones de la Costa de Hermosillo. Reporte de Investigación. Universidad de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería. México.
12. López, C. y A. Larque. 1980. Efecto del déficit hídrico en 2 materiales de frijol (Phaseolus vulgaris L.) durante la etapa vegetativa de crecimiento. México. p. 418-419.
 13. Maritano, R. y E. Palacios. 1982. Respuesta del cultivo de trigo (Triticum vulgare L.) a variaciones de humedad en el suelo en diferentes etapas de crecimiento. Agrociencia. Edición especial. Chapingo, México. p. 87.
 14. Olivas, J. 1990. Determinación de las curvas de retención de humedad del suelo para 10 texturas diferentes en el rango de 10 a 100 centibar del potencial métrico. Tesis. Universidad de Sonora, Escuela de Agri-Gan, Hillo, Son. México. p. 22.
 15. Padilla, S. 1985. Influencia de tres niveles de humedad aprovechable en dos etapas fenológicas sobre el rendimiento de frijol de riego en Aguascalientes. SARH. México. p. 84.
 16. Palacios, E. 1984. Relación entre el contenido de humedad del suelo, la evapotranspiración y producción de biomasa en frijol. Terra. Órgano Oficial de Divulgación de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Año 2. Núm. 2. México.
 17. Palacios, E. 1978. Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
 18. Palacios, E. y A. Martínez. 1978. Respuesta en el rendimiento de los cultivos a diferentes niveles de humedad. Colegio de Posgraduados. Centro de Hidrociencias. Chapingo, México. p. 149.
 19. Robles, R. 1975. Producción de granos y forrajes. Limusa. México. p. 554-555.
 20. Rodríguez, C. 1989. Análisis de crecimiento y tasa de eficiencia térmica de cuatro cultivares de girasol (Heliantus annuus L.). Memorias de la Segunda Reunión Nacional de Agroclimatología. UACH, México.
 21. Rodríguez, C. y A. Larque. 1988. Análisis de crecimiento y tasa de uso de agua en cuatro cultivares de frijol. Chapingo, México. p. 410.

22. Rodríguez, C. y E. Palacios. 1982. Efecto de la tensión de la humedad del suelo sobre tres etapas fenológicas del cultivo de trigo (Triticum vulgare L.) Agrociencia. Edición especial. Chapingo, México. p. 117.
23. Rojas, E. 1977. Relaciones hidricas de las plantas. Serie suelos y clima. no. SC-22. CIDIAT, Venezuela.
24. Romero, M. 1987. Respuesta de la cebada (Hordeum vulgare L.) en variaciones de humedad en el suelo en diferentes etapas de crecimiento. Colegio de Posgraduados. Centro de Hidrociencias. Chapingo, México. p. 130.
25. Rosas, A. 1966. Efecto de la humedad del suelo y la fertilización con nitrógeno en el rendimiento y calidad del trigo (Triticum vulgare L.) Tesis. Universidad de Sonora. Escuela de Agri-Gan. México. p. 41.
26. Santos, G. et. al. 1980. Producción de papa. edit. Albatros. Buenos Aires. Rep. Argentina. p. 11, 13, 14.
27. Salassier, B. 1970. Efecto de niveles de agua en el suelo en la producción de frijol (Phaseolus vulgaris L.). En: resúmenes analíticos sobre el frijol (Phaseolus vulgaris L.) vol. 5. CIAT. Colombia. p. 68.
28. Salter, J. and E. Goode. 1967. Crop responses to water at different stages of growth. Commonwealth Agricultural. USA.
29. SARH. 1984. Guía para la asistencia técnica agrícola area de influencia del Campo agrícola experimental Costa de Hermosillo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.
30. SARH. 1990. Guía para cultivar frijol en el norte de Sonora. Intituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Folleto para productores No. 2 Ciudad Obregon, Sonora, México.
31. SEP. 1983. Frijol y chícharo. Manuales para la educación agropecuaria. Area producción vegetal 12. Trillas. México.
32. Sharma, C. and J. Mohan. 1974. Response of gram varieties to irrigation. Soils and fertilizer. 39(4):6028.

33. Smith, J. 1980. The effect of irrigation frequency and seed rot on yield of main potatoes from poaty soils. vol. 6(4):204.
34. Tosso, J. 1988. Relaciones hídricas del poroto (Phaseolus vulgaris L.). Extracción de agua del suelo bajo diferentes regimenes de agua aplicada. Agricultura Técnica. Vol. 48. num. 3. Chile.
35. Tijerina, L. 1978. Relación entre potencial de agua en las hojas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y potencial de agua en el suelo. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. Centro de Hidrociencias Chapingo, México.
36. Thorne, W. y B. Peterson. 1984. Técnica de riego. edit. CECSA. México. p. 74-75.

A P E N D I C E

Cuadro 1. Valores de las constantes de humedad, densidad aparente y textura del sitio donde se desarrolló el experimento.

PROFUNDIDAD (cm)	CC (%)	PMP (%)	DA (g/cm ³)	TEXTURA
30	14.7	7.3	1.5	Franco arenoso
60	14.6	7.3	1.5	Franco arenoso

CC es la capacidad de campo.

PMP es el punto de marchitamiento permanente.

DA es la densidad aparente.

Cuadro 2. Modelos de tensión de humedad en el suelo en función del contenido de humedad en el suelo para un suelo de textura franco arenosa.

PROFUNDIDAD (cm)	MODELO MATEMATICO	R ²
30	$T=2385.277986*Ps^{-3.30228}$	0.9686
60	$T=558.9204499*Ps^{-2.77227}$	0.9391
0-90	$T=920.1783*Ps^{-2.94605}$	0.9311

T es la tensión de humedad en el suelo expresada en atmósferas.

Ps es el contenido de humedad en el suelo expresada en tanto por ciento.

Cuadro 3. Riegos aplicados, intervalo de riego y valores de tensión al momento del riego, en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, en la Costa de Hermosillo en 1992.

CULTIVAR	FRECUENCIA DE RIEGO	NUMERO DE RIEGOS Y VALORES DE TENSION									
		NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bill-Z	Semanal	NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		IR	30	13	7	7	12	7	7	7	7
		T30	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.3	0.7	0.6
		T60	0.4	0.4	1.0	0.3	0.3	0.5	1.0	>2	1.1
	Quincenal	NR	1	2	3	4					
		IR	30	20	26	14					
		T30	0.3	>2	>2	>2					
		T60	0.3	>2	>2	>2					
	Mensual	NR	1	2							
		IR	30	60							
		T30	0.3	>2							
		T60	0.3	>2							
Mayocoba	Semanal	NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		IR	30	13	7	7	12	7	7	7	7
		T30	0.3	0.3	0.5	0.5	0.8	0.4	0.4	0.5	0.4
		T60	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.8	0.9	0.4
	Quincenal	NR	1	2	3	4					
		IR	30	20	26	14					
		T30	0.3	>2	>2	>2					
		T60	0.4	0.4	>2	>2					
	Mensual	NR	1	2							
		IR	30	60							
		T30	0.3	>2							
		T60	0.4	>2							

NR Representa el número de riegos de auxilio aplicados.

IR Representa el intervalo de riego.

T Representa la tensión en el suelo al momento de riego a las profundidades de 30 y 60 cm de profundidad.

Cuadro 4. Respuestas agronómicas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cv. Bill-Z y Mayocoba, en la Costa de Hermosillo en 1992.

CULTIVAR	FRECUENCIA DE RIEGO	DURACION DEL CICLO VEGETATIVO (DIAS)	PESO DE 100 GRANOS (g)	RENDIMIENTO (kg/ha)
BILL-Z	Semanal	103	33.88	1124.74
	Quincenal	98	16.65	13.16
	Mensual	*	0.0	0.0
MAYOCOBA	Semanal	96	35.07	735.81
	Quincenal	91	18.8	19.87
	Mensual	*	0.0	0.0

* No se obtuvo información por no existir formación de vainas.

NOTA: El inicio del ciclo se consideró a partir de la emergencia.

Cuadro 5. Prueba de Duncan (al 5%) para las variables respuesta consideradas en el estudio del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo diferentes frecuencias de riego, en la Costa de Hermosillo en 1992.

VARIABLE RESPUESTA	FRECUENCIA DE RIEGO	VALOR	DUNCAN (5%)
Peso de 100 granos	Semanal	34.4 g	A
	Quincenal	17.5 g	B
	Mensual	0.0	C
Rendimiento	Semanal	969.2 kg/ha	A
	Quincenal	15.8 kg/ha	B
	Mensual	0.0	B

Cuadro 6. Prueba de Duncan (al 5 %) para las variables respuesta consideradas en el estudio del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, en la Costa de Hermosillo en 1992.

VARIABLE RESPUESTA	CULTIVAR	VALOR	DUNCAN (5%)
Peso de 100 granos	Bill-Z	16.8 g	A
	Mayocoba	15.4 g	A
Rendimiento	Bill-Z	379.3 kg/ha	A
	Mayocoba	215.9 kg/ha	B

Cuadro 7. Prueba de Duncan (al 5%) para las variables respuesta consideradas en el estudio del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo diferente densidad de siembra en la Costa de Hermosillo en 1992.

VARIABLE RESPUESTA	DENSIDAD DE SIEMBRA	VALOR	DUNCAN (5%)
Peso de 100 granos	150,000 Plantas/ha	17.2 g	A
	250,000 Plantas/ha	15.2 g	A
Rendimiento	150,000 Plantas/ha	346.4 kg/ha	A
	250,000 Plantas/ha	269.3 kg/ha	A

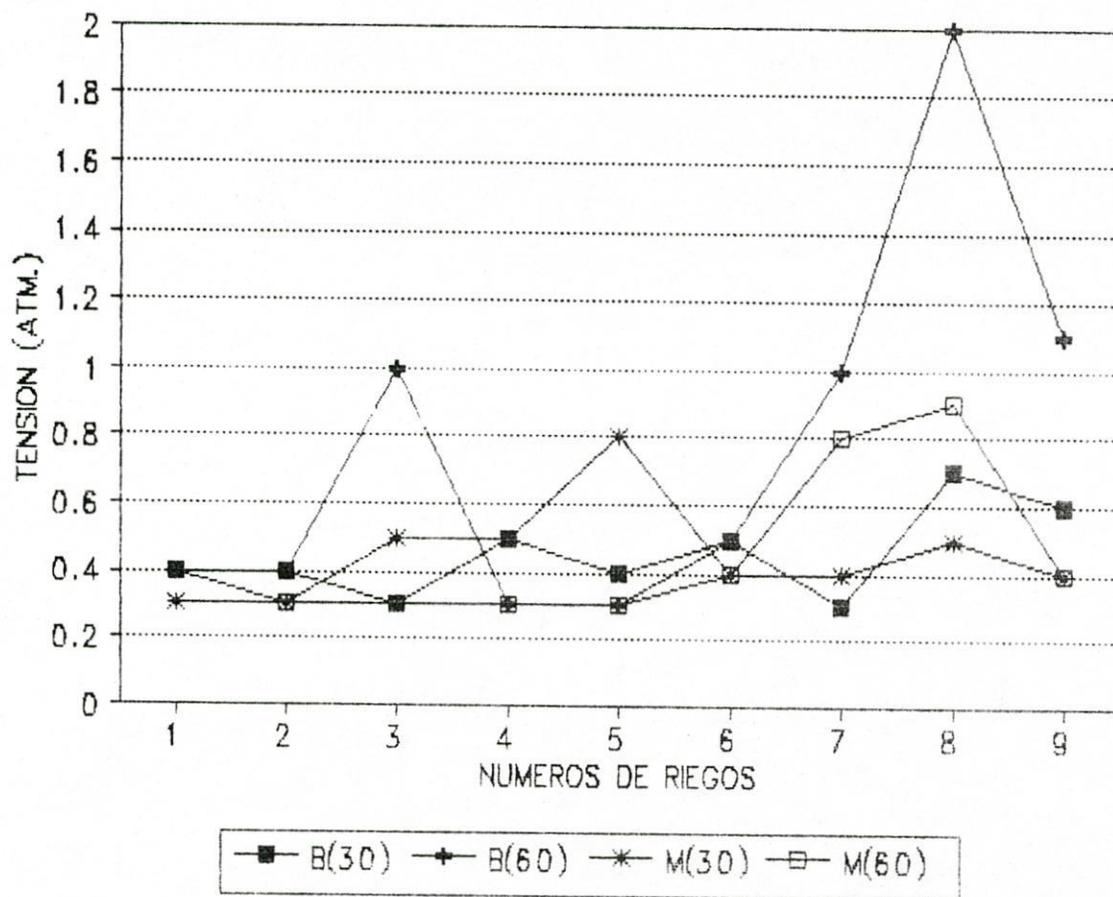


Figura 1. Tensión (atm) registrada antes del riego para el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo frecuencia de riego semanal, para la Costa de Hermosillo en 1992.

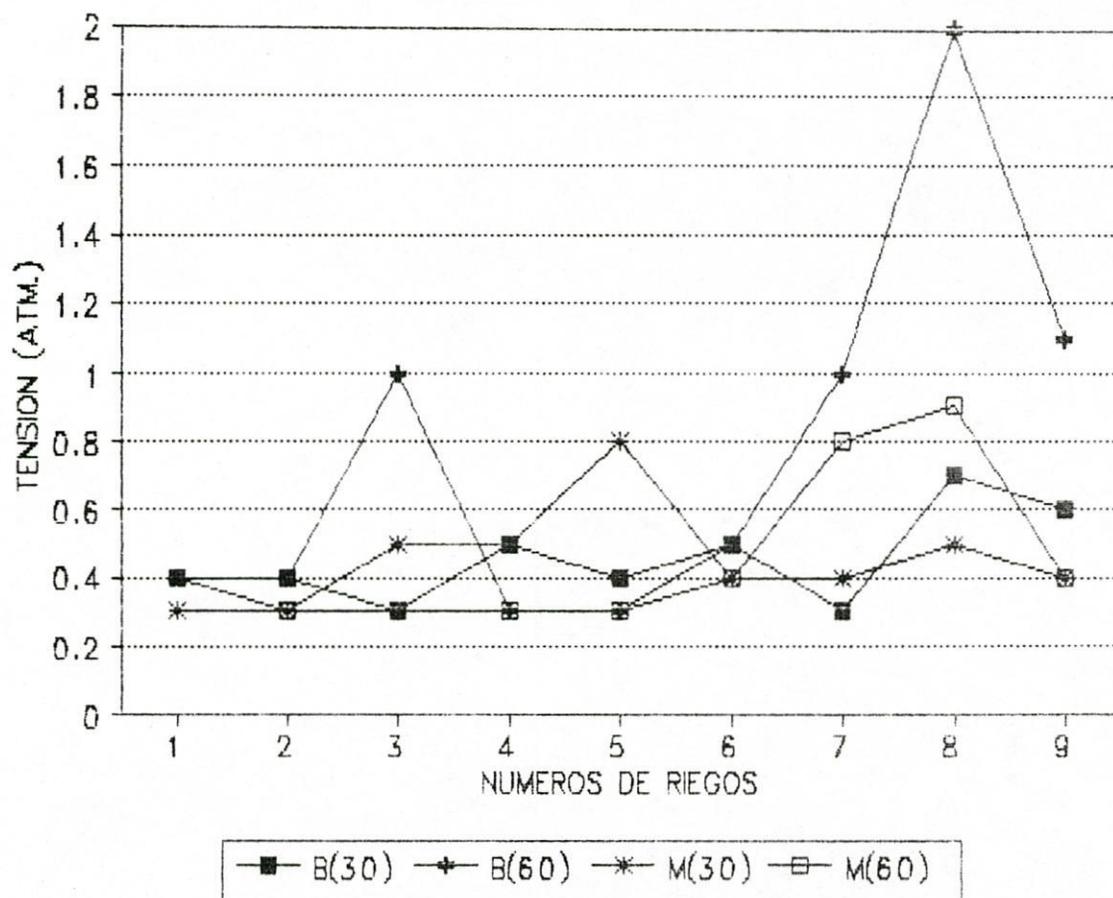


Figura 1. Tensión (atm) registrada antes del riego para el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo frecuencia de riego semanal, para la Costa de Hermosillo en 1992.

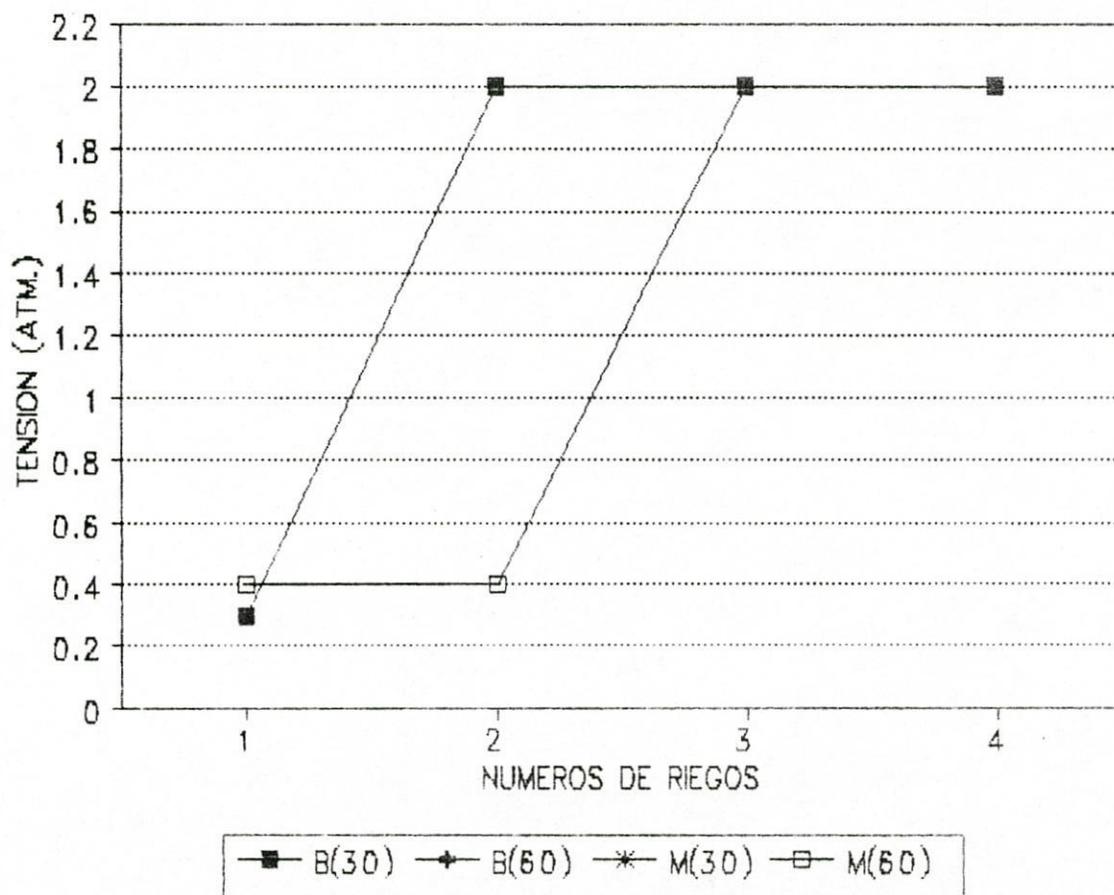


Figura 2. Tensión (atm) registrada antes del riego para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego quincenal, para la Costa de Hermosillo en 1992.

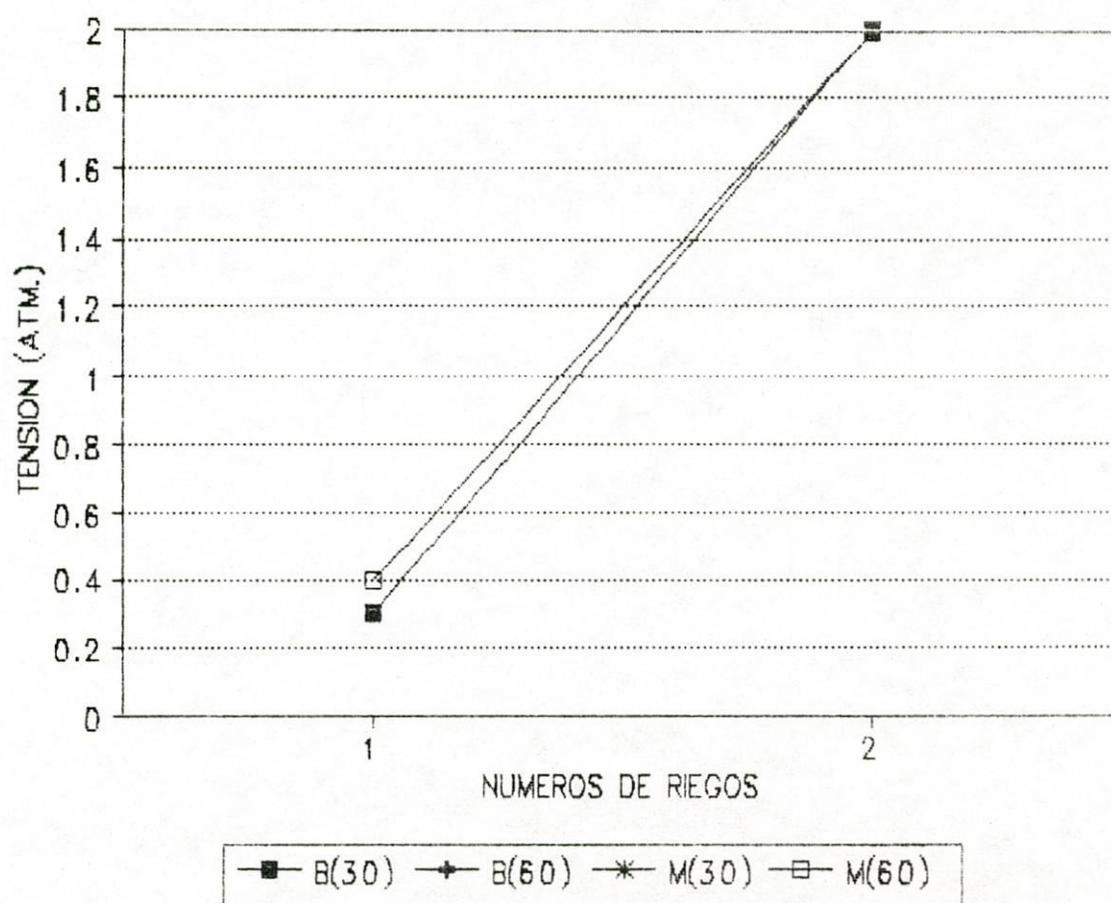


Figura 3. Tensión (atm) registrada antes del riego para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego mensual, para la Costa de Hermosillo en 1992.

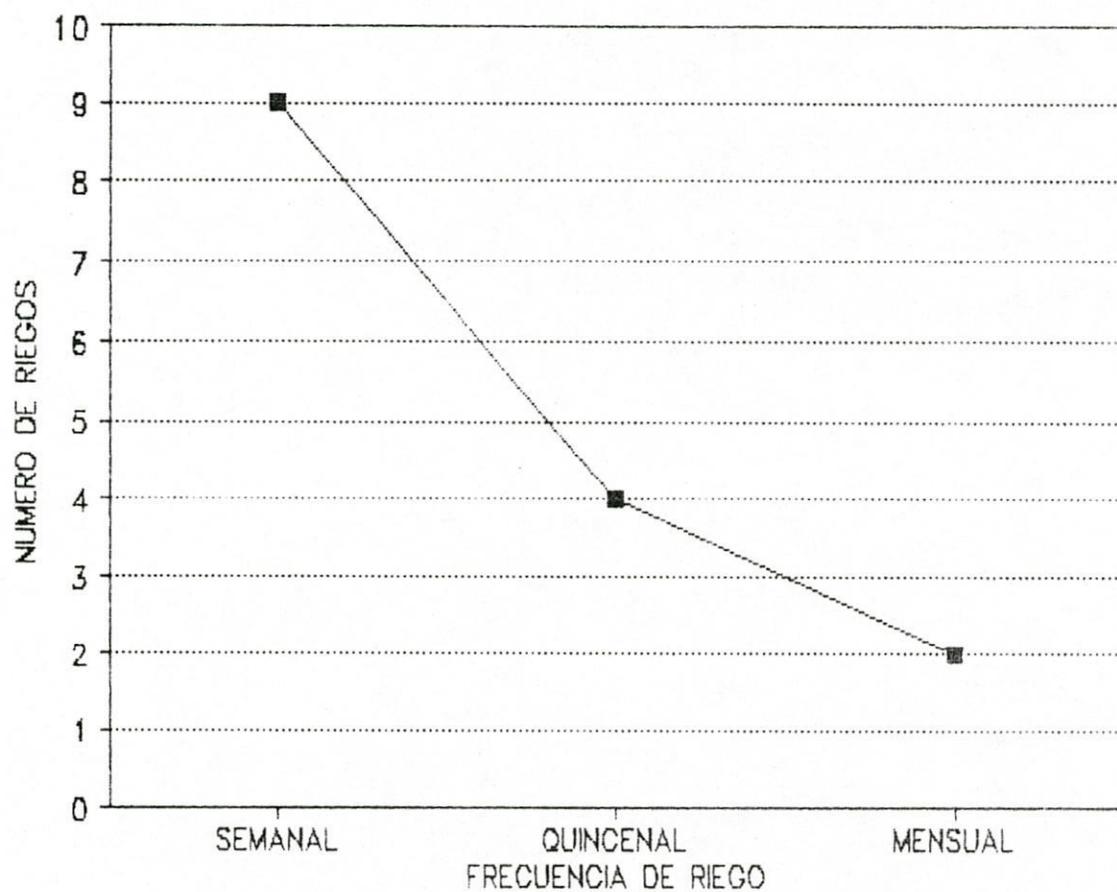


Figura 4. Efecto de la frecuencia de riego en el número de riegos de auxilio aplicados al cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, para la Costa de Hermosillo en 1992.

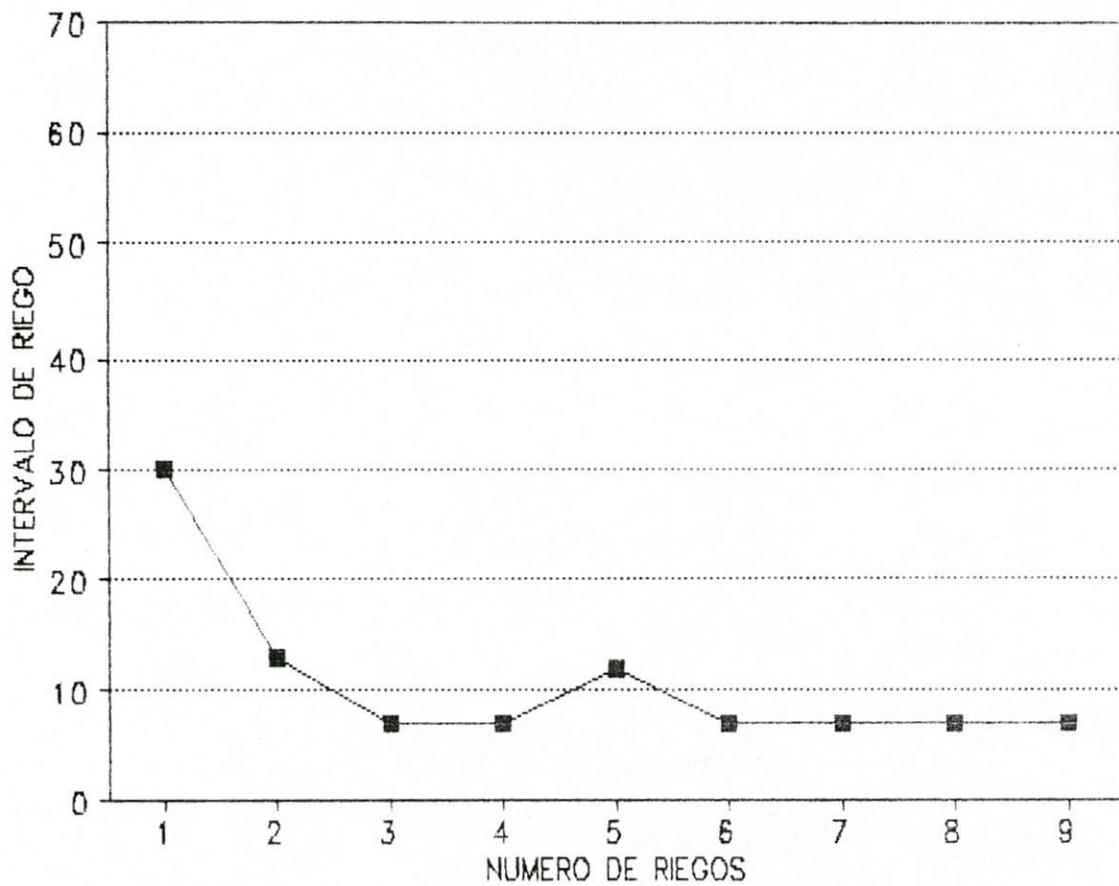


Figura 5. Efecto de la frecuencia de riego en el intervalo de riego en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego semanal, para la Costa de Hermosillo en 1992.

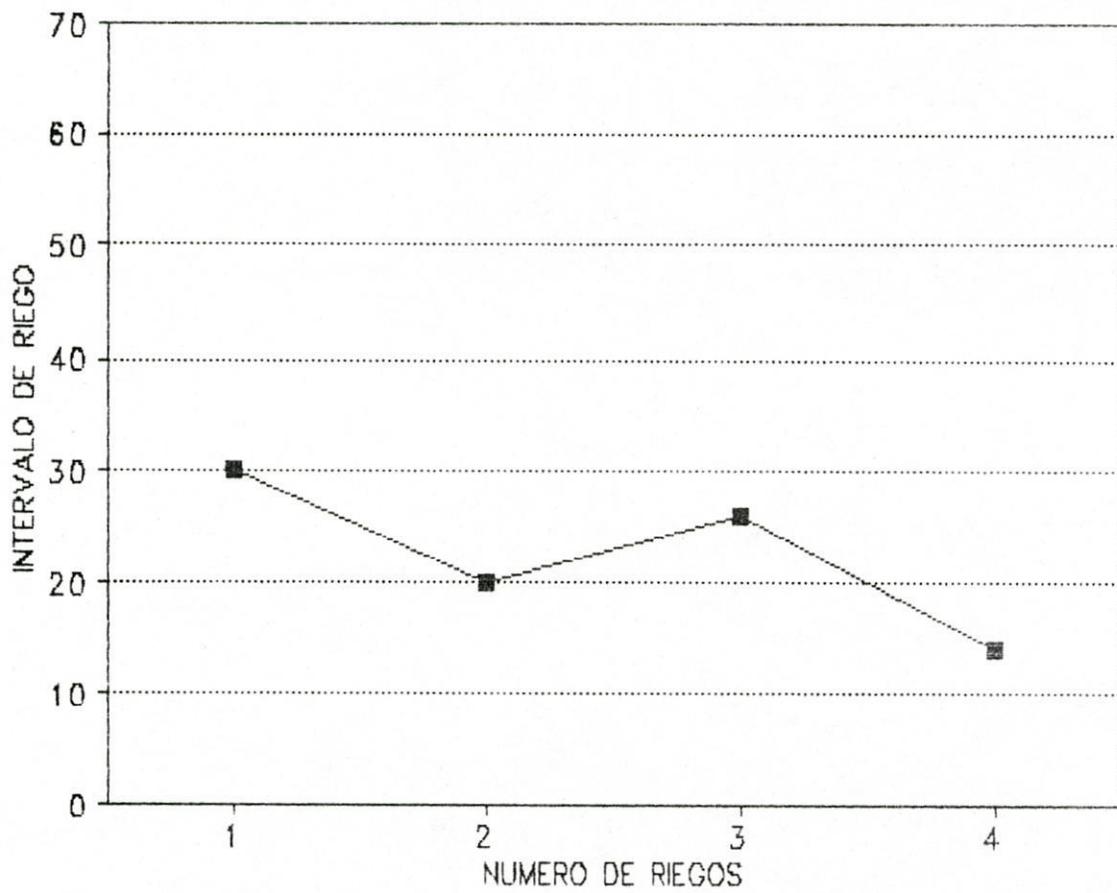


Figura 6. Efecto de la frecuencia de riego en el intervalo de riego en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego quincenal, para la Costa de Hermosillo en 1992.

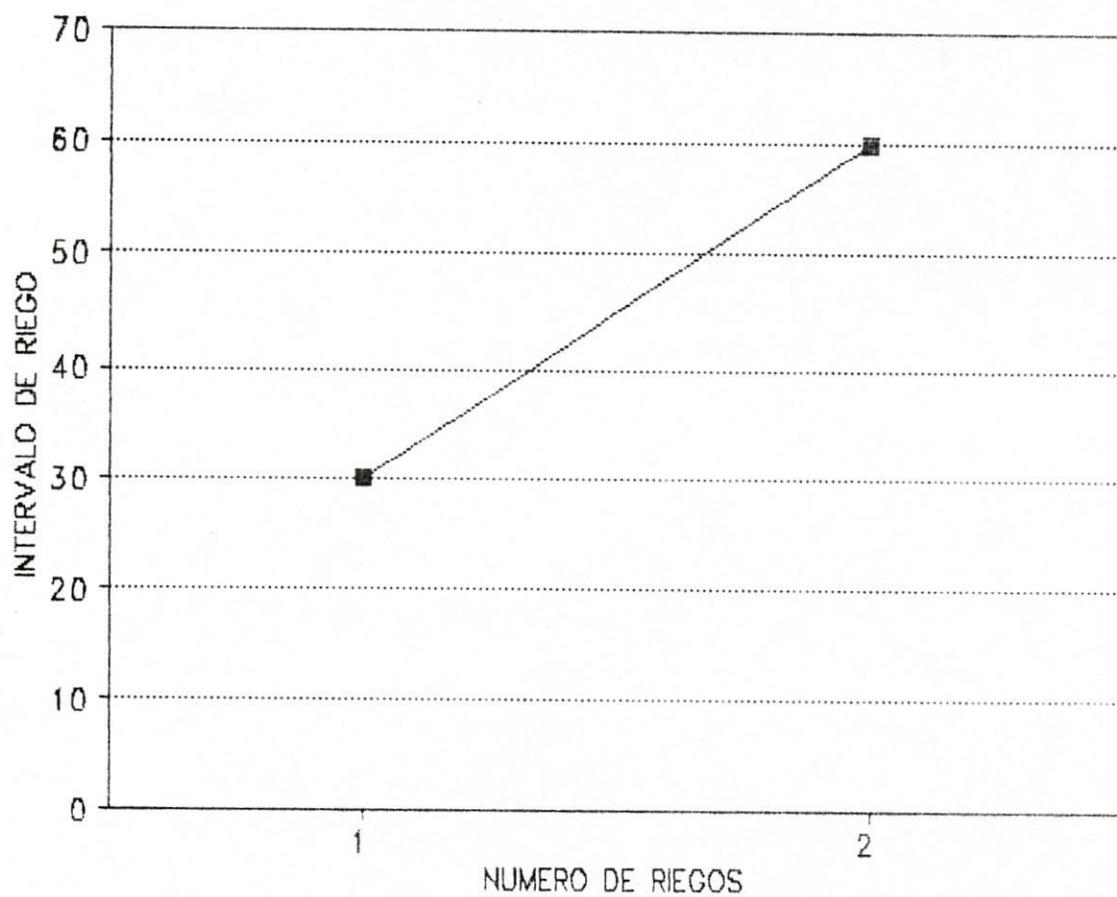


Figura 7. Efecto de la frecuencia de riego en el intervalo de riego en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, bajo la frecuencia de riego mensual, para la Costa de Hermosillo en 1992.

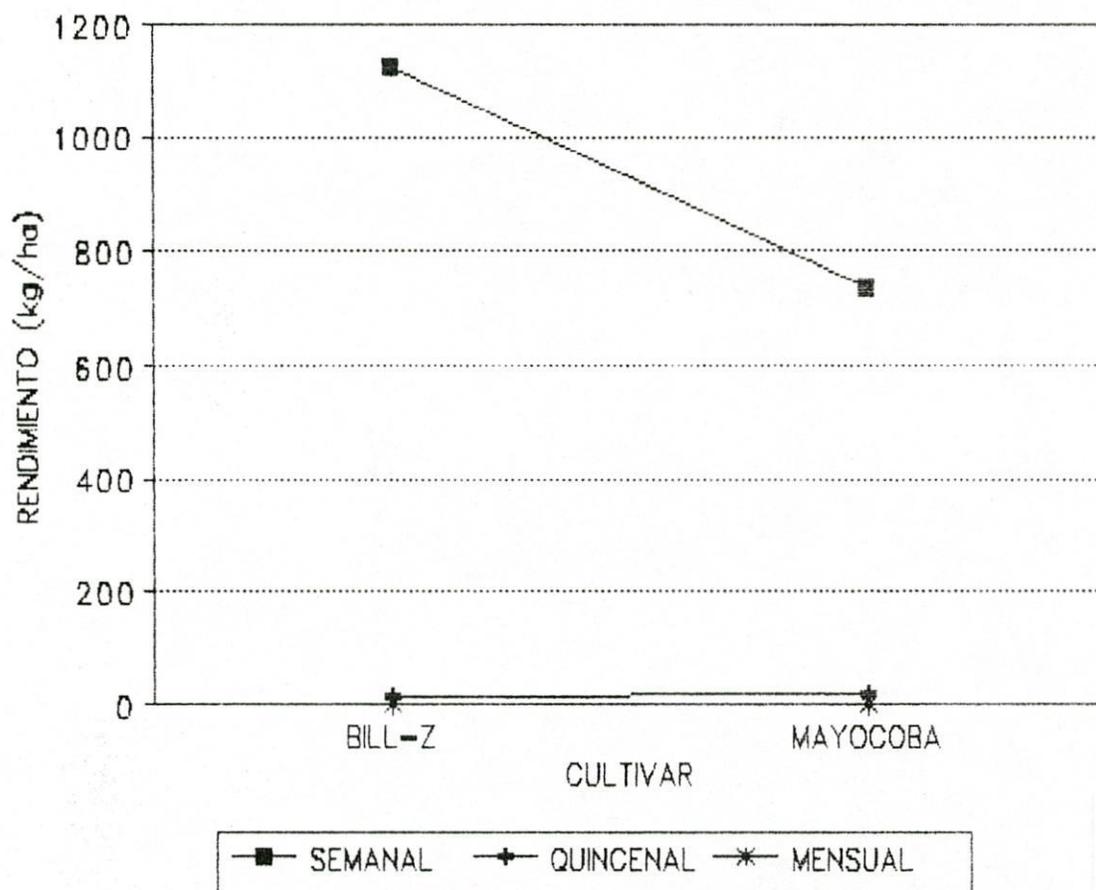


Figura 8. Efecto de la frecuencia de riego sobre el rendimiento (kg/ha) de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, para la Costa de Hermosillo en 1992.

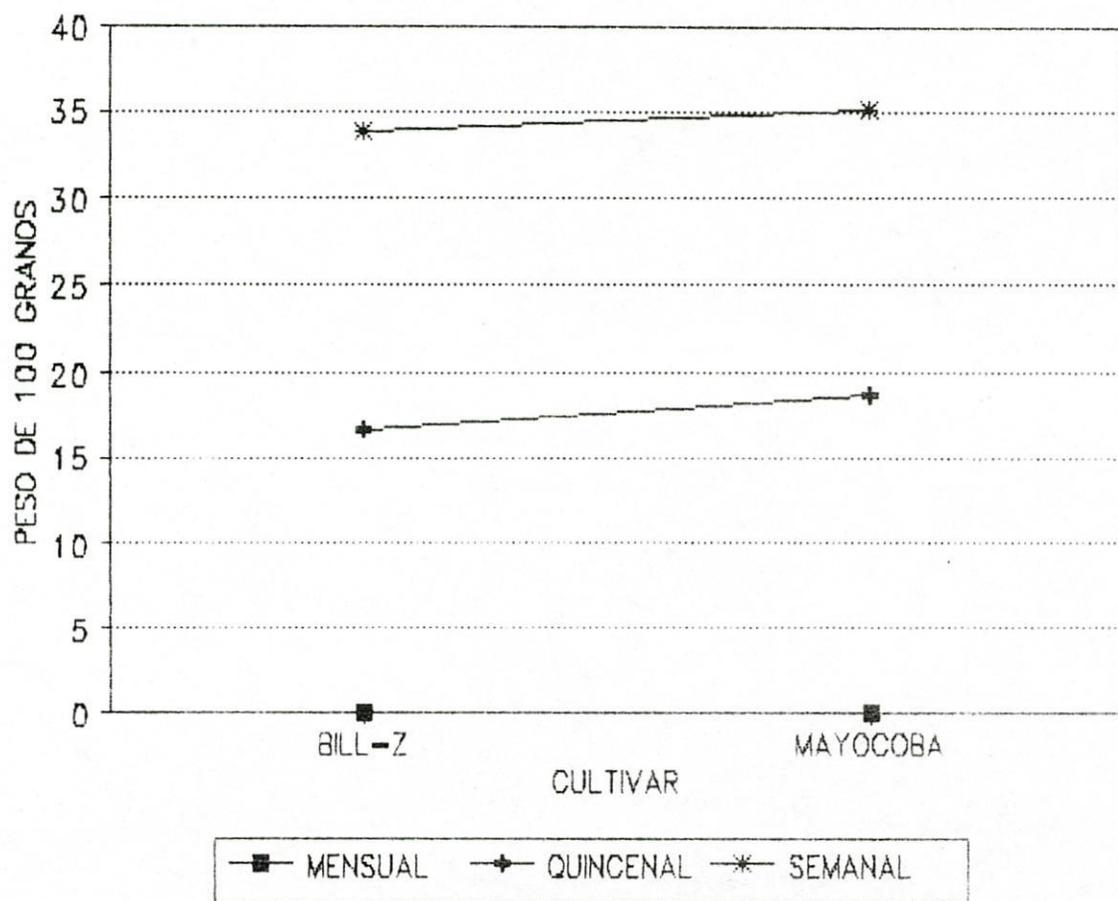


Figura 9. Efecto de la frecuencia de riego sobre el peso de 100 granos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cvs. Bill-Z y Mayocoba, para la Costa de Hermosillo en 1992.