

## DISTRIBUCION DE RIEGO POR ETAPAS DE DESARROLLO EN FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.).

José J. Rodríguez R.\*

Carlos A. Chaves F.\*\*

Rodolfo Araya V.\*\*\*

Juan Carlos Rivera G.\*\*\*\*

### ABSTRACT

Irrigation distribution at different development stages of bean (Phaseolus vulgaris L.). The effect of three irrigation distributions was studied at different stages of development of the Mexico-80 bean (Phaseolus vulgaris L.) cultivar, from January 19<sup>th</sup> through April 5<sup>th</sup> 1984, at the Fabio Baudrit Experimental Station of the University of Costa Rica.

A randomized complete block experimental design with six replications was used. The treatments, according to the 1983 - International Center of Tropical Agriculture (CIAT) nomenclature, were:

- A. Irrigation at development stages V0, V2, V4, R6 and R7-R8
- B. Irrigation at development stages V0, V2, V3-V4, R5-R8 and
- C. Irrigation at development stages V0, V2, R5, R7 and R8.

The experimental unit consisted of three 70 m long rows, spaced at 0.60 m. The middle row (42 m<sup>2</sup>) was taken as the useful plot.

The irrigation treatments affected the grain yield. The B treatment yielded the highest, providing better covering at the vegetative and pre-blooming stages.

### INTRODUCCION

La mayoría de los cultivos presentan una etapa de su ciclo fenológico en que muestran mayor susceptibilidad a la falta de agua, lo cual se manifiesta en una marcada disminución de los rendimientos. Esta etapa se conoce como período crítico de riego y su identificación es muy importante para la orga-

\*Extracto de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor al Centro Regional de Occidente, Universidad de Costa Rica.

\*\*Jefe del Distrito de Riego Itiquís, Servicio Nacional de Riego y Avenamiento. Alajuela, Costa Rica.

\*\*\*Programa de Leguminosas de Grano. Estación Experimental Fabio Baudrit M. Apdo 183-4050 Alajuela, Costa Rica.

\*\*\*\*Sección de Extensión Agrícola. Distrito de Riego Río Itiquís.

nización de los programas de riego a nivel operacional.

Los periodos críticos de riego mas importantes en frijol corresponden a los estados de: a) Primera hoja trifoliada, b) Inicio de la primera floración y c) Formación de vainas (Doorembos; Kassam, 1980; Dubetz, Mahalle, 1969; Magalhaes; Millar, 1979; Robins, Domingo 1956; Tosso, 1974): Con base en estos periodos y de acuerdo con los resultados de investigación de riego restringido en frijol obtenidos por Acosta y Manjarrez (Congreso Agronómico Nacional, 4°, 1980), se realizó un experimento en el que se determinaron rendimientos con cinco cultivares de frijol entre 3,0 y 3,5 t/ha con cinco riegos distribuidos fenológicamente (Rivera, 1982). Sin embargo no se determinó, cuáles de estas etapas fueron periodos críticos.

El objetivo de esta investigación fue determinar cuáles etapas de desarrollo del frijol son más susceptibles a la deficiencia de agua, con base en tres distribuciones de riego.

#### MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó del 19 de enero al 5 de abril de 1984 en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., en un suelo clasificado como Thapto Udertic-Dystrandept. En el Cuadro 1, se presentan las características físicas del suelo.

CUADRO 1. Características físicas del suelo experimental.

Características del suelo	HORIZONTE**		
	A <sub>p</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>
Profundidad (cm)	0,25	25-36	36-75
Arena (%)	51,0	61,0	57,0
Arcilla (%)	8,8	3,8	2,8
Limo (%)	40,2	35,2	40,2
Textura	franco	FA	FA
1/10 atmósfera	88,0	93,4	97,0
15 atmósfera	45,0	36,0	33,1
Densidad aparente	0,93	0,81	0,81
Porosidad (%)	52,5	60,4	58,4

\*\*Nomenclatura de horizontes (FAO, 1974)

Los tratamientos fueron tres tipos de distribución de riegos durante el ciclo fenológico, los cuales se muestran en el Cuadro 2.

CUADRO 2. Distribución de los riegos por tratamiento, Alajuela, 1984.

Etapa de desarrollo	TRATAMIENTOS			Días después de la siembra
	A	B	C	
V0*Germinación	x	x	x	2
V1 Brotación				
V2 Hojas primarias	x	x	x	11
V3 Primera hoja trifoliada		x		21
V4 Tercera hoja trifoliada	x			24
R5 Prefloración		x	x	31
R6 Floración	x			37
R7 Formación de vainas	x			50
R8 Llenado de vainas		x	x	51
R9 Maduración				

x = Riego

\*Nomenclatura del Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982.

Para lograr uniformidad en la brotación, la parcela experimental se mantuvo con una cantidad de agua cercana a la capacidad de campo. Se utilizó el riego superficial por surcos. De acuerdo con la característica de infiltración del suelo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1980) se estableció un tiempo de riego de 3 horas, suficiente para llevarlo hasta la capacidad de campo.

Las láminas de agua consumidas y de reposición, para una profundidad de 0,50 m, se midieron de acuerdo con los porcentajes de humedad del suelo determinados por el método gravimétrico.

Se determinó el coeficiente biológico ( $K_c$ ) según la ecuación:

$$K_c = \frac{UC}{ETP}$$

donde,

UC = Uso consuntivo medido en términos de lámina según el método gravimétrico.

ETP = Evapotranspiración potencial, estimada con el método de Blaney y Criddle (Castilla, 1965).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis repeticiones. Se empleó el cultivar México 80-R, tipo II, de semilla roja. La unidad experimental consistió de tres hileras distanciadas a 0,60 m y de 70 m de longitud; como parcela útil se consideró la hilera central (42 m<sup>2</sup>).

La siembra se efectuó el 19 de enero de 1984 en lomillos distanciados a 0,60 m y 0,05 m entre semillas.

La fertilización se realizó a la siembra al fondo del surco con 270 kg/ha de la fórmula comercial 10-30-10.

El control de malas hierbas se realizó tres días después de la siembra con la mezcla de pendimetalina + dinitro a razón de 0,75 + 1,5 kg de i.a. por hectárea.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento en grano al 10% de humedad en la parcela útil (42 m<sup>2</sup>); índice de cosecha, peso de 100 granos, altura de la planta, número de granos en 20 plantas y porcentaje de humedad y materia seca con base en 20 plantas seleccionadas al azar cada cinco días, a partir de doce días después de la floración hasta la cosecha.

### RESULTADOS

Hubo diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre distribuciones de riego para el rendimiento en la parcela útil. Las demás variables no se afectaron significativamente (Cuadro 3).

CUADRO 3. Valores promedio del rendimiento y otros caracteres agronómicos bajo tres distribuciones de riego. Alajuela, 1984\*.

Variable	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
Rendimiento (kg/42 m <sup>2</sup> )	3,06 <sup>b</sup>	3,54 <sup>a</sup>	2,90 <sup>b</sup>
Vainas por planta	6,21 <sup>a</sup>	6,78 <sup>a</sup>	5,78 <sup>a</sup>
Semillas/20 plantas	587,00 <sup>a</sup>	612,83 <sup>a</sup>	532,67 <sup>a</sup>
Peso de 100 semillas	19,50 <sup>a</sup>	19,46 <sup>a</sup>	19,37 <sup>a</sup>
Altura de planta	28,32 <sup>a</sup>	30,04 <sup>a</sup>	29,34 <sup>a</sup>
Índice de cosecha	0,59 <sup>a</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,57 <sup>a</sup>

\*Promedios con las mismas letras para una misma variable son estadísticamente iguales (Tukey,  $P \leq 0,05$ ).

Los valores totales de uso consuntivo fueron 33,41; 34,61 y 34,68 cm para los tratamientos A, B y C respectivamente (Cuadros 2, 4, 5 y 6).

Los valores globales de coeficiente biológico ( $K_c$ ) fueron 0,43; 0,45 y 0,45 respectivamente para los tratamientos A, B y C (Cuadros 2 y 7).

CUADRO 4. Valor parcial y global del uso consuntivo para el tratamiento A\*. Alajuela, 1984.

Edad del cultivo (días)	HUMEDAD DEL SUELO		Lámina consumida (cm)	Lluvia efectiva (cm)	Lámina total (cm)
	Después del riego (%)	Antes del riego (%)			
2	42,02	32,05	5,93	0	5,93
11	41,35	24,57	7,01	0	7,01
24	38,73	27,31	6,79	0,70	7,49
37	37,19	27,00	6,06	1,83	7,89
50	35,56	27,00	5,09	0	5,09
Uso consuntivo					33,41

\*Riego en las etapas de desarrollo V0, V2, V4, R6 y R7

CUADRO 5. Valor parcial y global del uso consuntivo para el tratamiento B\*. Alajuela, 1984.

Edad del cultivo (días)	HUMEDAD DEL SUELO		Lámina consu- mida (cm)	Lluvia e- fectiva (cm)	Lámina total (cm)
	Después del riego (%)	Antes del riego (%)			
2	42,02	32,05	5,93	0	5,93
11	41,35	30,68	6,35	0	6,35
21	40,25	28,20	7,17	0	7,17
31	36,74	26,01	6,38	2,73	9,11
51	36,18	26,01	6,05	0	6,05
Uso consuntivo total					34,61

\*Riego en las etapas de desarrollo V0, V2, V3, R5 y R8

CUADRO 6. Valor parcial y global del uso consuntivo para el tratamiento C\*. Alajuela, 1984.

Edad del cultivo (días)	HUMEDAD DEL SUELO		Lámina consu- mida (cm)	Lluvia e- fectiva (cm)	Lámina total (cm)
	Después del riego (%)	Antes del riego (%)			
2	42,02	32,05	5,93	0	5,93
11	41,35	28,52	7,63	0	7,63
31	38,53	30,02	5,06	2,73	7,79
41	39,30	26,91	7,37	0	7,37
51	36,93	26,91	5,96	0	5,96
Uso consuntivo total					34,68

\*Riego en las etapas de desarrollo V0, V2, R5, R7 y R8.

CUADRO 7. Valores globales del coeficiente biológico ( $K_c$ ) según las distribuciones de riego. Alajuela. 1984.

Tratamiento	Uso consuntivo total (cm)	Evapotranspiración potencial (cm)	$K_c$
A	33,41	76,98	0,43
B	34,61	76,98	0,45
C	34,68	76,98	0,45

La floración ocurrió a los 34 días después de la siembra en toda el área experimental sin obtenerse ningún efecto estadísticamente diferente entre tratamientos.

No hubo diferencias significativas entre tratamientos para la altura promedio de planta a los 31 días después de la floración.

Las distribuciones de riegos no afectaron el porcentaje de maduración de vainas ni el periodo de madurez fisiológica. Los cambios de coloración de la vaina por efecto de maduración transcurrieron desde los 22 hasta los 37 días después de la floración. El periodo de madurez fisiológica se inició a los 27 días después de la floración y se prolongó hasta los 32 días después de ésta.

En el Cuadro 8, se presenta la variación del porcentaje de humedad y de materia seca en los granos.

CUADRO 8. Porcentaje de materia seca y de agua en los granos de frijol de acuerdo con los tratamientos de riego. Alajuela, 1984.

Días después de floración	TRATAMIENTO A			TRATAMIENTO B			TRATAMIENTO C		
	Peso grano (g)	Materia seca (%)	Agua (%)	Peso grano (g)	Materia seca (%)	Agua (%)	Peso grano (g)	Materia seca (%)	Agua (%)
12	0,01	14	86	0,01	14	86	0,01	14	86
17	0,03	26	74	0,03	25	75	0,03	25	75
22	0,07	40	60	0,06	59	59	0,06	39	61
27	0,13	58	42	0,12	57	43	0,12	57	43
32	0,16	76	24	0,16	77	23	0,17	77	23
37	0,16	85	15	0,17	85	15	0,17	85	15
42	0,17	87	13	0,17	87	13	0,17	87	13

#### DISCUSION

Los valores de uso consuntivo total fueron 33,41; 34,61 y 34,68 cm para los tratamientos A, B y C respectivamente; el consumo de agua fue similar en los tres tratamientos debido a que el número total de riegos en todos los casos fue el mismo. Estos valores son similares a los obtenidos por Rivera, 1982, al someter cinco cultivares de frijol a riego restringido.

Los promedios de producción en la parcela útil fueron 3,07; 3,54 y 2,90 kg/42 m<sup>2</sup> para los tratamientos A, B y C respectivamente. En general la producción fue muy baja debido a la pérdida de plantas ocasionada por *Sclerotium rolfsii* durante las primeras etapas de desarrollo.

La mayor producción se obtuvo con el tratamiento B, con el cual se aplicó un riego de prefloración precedido de otro entre las etapas de primera y tercera hoja trifoliada. En orden decreciente de producción le siguió el tratamiento A que incluyó un riego en floración precedido de un riego en tercera hoja trifoliada, y el menor rendimiento se consiguió con el tratamiento C en que se aplicó un riego en prefloración pero a diferencia del tratamiento B, esta vez precedido de un riego en el estado de primera hoja trifoliada. Como se puede observar en el Cuadro 2, entre menor fue la distancia fenológica entre el riego de los primeros estados de la fase vegetativa y el riego precedente, mayor fue la producción, lo que denota la importancia de la fase vegetativa para el aprovechamiento del agua disponible del suelo en los estados de prefloración y floración.

Se puede observar que conforme la diferencia de agua fue menos severa entre los dos primeros estados de la fase reproductiva y los dos últimos de la fase vegetativa, mayor fue la producción.

Aunque el presente experimento no define claramente cuales de las etapas se pueden considerar estrictamente como periodo crítico, sí se destaca la importancia que podría tener la disponibilidad del agua del suelo para el desarrollo de área foliar en el posterior aprovechamiento de los riegos en pre floración y floración. Así los resultados obtenidos en otros experimentos (Magalhaes y Millar, 1979; Robins y Domingo, 1956; Tosso, 1974) establecen como periodo crítico de riego en frijol, los estados de primera hoja trifoliada, pre floración y floración.

#### RESUMEN

Se estudió el efecto de tres distribuciones de riego por etapas de desarrollo en la variedad de frijol México 80-R, del 19 de enero al 5 de abril de 1984 en la Estación Experimental Fabio Badudrit de la Universidad de Costa Rica. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con seis repeticiones. Los tratamientos, según nomenclatura del Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1983, fueron:

- A. Riego en las etapas de desarrollo V0, V2, V4, R6 y R7-R8.
- B. Riego en las etapas de desarrollo V0, V2, V3-V4, R5-R8 y
- C. Riego en las etapas de desarrollo V0, V2, R5, R7 y R8.

La unidad experimental consistió de tres hileras distanciadas a 0,60 m y 70 m de longitud; como parcela útil se consideró la hilera central (42 m<sup>2</sup>).

Los tratamientos de riego afectaron la producción de grano. El de mayor rendimiento fue el B, con el cual se logró una mayor cobertura en los estados vegetativos y de pre floración.

#### LITERATURA CITADA

1. CASTILLA, O. 1965. Determinación práctica del uso consuntivo. Ingeniería Hidráulica en México. 19 (4): 39-76.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1983. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia. 26 p.
3. CONGRESO AGRONÓMICO NACIONAL, 4°, y CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 7°, Heredia, 1980. El uso del agua y elementos menores en la producción de 4 variedades de frijol en el Valle del Fuerte, Xinaloa. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos. 171 p.
4. COSTA RICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Parámetros de infiltración para la zona del Proyecto Itiquís. s.n.t. 33 p.

5. DOOREMBOS, J., KASSAM, A. 1980. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO. Serie Riego y Drenaje N° 33. 212 p.
6. DUBETZ, S., MAHALLE, P. 1969. Effect of soil water stress on bush bean (Phaseolus vulgaris L.) at three stages of growth. Journal American Society for Horticultural Science 94 (4): 479-481.
7. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1974. Organización de Distritos de Riego en la cuenca del Río Itiquís. Costa Rica, Suelos. Roma, 125 p.
8. MAGALHAES, A., MILLAR, A. 1979. Efeito do déficit fenológico da água sobre a producao de feijao. Turrialba (Costa Rica). 29 (4): 269-273.
9. RIVERA, J. 1982. Riego restringido en cinco cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 77 p.
10. ROBINS, J., DOMINGO, C. 1956. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans, Agronomy Journal 48: 67-80.
11. TOSSO, J. 1974. Cuándo y cómo regar un cultivo de frijol. Investigación y Progreso Agrícola (Chile). 6 (2): 28-30.