

EVALUACION DE INTERVALOS DE RIEGO EN FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L. cv. TALAMANCA), EN LA ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT M.\*

Juan Luis Morera V.

Rodolfo Araya V.\*\*

Carlos A. Chaves F.\*\*\*

ABSTRACT

Effect of irrigation intervals on bean (Phaseolus vulgaris L. cv. Talamanca) yield at the Fabio Baudrit Experiment Station. An assay was conducted at the Fabio Baudrit Experiment Station, Alajuela-Costa Rica, in order to study the effect of the irrigation intervals of 7, 14 and 21 days on the yield of common bean (Phaseolus vulgaris L. cv. Talamanca). Each plot consisted of 22 rows of 90 m of length and at 0.60 m from one another (total area of 1188 m<sup>2</sup>), and with an initial population of 333 000 plants/ha. The rows were surface irrigated during five hours.

The variables' data was obtained by sampling at random, the area of the three plots, 25 times per treatment, using a 1 m<sup>2</sup> frame. The data was analyzed based on a complete randomized design.

As the irrigation interval increased, the grain yield and the coefficient value of the crop decreased. The crop demanded the largest amounts of water during the periods of blooming and initial filling of the pods, from 30 to 50 days after planting. Plant height was reduced by 41% when irrigated every 21 days.

The last irrigation was conducted 26 days after blooming, and the largest weight gain of the seeds (physiological maturity) was detected 18 days later.

INTRODUCCION

La agricultura bajo riego permite la explotación de tierras potencialmente productivas en época seca, aumenta la disponibilidad de productos agrícolas

\*Extracto de parte de la tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor al Centro Regional de Occidente, Recinto Universitario de Grecia, Universidad de Costa Rica.

\*\*Sección de Leguminosas de Grano. Estación Experimental Fabio Baudrit M. Apartado Postal 183, 4050 Alajuela, Costa Rica.

\*\*\*Distrito de Riego Itiquís, SENARA. Alajuela, Costa Rica.

las y crea oportunidad de empleo rural.

En frijol, la etapa más crítica en cuanto a disponibilidad de agua, es la comprendida entre la floración y fructificación (Díaz; Castillo, 1981. Giralt, 1979. Robins; Domingo, 1956. Malanga, 1973. Stansell; Smithlle, 1980). Pero según Guazzelli, 1978., la mayor exigencia de agua se manifiesta entre la brotación y la floración, e indica que periodos secos de 15 días antes de la floración pueden producir abortos florales.

Los intervalos de riego que se han evaluado en frijol han variado entre 7 y 22 días (Lozano, 1977. Giralt, 1979 y Resende, 1981). Los volúmenes de agua aplicados a esta leguminosa o sugeridos como cantidad de lluvia durante el ciclo vegetativo, varían entre 200 y 450 mm (Guazzelli, 1978; Rivera, 1982).

En relación con la tensión del agua en el suelo, se han observado reducciones importantes en el rendimiento en grano con valores superiores a 0,25 bares, Stansell, Smithlle, 1980. También Salassier 1970 y Bascur y Fritsch 1975, encontraron que a tensiones de suelo entre 0,4 y 0,5 atm. se tuvo la mejor producción.

Se considera que el uso consuntivo está directamente relacionado con el rendimiento del cultivo y que su valor depende del cultivo, del clima, del suelo y de la manera en que se realice el riego, con base en los niveles de humedad que se requieren en el suelo durante el ciclo fisiológico del cultivo (Castilla, 1965).

En Costa Rica, para frijol, el coeficiente de cultivo global varió de 0,71 a 0,75 en condiciones de invernadero y tres cultivares (Trejos, 1981). En condiciones de campo Rivera, 1982, encontró un valor global de Kc de 0,78.

Este experimento tuvo como objetivo la evaluación agronómica y la medición de la variación del coeficiente de cultivo (Kc), de tres intervalos de riego en frijol.

#### MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. ubicada en el Distrito Segundo del Cantón Central de Alajuela a 10°31'36" Latitud N y 84°14'00" Longitud O y a una altura de 840 m.

Las parcelas experimentales se ubicaron en un suelo de la serie Baudrit, clasificado como Thapto-Udertic-Dystrandept, cuyas características físicas determinó Acón, 1976 y se muestran en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Características físicas del suelo de la serie Baudrit.

Horizonte	Profundidad (mm)	TEXTURA %			Da*	Retenc. Humedad en %			
		Arena	Limo	Arcilla		1/10 at.	1/3 at.	1 at.	15 at.
Ap	0-25	51,0	40,2	8,8	0,93	88,0	62,0	58,4	45,2
A 1-2	25-36	61,0	35,2	3,8	0,81	93,4	61,4	56,0	36,0
A 1-3	36-75	57,0	40,2	2,8	0,81	97,0	61,0	55,1	33,1

\*Densidad aparente

El terreno (con pendiente 1,4%) se preparó con una arada, una rastreada y un nivelamiento superficial. La siembra se efectuó el 25 de enero de 1983 (inicio etapa V0) con el cultivar Talamanca (Hábito II-a y de grano negro) y se adicionaron 255 kg/ha de fertilizante fórmula comercial 15-15-15 y 22 días después se incluyeron 255 kg/ha de nitrato de amonio. Para el control de malezas se aplicó en prebrotación Prowl (pendimetalina) + Tribunil (metabenzotiazuron) a razón de 150 cc y 91 g por 16 litros de agua, respectivamente, y una aporca 22 días después de la siembra.

El agua se condujo del canal principal a los surcos por medio de sifones de 2,5 cm de diámetro, con un tiempo de riego de cinco horas en surcos de 90 m de longitud.

Los tratamientos consistieron en la aplicación de riegos a intervalos de 7, 14 y 21 días. En el Cuadro 2 se indican el número de riegos efectuados y su distribución durante el ciclo del cultivo por tratamiento. La siembra se efectuó el 25 de enero de 1983 y se cosechó el 19 de abril de 1983.

CUADRO 2. Distribución de los riegos durante el ciclo vegetativo, según el tratamiento correspondiente. Alajuela, 1983.

Tratamientos	RIEGOS EFECTUADOS**								Total de riegos
	15	22	29	36	43	50	57	64	
Intervalo 7 días	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Intervalo 14 días		x		x		x		x	4
Intervalo 21 días			x			x			2

\*Todos los tratamientos recibieron un riego de pre y postsiembra

\*\*Días después de la siembra

La medición de las variables consistió en muestrear con un marco de 0,80 m por 1,25 m (1 m<sup>2</sup>), 25 veces por tratamiento y en forma aleatoria las áreas de tres parcelas de 22 lomillos distanciados a 0,6 m y de 90 m de longitud (área total 1188 m<sup>2</sup>) con una población inicial de 333.000 plantas/ha. Se dejaron 2 lomillos de borde en cada extremo de la parcela de muestreo (972 m<sup>2</sup>. 18 lomillos). El análisis estadístico se realizó conforme a un diseño irrestricto al azar.

El control de la humedad del suelo se efectuó por el método gravimétrico. Los muestreos se realizaron entre plantas antes y después de cada riego para medir la cantidad de agua consumida entre riegos y durante el ciclo del cultivo. La profundidad para el muestreo de humedad de suelo fue a 0,5 m.

Se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso suelo húmedo} - \text{peso suelo seco}}{\text{peso suelo seco}} \times 100$$

$$\text{lámina consumida} = \frac{PS_2 - PS_1}{100} \times Da \times Pr$$

donde,

$PS_2$  = porcentaje de humedad después del riego.  $PS_1$  = Porcentaje de humedad antes del riego.  $Da$  = Densidad aparente del suelo.  $Pr$  = Profundidad de raíces, para el cultivo de frijol en este suelo se adoptó un valor de 0,5 m.

Las variables evaluadas fueron: Rendimiento en grano al 13% de humedad, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso medio del grano. Obtenidas con base en un muestreo aleatorio y repetido 25 veces en cada tratamiento. Para lo cual se utilizó un marco de 0,8 x 1,25 m (1 m<sup>2</sup>).

Altura de planta: 34 días después de la floración. Porcentaje de maduración de vainas: cada seis días, a partir de los catorce días después de la floración, y según su coloración se clasificaron en: vainas verdes, intermedias y amarillas o secas. El muestreo para estas dos variables se basó en la selección de 20 plantas al azar. El inicio de madurez fisiológica, se consideró cuando el 85% de las vainas estaban con coloración intermedia o amarilla.

El porcentaje humedad y acúmulo de materia seca en los granos se obtuvo con base en un muestreo, efectuado cada seis días, en 20 plantas. Se seleccionaron al azar 100 vainas, se obtuvo el número de granos, se pesaron y sometieron a 105°C, hasta peso constante.

El uso consuntivo ( $Uc$ ) se midió por el método gravimétrico de acuerdo con las diferencias de humedad del suelo en término de láminas consumidas durante el desarrollo del cultivo e intervalo de riego.

La evapotranspiración potencial ( $Etp$ ) se obtuvo de los valores de evaporación por intervalo de riego, medidos con el tanque Estandar tipo A. Al valor obtenido se le aplicó un factor de corrección según Meneses 1975, de 0,75. Por tanto  $Etp = EV \times 0,75$ . El Coeficiente de cultivo ( $Kc$ ) se calculó con base en la relación  $Kc = Uc/Etp$ .

## RESULTADOS

Hubo diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre los intervalos de riego para el rendimiento en grano, número de vainas por planta y peso de 100 granos (Quadro 3). La mayor producción se obtuvo con el riego a intervalos de 7 días.

CUADRO 3. Efectos medios de tres intervalos de riego sobre la producción y sus componentes de rendimiento. Alajuela, 1983 1/.

Intervalo de riego	Producción /ha (kg)	Vainas/planta ( $\sqrt{x+1}$ )	Granos/vaina ( $\sqrt{x+1}$ )	Peso de 100 semillas (g)
7 días	1386 <sup>a</sup>	3,13 <sup>a</sup>	2,52 <sup>a</sup>	21,13 <sup>a</sup>
14 días	1538 <sup>b</sup>	3,21 <sup>a</sup>	2,39 <sup>a</sup>	20,47 <sup>ab</sup>
21 días	1116 <sup>c</sup>	2,84 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>	19,28 <sup>b</sup>

1/ Promedios en una misma columna seguidos por una misma letra, no difieren estadísticamente entre sí (Duncan  $P \leq 0,05$ ).

Los valores del uso consuntivo fueron de 27,54; 21,33 y 12,80 cm según las frecuencias de riego de 7, 14 y 21 días, respectivamente (Cuadros 4, 5 y 6).

CUADRO 4. Uso consuntivo total en cm según intervalo de riego de 7 días en el cultivar Talamanca. Alajuela, 1983.

Edad del cultivo (días)	% de humedad después de riego	% de humedad antes de riego	Lámina consumida (cm)
15-22	37,00	31,40	2,38
22-29	42,42	32,49	4,22
29-36	40,00	31,00	3,64
36-43	40,63	31,22	4,00
43-50	42,84	31,85	4,67
50-57	36,54	30,33	2,64
57-64	37,15	30,30	2,91
64-71	36,51	29,26	3,08
Uso consuntivo total			27,54

CUADRO 5. Uso consuntivo total en cm según intervalo de riego de 14 días en el cultivar Talamanca. Alajuela, 1983.

Edad del cultivo (días)	% de humedad después de riego	% de humedad antes de riego	Lámina consumida (cm)
22-36	40,19	27,64	5,33
36-50	41,68	25,85	6,73
50-64	39,55	27,30	5,21
64-78	39,34	29,79	4,06
Uso consuntivo total			21,33

CUADRO 6. Uso consuntivo total en cm según intervalo de riego de 21 días en el cultivar Talamanca. Alajuela, 1983.

Edad del cultivo (días)	% de humedad después de riego	% de humedad antes de riego	Lámina consumida (cm)
29-50	44,47	29,47	6,37
50-71	41,93	26,80	6,43
Uso consuntivo total			12,80

Para el coeficiente de cultivo (Kc) se obtuvieron valores globales de  $0,98 \pm 0,14$ ;  $0,74 \pm 0,17$  y  $0,63 \pm 0,08$  en los intervalos de riego cada 7, 14 y 21 días respectivamente (Cuadro 7).

CUADRO 7. Valor parcial y global de coeficiente del cultivo (Kc) bajo tres intervalos de riego en el cultivar Talamanca. Alajuela, 1983.

Edad (días)	RIEGO CADA 7 DIAS				RIEGO CADA 14 DIAS				RIEGO CADA 21 DIAS			
	L	EV	ETP	Kc	L	EV	ETP	Kc	L	EV	ETP	Kc
	(cm)	(cm)	(cm)		(cm)	(cm)	(cm)		(cm)	(cm)	(cm)	
15	2,38	3,95	2,96	0,80								
22	4,22	5,80	4,35	0,97	5,33	10,75	9,06	0,66				
29	3,64	4,95	3,71	0,98					6,37	14,91	11,18	0,57
36	4,00	4,30	3,23	1,24	6,73	9,96	7,48	0,90				
43	4,67	5,66	4,25	1,10								
50	2,64	3,67	2,75	0,96	5,21	7,98	5,98	0,87	6,43	12,65	9,50	0,68
57	2,91	4,31	3,23	0,90								
64	3,08	4,67	3,50	0,88	4,06	10,10	7,57	0,54				
Kc global	0,98 ± 0,14				0,74 ± 0,17				0,63 ± 0,08			

L: Lámina de agua

EV: Evaporación del tanque Estandar Tipo A

ETP: Evapotranspiración potencial

Kc: Coeficiente de cultivo

Los intervalos de riego no afectaron la época de floración, pero si la altura de planta, la cual se redujo conforme al intervalo de riego fue mayor (Cuadro 8).

CUADRO 8. Altura promedio de las plantas en cm por intervalo de riego, 34 días después de la floración. Alajuela, 1983.

Riego cada 7 días	Riego cada 14 días	Riego cada 21 días
68 ± 10	46 ± 5	40 ± 7

El porcentaje de maduración de vainas varió entre los intervalos de riego. El tratamiento de riego cada 21 días mostró una maduración de vainas más temprana (Cuadro 9).

CUADRO 9. Cambios en la coloración de las vainas por efecto de su maduración e intervalo de riego.

Días después floración	VAINAS VERDES (%)			VAINAS INTERMED. (%)			VAIN. AMA.-SECAS %		
	Intervalo Riego			Intervalo Riego			Intervalo Riego		
	7	14	21	7	14	21	7	14	21
14	100	100	100	0	0	0	0	0	0
20	100	100	95	0	0	5	0	0	0
26	56	64	50	44	36	51	0	0	0
32	4	0	0	17	14	14	79	86	87
38	0	0	0	0	0	0	100	100	100
44	0	0	0	0	0	0	100	100	100
47	0	0	0	0	0	0	100	100	100

Intermed. = intermedias; Vain. Ama.-secas = Vainas amarillas ó secas

El porcentaje de agua en los granos, al inicio de su determinación, 14 días después de la floración, estaba cerca del 80% y disminuyó paulatinamente hasta la época de cosecha. La materia seca en los granos aumentó hasta el periodo de cosecha (Cuadro 10).

CUADRO 10. Porcentaje de materia seca y de agua en los granos, en cada intervalo de riego. Alajuela, 1983.

Días des pués florac.*	Riego cada 7 días			Riego cada 14 días			Riego cada 21 días		
	Grano peso (g)	Materia seca %	Agua %	Grano peso (g)	Materia seca %	Agua %	Grano peso (g)	Materia seca %	Agua %
14	0,01	24	76	0,01	17	83	0,02	19	81
20	0,04	25	75	0,04	25	75	0,05	28	72
26	0,10	35	65	0,10	34	66	0,09	31	69
32	0,16	43	57	0,15	51	49	0,14	55	45
38	0,17	82	18	0,17	84	16	0,16	85	15
44	0,18	85	15	0,17	86	14	0,17	85	15
48 cosecha	0,19	87	13	0,18	87	13	0,17	87	13

\*La floración se presentó 38 días después de la siembra.

#### DISCUSION

Se considera que los valores del coeficiente de cultivo (Kc), para el intervalo de riego de 14 días, fueron similares a los obtenidos por Trejos 1981 y Rivera 1982, pero los valores del uso consuntivo (Uc) fueron inferiores por que las condiciones de clima fueron distintas, se debe evaluar el efecto de diferentes suelos y sus capacidades de retención de humedad (niveles de agotamiento de la humedad en el suelo), bajo una misma localidad y época de siembra y manejo del agrónomo del frijol común, sobre el crecimiento y rendimiento de la planta.

Las mayores demandas de agua se presentaron entre los 36 y 50 días después de la siembra, periodo que abarcó la floración e inicio de llenado de los granos, Cuadros 4, 5 y 6, y el cual fue cubierto por los intervalos de riego de 7 y 14 días. El porcentaje de agua en el suelo, antes de cada riego, entre el riego a intervalos de 7 días y los otros tratamientos, fue superior, hasta en un 5%, lo cual indica que esta menor cantidad de agua disponible en el suelo y por periodos prolongados (riego cada 14 y 21 días) afectó los rendimientos.

Hubo una reducción severa del desarrollo del frijol (hasta de 41%) en el tratamiento de riego cada 21 días. En este tratamiento también se afectó el número de vainas por planta, lo que indica un posible aborto de flores o vainas pequeñas, debido al déficit hídrico, el cual también influyó en el peso del grano Cuadro 3, como una consecuencia del adelanto en la maduración de las vainas Cuadro 8. Estos resultados son similares a los informados por Robins, Domingo 1956 y Xatruch, 1983.

Debido a que el último riego se aplicó antes de que se presentaran vainas amarillas o secas (26 días después de la floración para los intervalos de riego cada 7 y 14 días, y a los 12 días después de la floración para el intervalo de riego de 21 días), y que 18 días después del último riego aplicado, Cuadro 2, se detectó acúmulo de peso en los granos, Cuadro 9, parece posible que la adición de un riego a los 32 días de la floración hubiera proporcionado mejores condiciones de humedad durante el periodo de madurez fisiológica. Eson con base en la acentuada pérdida de humedad en los granos que se inició 32 días después de la floración, motivada posiblemente por la falta de humedad.

La madurez fisiológica en vaina no estuvo relacionada con el acúmulo de materia seca en los granos, Cuadros 8 y 9, lo que destaca la importancia de evaluar este criterio, en relación a la distribución final del riego por ciclo de cultivo, y estudiar si el acúmulo de materia seca posterior a dicho estado fisiológico justifica la inversión de un nuevo riego. El riego adicional se podría ejecutar para efectos de investigación cuando se presente un 85% de maduración en vaina.

#### RESUMEN

En la Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica, se evaluó el cultivar de frijol Talamanca, al regarse a intervalos de 7, 14 y 21 días, en parcelas de 22 lomillos distanciados a 0,6 m y de 90 m de longitud (área por tratamiento 1188 m<sup>2</sup>), con una población inicial de 333.000 plantas/ha. El riego fue superficial por surcos y con una duración de cinco horas.

La medición de las variables consistió en muestrear 25 veces por tratamiento en forma aleatoria las áreas de tres parcelas, con un marco de 1 m<sup>2</sup>. Los datos se analizaron con base en un diseño irrestricto al azar.

Conforme el intervalo entre riegos fue mayor, la producción de grano y el valor del coeficiente del cultivo disminuyó. Las mayores demandas de agua se presentaron entre los 30 y 50 días después de la siembra, periodo que abarcó la floración e inicio del llenado de las vainas.

Hubo una reducción severa del desarrollo del frijol con riego a intervalos de 21 días, con una disminución en la altura de planta de 41%.

El último riego se aplicó 26 días después de la floración, pero 18 días después de la aplicación de este riego se detectó acúmulo de peso en el grano (madurez fisiológica en vaina).

#### LITERATURA CITADA

1. ACONG, H. 1976. Determinación del uso consuntivo real de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 92 p.
2. BASCUR, B.; FRITSCH, N. 1975. Efectos y frecuencias de riego sobre componentes de rendimiento en frijol. Agricultura Técnica (Chile) 35 (3): 147-152.



3. CASTILLA, O. 1965. Determinación práctica del uso consuntivo. Ingeniería Hidráulica en México. 19 (4): 39-76.
4. CHAVES, C. 1974. Requerimientos de riego para tomate y frijol en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 64 p.
5. DIAZ, D.; CASTILLO, J. 1981. Aplicación de riego al frijol de acuerdo con las diferentes fases de desarrollo. Cali, Colombia. CIAT. 61p.
6. GIRALT, R. 1979. Régimen de riego del cultivo del frijol negro (Phaseolus vulgaris L.). Ciencia y Técnica en la Agricultura 2 (1): 5-28.
7. GUAZZELLI, R. 1978. Exigencias climáticas do feijoeiro. Informe Agropecuario. 4 (46): 9-11.
8. LOZANO, C. 1977. Efecto de cuatro volúmenes de agua y dos frecuencias de riego en el rendimiento del frijol. Avances e Investigación 7 (3-4): 65-78.
9. MENESES, R. 1975. Comparación de métodos para determinar la evapotranspiración potencial en el Distrito de Riego del Río Itiquís de Alajuela, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa, Facultad de Agronomía, 78 p.
10. MALAGAMBA, J. 1973. Respuesta de la compensación fisiológica del frijol (Phaseolus vulgaris L.) al desvalance de agua provocado por calidez. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) 95 p.
11. RESENDE, M. 1981. Frecuencias de irrigação desenvolvimento e producao de feijao kidney. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 16 (3): 363-370.
12. RIVERA, J. 1982. Riego restringido en cinco cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris). tesis Ing. Agr., San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 77 p.
13. ROBINS, J.; DOMINGO, C. 1956. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. Agronomy Journal 48: 67-80.
14. SALASSIER, B. 1970. Efeito de dois niveis de agua no solo sobre a producao do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Seiva (Brasil) 30: (71): 7-13.
15. STANSELL, J.; SMITHLLE, D. 1980. Effects of irrigation regimes on yield and water use of snap bean (Phaseolus vulgaris L.). Journal of the American Society for Horticultural Science 105 (6): 869-873.

16. TREJOS, E. 1981. Determinación deo coeficiente de cultivo (Kc) de los cultivares de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Porrillo Sintético, Talamanca y Turrialba 4. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 84 p.
17. XATRUCH, C. 1983. Uso consuntivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo riego restringido en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Práctica, Ing. Agr. Alajuela, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Centro Regional de Occidente. Recinto Universitario de Grecia, 45 p.

**Esta publicación fue financiada parcialmente  
por el Instituto del Café de Costa Rica ICAFE  
Impreso con la colaboración del Departamen-  
to de Comunicación e Información Agrícola,  
Sección de Publicaciones del Ministerio de  
Agricultura y Ganadería.**