

EFFECTO DEL DEFICIT HÍDRICO EN VARIAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Huetar)^{1/}

*Sergio Abarca H.**
*Rodolfo Araya V.***
*Carlos A. Chaves F.****
*Juan Carlos Rivera B.*****

ABSTRACT

EFFECT OF THE HYDRIC DEFICIT ON DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.). The effect of the hydric deficit, by omitting one irrigation, at different stages of development of common-bean (*Phaseolus vulgaris* L., Huetar cultivar) was studied from January 31 st through April 18 th, 1986, at the Fabio Baudrit Experimental Station in Alaiuela, Costa Rica.

A Randomized Complete Block Design with six treatments and four replications was used. The experimental unit consisted of three 40 m long rows, planted 0.60 m apart, and taking the intermediate row as the useful plot (22.8 m²).

The treatments consisted in the omission of one irrigation during the following development stages (according to the nomenclature of the Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT, 1983") a) appearance of the first trifoliolate leaf, b) pre-blooming, c) blooming, d)pod filling, e) maturation and f) control with no water restrain.

There were significant differences among treatments in seed production at 12 %,humidity and number of pods-per plant. The lowest yields in seed production and number of pods per plant were produced when the water was withheld at the blooming and pod filling stages.

* Extracto de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia Universidad de Costa Rica.

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

*** Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA), Costa Rica.

^{1/} Los autores agradecen la colaboración , en el financiamiento brindada por el Programa de Incremento a la Productividad Agrícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

INTRODUCCION

El frijol puede ser afectado por las variaciones de humedad en el suelo, y su producción se puede reducir a causa de intervalos cortos de escasez hídrica, que coincidan con periodos críticos de riego (etapas de su ciclo fenológico en que muestran mayor susceptibilidad a la falta de agua, Rodríguez, et al 1986; Magalhães y Millar, 1979; Tosso, 1974).

En investigaciones anteriores realizadas en Costa Rica se ha determinado que se puede disminuir a cinco el número de riegos en frijol, si estos se orientan de acuerdo con el estado de desarrollo del cultivo) Rivera y Chavez 1986; Rodríguez, *et al.* 1980; Morera *et al.* 1986). Pero no se ha evaluado para cada etapa de desarrollo, indicadas como críticas ante un déficit de humedad (Dubetz y Mahalle 1969; Magalhães y Millar 1979; Horner y Moitehadi 1970).

El objetivo del presente experimento fue determinar en qué etapas de desarrollo del frijol común el déficit hídrico afecta más la producción de grano.

MATERIALES Y METODOS

El presente ensayo se realizó del 31 de enero al 18 de abril de 1986, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, ubicada a 10° 01', latitud norte y 84° 16' longitud oeste en la provincia de Alajuela y a 840 msnm. En el Cuadro 1 se presentan las características físicas y químicas del suelo experimental.

Los tratamientos consistieron en la eliminación de un riego durante una etapa de desarrollo del frijol, lo cual se muestra en el Cuadro 2.

Se utilizó el método de riego por surcos. Con base en pruebas de infiltración se estableció un tiempo de riego de dos horas para reponer lo consumido hasta un 50% del agua útil. Se determinó la lámina de riego hasta una profundidad de 0,40 m de acuerdo con los porcentajes de humedad del suelo obtenidos por el método gravimétrico. Se determinó el coeficiente biológico (Kc) de acuerdo con la fórmula de Blaney y Criddle (Castilla, 1965).

$$Kc = Uc / F$$

Kc = Coeficiente biológico

Uc = Uso consuntivo total medido en términos de lámina (cm) por el método gravimétrico

F Factor mensual de evapotranspiración estimado por el método de Blaney y Criddle (Castilla 1965).

Cuadro 1. Características físico-químicas del suelo experimental. Est. Exp. Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica. 1986.

Característica	Horizonte	
	A p*	A 12*
Profundidad (cm)	0-20	20-40
pH	5,5	5,7
Textura	Fa	F
Arena (%)	60	37,8
Limo (%)	17,2	24,0
Arcilla (%)	22,8	38,2
Materia orgánica (%)	8.1	3,6
Densidad aparente	1.10	1,08
Al meq/100 ml	0.25	0,38
Ca meq/100 ml	3.00	3,80
Mg meq/100 ml	0.80	1,10
K meq/100 ml	0.85	0,53
P ug/ml	15	12
Zn ug/ml	20	1,9
Mn ug/ml	19	8,0
Cu ug/ml	14	13
Fe ug/ml	88	61
Retención humedad		
1/3 atmósfera	50.0	49,0
15 atmósferas	28.0	30,0

*Nomenclatura de horizontes (FAO, 1974).

Cuadro 2. Tratamientos de omisión de riego aplicados a plantas de frijol. Alajuela, 1986.

Etapa	TRATAMIENTO					Testigo (sin restricción de agua)
	A	B	C	D	E	
Germinación						
Emergencia						
1a. hoja trifoliada	X					
3a. hoja trifoliada						
Prefloración		X				
Floración			X			
Formación de vainas						
Llenado de vainas				X		
Maduración					X	

*Todos los tratamientos recibieron un riego en pre y postsiembra.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se empleó el cultivar Huetar con un hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II) color de grano rojo, y una media de 77 días para completar su desarrollo vegetativo. La unidad experimental consistió de tres hileras de 40 m de largo, espaciadas a 0,60 m; como parcela útil se tomó la hilera central y se eliminó 1 m en cada uno de sus extremos, para una área útil de 22,8 m². La siembra se efectuó en forma manual y se depositaron las semillas cada 0,08 m.

Se fertilizó a la siembra al fondo del surco con 250 kg/ha de la fórmula comercial 10-30-10 en mezcla con Cytrolane 2G (mefosfolan), a razón de 29 kg/ha, para prevenir el ataque de insectos. Antes de la floración se adicionó úrea a razón de 50 kg/ha.

El combate de malas hierbas se realizó con una mezcla de pendimetalina (Prow1) + dinitro (Dinitro) en dosis de 0,75 + 1,50 kg de i.a. por hectárea.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento en semilla al 12% de humedad en un área de 91,2 m²; número de vainas por planta; número de semillas por vaina y peso de 100 semillas. El muestreo se realizó con un marca de madera de 4 m de largo y 0,6 m de ancho ubicado en dos sitios tomados, al azar en la hilera central.

RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos para, el rendimiento en la parcela útil y en vainas por planta. Las demás variables no se afectaron significativamente (Cuadro 3).

CUADRO 3. Efectos promedios del rendimiento y otros caracteres agronómicos del frijol bajo seis tratamientos de riego. Alajuela, 1986*.

Variables	TRATAMIENTOS DE RIEGO**					
	1° hoja	Prefloración	Floración	Llenado vainas	Maduración	Testigo
Producción (kg/91,2 m ²)	14,80a	12,95b	11,11c	11,53c	13,38b	14,94a
Vainas por planta	8,14a	7,27b	6,70c	6,80c	7,13b	7,93a
Semillas por vaina	5,23a	4,76a	5,21a	4,60a	5,11a	5,81a
Peso de 100 semillas (g)	70,75a	71,00a	68,00a	55,25a	58,50a	66,25a

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

**Etapas de desarrollo durante la cual se omitió un riego (se exceptúa el testigo).

Los mayores rendimientos ocurrieron con los tratamientos de omisión de un riego en la etapa de primera hoja trifoliada y con el testigo. La mayor restricción en la producción se obtuvo cuando las etapas afectadas con la ausencia de riego, fueran la floración y llenado de vainas.

En el Cuadro 4 se presentan los valores obtenidos para uso consuntivo total y los valores globales de coeficiente biológico (Kc) de acuerdo con los tratamientos.

Cuadro 4. Uso consuntivo total y valor global del coeficiente biológico según el tratamiento de riego del frijol. A lajuela, 1986.

Tratamiento Riego en etapa de:	Uso consuntivo (cm)	Coficiente biológico (Kc)
1a. hoja trifoliada	51,94	0,85
Prefloración	54,01	0,88
Floración	52,67	0,86
Llenado de vainas	56,40	0,92
Maduración	54,23	0,89
Testigo	59,48	0,97

En el Cuadro 5 se presentan los porcentajes de humedad gravimétrico contenidos en el suelo inmediatamente antes del riego eliminado, y al final del intervalo (inmediatamente antes del riego siguiente). En la Figura 1, se ilustra la variación del porcentaje de humedad durante las diferentes etapas de desarrollo del frijol en que se omitió el riego, tomando como punto de secuencia, el porcentaje de humedad gravimétrico correspondiente al 50% de agotamiento del agua útil del suelo.

Cuadro 5. Porcentaje de humedad gravimétrico del suelo experimental al inicio y al final del intervalo en que se eliminó el riego. Alajuela, 1986.

Tratamiento Riego en etapa de:	Epoca (DDS)*	Humedad antes riego omitido (%)	Humedad antes riego siguiente(%)
1a. Hoja trifoliada	12	38,35	35,42
Prefloración	24	40,53	36,19
Floración	30	41,14	37,54
Llenado de vainas.	48	39,07	33,60
Maduración	60	44,57	35,18

*Días después de la siembra.

DISCUSION

La eliminación del riego en las etapas de floración y desarrollo de vainas, dio lugar a la mayor restricción en la producción y en el número de vainas por planta. En la Figura 1, se observa que la caída de la humedad residual, durante el intervalo posterior a la eliminación del riego durante la floración y desarrollo de vainas, fue menor que la que se observó para la maduración, y muy similar a las que corresponden con la prefloración y la hoja trifoliada. Esto parece indicar que las etapas que más afectaran la producción de grano ante una deficiencia de agua del suelo, son la floración y llenado de vainas. Varias investigaciones (Magalhaes y Millar, 1979; Malagamba, 1973; Dubetz y Mahalle, 1969; Rivera, 1982; Rodríguez, 1984) muestran resultados similares a los obtenidos en este experimento.

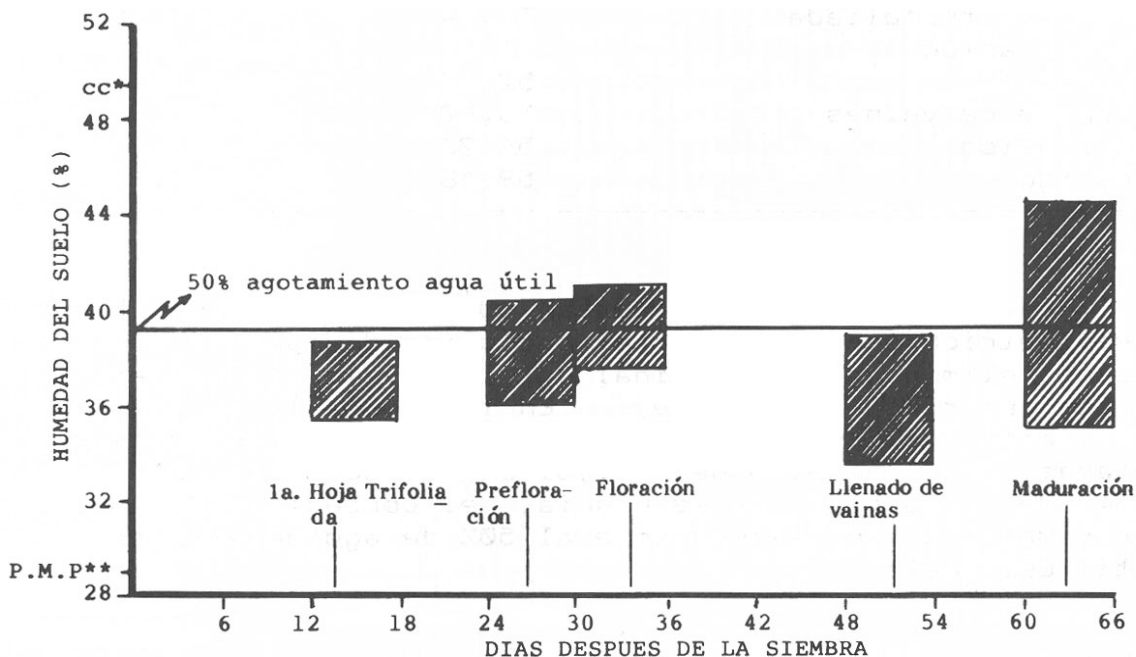


FIGURA 1. Variación de la humedad del suelo después de la omisión del riego en las etapas de desarrollo del frijol, bajo tratamiento. Alajuela, 1986.

*Capacidad de campo

**Punto de marchitez permanente

Aunque la abscisión de flores en frijol es un fenómeno muy común, la falta oportuna de agua en el suelo durante la floración, afecta la disponibilidad de fotosíntatos, con la cual se reduce la capacidad de la planta para mantener un máximo potencial de vainas cargadas, por lo cual aumenta el número de flores y vainas pequeñas abortadas (Laing, 1979). Esto podría explicar el número menor de vainas por planta obtenido con los tratamientos de omisión de riego en las etapas de floración y llenado de vainas.

Debido a que no se obtuvieron diferencias significativas entre el tratamiento testigo sin omisión de riego y el tratamiento con omisión de riego en la etapa de primera hoja trifoliada, parece que la humedad residual del suelo, cubrió las necesidades hídricas de la planta en esa etapa.

De todo esto se podría contemplar la posibilidad de reducir el número de riegos durante el desarrollo vegetativo, en el caso de que en algún periodo de la época seca se redujera el agua disponible para atender el área de riego planificada en un determinado distrito. También con este criterio se podría reorientar las épocas de siembra de manera que las etapas de mayor demanda de frijol, no coincidan con periodos críticos de otros cultivos con lo cual se podría aumentar el área dominada por los distritos de riego.

RESUMEN

Se estudió el efecto del déficit hídrico por omisión de un riego, en varias etapas de desarrollo del cultivar de frijol rojo Huetar, del 31 de enero al 18 de abril de 1986 en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela Costa Rica. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

De acuerdo con la nomenclatura del Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1983, los tratamientos consistieron en la omisión del riego en las siguientes etapas de desarrollo: a. Omisión de riego en la aparición de la primera hoja trifoliada; b. Omisión de riego prefloración; c. Omisión de riego en floración; d. Omisión de riego en llenado de vainas; e. Omisión de riego en maduración y f. Sin restricción de agua (testigo).

La unidad experimental consistió de tres hileras distanciadas a 0,60 m y 40 m de longitud, la parcela útil fue la hilera central (22,8 m²).

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la producción de semilla al 12% de humedad y número de vainas por planta. La mayor restricción en la producción de semilla y en el número de vainas por planta fue inducida por el déficit de humedad en las etapas de floración y llenado de vainas.

LITERATURA CITADA

CASTILLA, O. 1965. Determinación práctica del uso consuntivo. Ingeniería Hidráulica en México (México) 19 (4): 39-76.

CIAT (Colombia). 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. 26 p.

- DUBETZ, S.; MAHALLE, P. 1969. Effect of soil water stresses on bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at three stages of growth,. Journal American Society for horticultural Science (E.E.U.U.) 94 (4): 479-481.
- LAING, D. 1979. Crecimiento y desarrollo' del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) In: I Curso intensivo de adiestramiento en producción de frijol para investigadores de América Latina. Cali, CIAT. 23 p.
- F.A.O (Italia). 1974. Organización de distritos de riego en la cuenca del Río Itiquís. Costa Rica: Suelos. Roma. 125 p.
- HORNER, C.; MOJTEHADI, M. 1970. Yield of grain legumes as affected by irrigation and fertilizer regimes. Agronomy Journal (E.E.U.U) 62: 449-450.
- MIAGALHAES, A.; MILLAR, A. 1979. Efeito da déficit fenológico da agua sobre a producao de feijado. Turrialba (C.R) 29 (4): 269-273.
- MALAGAMBA, J. 1973. Respuesta de compensación fisiológica del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) al desbalance de agua provocado por salinidad. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. IICA. 21 p.
- MILLAR, A. 1985. Experimento sobre déficit de agua en los cultivos y uso de la información generada. Santo Domingo, R.D., IICA. 21 p
- RIVERA, J.C. 1982. Riego restringido en cinco cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Facultad de Agronomía. 77 p.
- RODRIGUEZ, J. 1984. Distribución de riego con base en las etapas de desarrollo en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar México 80 , en la Estación Experimental Fabio Baudrit M. Tesis Ing. Agr. Grecia, Costa Rica, Centro Regional de Occidente. 55 p.
- TOSSO, J. 1974. Cuándo y cómo regar un cultivo de frijol. Investigacion y Progreso Agrícola (Chile) 6 (2): 28 - 30.
-