

Efectos de métodos y frecuencias de riego sobre componentes de rendimiento en frejol

(*Phaseolus vulgaris* L.)¹

Gabriel Bascur B.² y Norbert Fritsch F.³

INTRODUCCION

El frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de mayor importancia que se cultiva en Chile, ocupando la mayor superficie de siembra, después del trigo. Por las condiciones ecológicas existentes en el país no se considera satisfactorio el rendimiento promedio nacional de 10.3 qqm/ha (ODEPA, 1971) aunque éste está muy por encima del promedio mundial de 4.5 qqm/ha.

Para aumentar los rendimientos, no sólo es necesario poseer variedades mejoradas que tengan un alto potencial de rendimiento, sino que es importante que estas variedades cuenten con un ambiente adecuado que les permita expresar todo su potencial genético.

Un factor de fundamental importancia para lograr un ambiente adecuado es el riego, que en Chile, en la mayoría de los casos, se efectúa en forma inoportuna y con utilización de métodos inadecuados, que provoca pérdidas de plantas, favorece la presencia de en-

fermedades, etc., lo que se traduce en que la planta no pueda expresar todo su potencial y por lo tanto su rendimiento sea bajo.

Por esto, es de fundamental importancia para lograr aumentar los rendimientos, mejorar las condiciones de riego, especialmente en dos factores: el método empleado y la frecuencia utilizada.

Sin embargo, Bernstein (1964) menciona a la salinidad de suelo como un problema adicional para ciertas regiones que está limitando el rendimiento y desarrollo del frejol, pudiendo ser modificado por el método y la frecuencia de riego a utilizar.

Todos estos factores influyen en la productividad final de la planta, pero es importante conocer en qué forma se afectan los componentes de rendimiento, que son los determinantes del rendimiento final. Estos componentes de rendimiento son: número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de los granos.

Las investigaciones realizadas en otros países, indican que no está claro el comportamiento de los componentes de rendimiento bajo diferentes condiciones de riego. En estudios realizados por Godoy *et al.* (1966), donde plantas de frejoles fueron sometidas a cinco frecuencias de riego diferentes, la frecuencia más corta, tres días, presentó promedios superiores y significativamente diferentes a las

¹Parte de la tesis presentada por el autor principal como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

Recepción originales: 28 de junio de 1974.

²Ing. Agr., Proyecto Leguminosas, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

³Ing. Agr., M.S., Profesor, Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile, Casilla 114-D, Santiago; y Profesor, Departamento de Ingeniería Agrícola y Suelos, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

demás frecuencias para número de vainas, peso de vainas y peso de granos.

Trabajos en macetas realizados por Burman y Bohmont (1961), donde consideraron cuatro frecuencias de riego, demostraron que el peso de granos, el número de granos por maceta y el número de vainas por planta, se vieron incrementados por efectos de la frecuencia de riego más corta. Myers *et al.* (1957) estudiaron el efecto de cuatro métodos y tres frecuencias de riego sobre el número de vainas por planta y número de granos por vaina sin encontrar diferencias significativas; la frecuencia de riego más corta produjo el mayor peso de granos y la frecuencia de riego más larga produjo plantas con pocas vainas y pocos granos por vaina, pero estos últimos más grandes.

Sin embargo, los componentes de rendimiento pueden ser modificados cuando se producen deficiencias de humedad en algunas etapas del período vegetativo. Esto fue demostrado por Blackwall (1969), donde riegos dados al momento del primer botón floral visible, aumentaron el número de vainas y el peso de ellas. Robins y Domingo (1956) observaron que si se producen déficit de humedad antes de la floración, se reduce el número de vainas; si el déficit es durante la floración disminuye el número de vainas y el número de granos por vaina y el peso de los granos se ve reducido si el déficit ocurre durante la maduración.

Los resultados de Dubetz y Mahalle (1969) demuestran que el número de vainas es afectado por déficit de humedad en cualquier período de la etapa de floración.

La información sobre el comportamiento de los componentes de rendimiento para variedades de Chile es escasa. Rojas, Parodi y Bravo (1974) determinaron para cuatro variedades de frejol que una disminución en la distancia de siembra sobre la hilera produce un aumento en el rendimiento y en el número de vainas por superficie, existiendo una correlación positiva y significativa entre estos factores.

Ante la diversidad de los resultados obtenidos y frente a la necesidad de tener un mayor conocimiento para componentes de rendimiento en variedades chilenas, el presente trabajo tiene como objetivo estudiar el efecto directo de distintos métodos y frecuencias de riego sobre el número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de los granos y su relación con la salinidad del

suelo; y en forma indirecta, el efecto de otras características del frejol que puedan afectar a estos componentes de rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental La Platina, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicada en la provincia de Santiago, comuna de La Granja.

El suelo pertenece a la serie Santiago, de textura arcillosa poco densa. El establecimiento y mantención del ensayo se hizo en base a las recomendaciones técnicas del INIA para este cultivo. La variedad utilizada fue "Titán", producida por el INIA y recomendada por Ziver *et al.* (1971) para consumo en grano seco.

El ensayo se planificó de acuerdo a un diseño split-plot, con cuatro tratamientos, dos subtratamientos y cinco repeticiones. Las parcelas tuvieron 7,20 m de ancho por 10 m de largo y las subparcelas 3,60 m de ancho por el mismo largo; la distancia entre hileras fue de 60 cm, correspondiéndole un total de 6 hileras por subparcela.

Los tratamientos correspondieron a los siguientes métodos de riego:

- I. Método por surco: Se regó todos los surcos simultáneamente.
Este tratamiento se consideró testigo.
- II. Método por surco alternado: Se regó surco por medio alternándolos en cada riego, pero manteniendo las frecuencias establecidas en cada uno de los surcos de la parcela.
- III. Método por surco en banda: Se regó todos los surcos simultáneamente, pero difiere del testigo porque las plantas no están ubicadas sobre el camellón del surco, sino a un costado de él.
- IV. Método por surco cada dos hileras: Se regó todos los surcos, pero éstos están distribuidos cada dos hileras de plantas.

Los subtratamientos correspondieron a dos frecuencias de riego, determinadas por tensiómetros instalados a 20 cm de profundidad.

1. Frecuencia a 0,4 atmósferas.
2. Frecuencia a 0,75 atmósferas.

De cada uno de los cuatro métodos con las dos frecuencias de riego, resultaron ocho combinaciones.

Para determinar los componentes de rendimiento se hizo un muestreo de 10 plantas en cada una de las subparcelas, durante la etapa de maduración, y a cada planta de la muestra se le hizo un recuento del número de vainas, número de granos por vaina y del peso de los granos.

Se calculó un promedio para cada muestra y se obtuvo los valores correspondientes a cada componente de rendimiento. Utilizando la misma muestra se determinó por peso la producción de materia seca promedio de cada subtratamiento del ensayo. Además se midió el período vegetativo en días, desde la siembra a floración, siembra a cuaja, siembra a vaina formada, siembra a maduración y la etapa floración-maduración. El rendimiento se determinó por peso en grano seco de cuatro hileras de cada subparcela del ensayo.

Para medir la salinidad del suelo, se tomaron muestras de suelo en cada una de las subparcelas del ensayo, en tres repeticiones. Estas muestras fueron procesadas y analizadas según los métodos descritos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1954) para obtener los valores de conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (C.E. $\times 10^3$ a 25°C).

Los resultados de todas las variables fueron correlacionadas con los tres componentes de rendimiento y se determinaron las ecuaciones de regresión, seleccionando las significativas al nivel de probabilidades de 0,05 según el test de "t". Las variables se definieron de la siguiente manera: número de vainas por planta (X_1), número de granos por vaina (X_2), peso de granos (X_3), materia seca (X_4), período de siembra floración (X_5), período siembra-cuja (X_6), período siembra-vaina formada (X_7), período siembra-maduración (X_8), período floración-maduración (X_9), rendimiento (X_{10}) y conductividad eléctrica del suelo (X_{11}).

RESULTADOS Y DISCUSION

El número de riegos que recibió el ensayo dependió directamente de la frecuencia utilizada. Sin considerar los dos primeros riegos dados en forma uniforme, el total de riegos para el subtratamiento 0,4 atm fue de 11 y para el de 0,75 atm fue de 8 riegos.

Por otra parte, en el tratamiento de riego por surco alternado, la frecuencia de riego 0,4 atm tuvo un total de 20 riegos y la frecuencia de 0,75 atm un total de 14. Estas

diferencias con el resto de los tratamientos se debió al criterio de mantener las frecuencias en cada surco de la subparcela.

Sin embargo, a pesar de las diferencias entre tratamientos, ningún método de riego afectó en forma significativa la producción de vainas por planta. Además, en el Cuadro 1 se puede observar que la frecuencia de riego 0,4 atm no produjo diferencias significativas en este componente, en comparación con la frecuencia 0,75 atm. Efecto similar se observa para las combinaciones de métodos y frecuencias de riego.

El número de granos por vaina, no se afectó en forma significativa por métodos, frecuencias de riego y su combinación.

El peso de granos por planta fue significativamente mayor en el tratamiento de riego por surco en banda que en los demás métodos de riego, los cuales no tuvieron diferencias entre sí. El subtratamiento de riego 0,4 atm produjo el mayor peso de granos por planta y fue estadísticamente diferente al subtratamiento 0,75 atm. De los resultados del Cuadro 1 en general se puede decir que las combinaciones de todos los métodos de riego con la frecuencia 0,4 atm fueron significativamente superiores a las combinaciones con la frecuencia 0,75 atm, con excepción del método por surco en banda.

En el Cuadro 2 se presentan los coeficientes de correlación de los componentes de rendimiento con las variables estudiadas. El número de vainas por planta está correlacionado con el peso de los granos por planta y con la producción de materia seca. Además este componente está correlacionado negativamente con el período de siembra-floración, esto se confirma en la ecuación de regresión (1) donde dicha variable tiene un coeficiente negativo.

$$(1) \hat{Y} = 50,93 - 0,793 X_5^* + 0,140 X_9^*$$

(0,304) (0,065)

$$R = 0,596$$

Por otra parte el número de vainas por plantas está relacionado con la conductividad eléctrica del suelo según el coeficiente del Cuadro 2.

El número de granos por vaina no presentó relación con la conductividad eléctrica del suelo.

*Significativo al 5%.

Cuadro 1 — Componentes de rendimiento promedio de fréjoles con cuatro métodos y dos frecuencias de riego.

| Métodos | Nº de vainas por planta | Nº de granos por vaina. | Peso de granos/planta (g) |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Por surco | 12,88 N.S. ¹ | 4,99 N.S. | 19,608 b ² |
| Por surco alternado | 12,73 | 5,02 | 20,635 b |
| Por surco en banda | 14,16 | 5,23 | 24,032 a |
| Por surco cada dos hileras | 13,23 | 4,92 | 19,090 b |
| <i>Frecuencias</i> | | | |
| 0,4 atm | 13,63 N.S. | 5,17 N.S. | 22,710 a |
| 0,75 atm | 12,87 | 4,91 | 18,973 b |
| <i>Métodos/Frecuencias</i> | | | |
| Por surco, 0,4 atm | 13,22 N.S. | 5,13 N.S. | 21,838 ab |
| Por surco, 0,75 atm | 12,54 | 4,85 | 17,378 c |
| Por surco alternado, 0,4 atm | 13,44 | 5,21 | 22,770 a |
| Por surco alternado, 0,75 atm | 12,02 | 4,82 | 18,500 bc |
| Por surco en banda, 0,4 atm | 14,02 | 5,24 | 24,774 a |
| Por surco en banda, 0,75 atm | 14,30 | 5,20 | 23,290 a |
| Por surco cada dos hileras, 0,4 atm | 13,84 | 5,09 | 21,456 ab |
| Por surco cada dos hileras, 0,75 atm | 12,62 | 4,75 | 16,724 c |

¹N.S.: No significativo al nivel de 0,05 según Duncan.

²Los tratamientos unidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí, de acuerdo a la nueva prueba de rango múltiple de Duncan, nivel 0,05.

Cuadro 2 — Coeficientes de correlación entre componentes de rendimiento y otras variables estudiadas.

| | Nº de vainas por planta | Nº de granos por vaina | Peso de granos por planta |
|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| Nº de vainas por planta (X ₁) | — | 0,08 | 0,75** |
| Nº de granos por vaina (X ₂) | 0,08 | — | 0,46* |
| Peso granos por planta (X ₃) | 0,75** | 0,46* | — |
| Materia seca (X ₄) | 0,68** | 0,22 | 0,76** |
| Período siembra-floración (X ₅) | - 0,47* | 0,06 | - 0,22 |
| Período siembra-cuaja (X ₆) | - 0,39 | 0,12 | - 0,13 |
| Período siembra-vaina formada (X ₇) | - 0,33 | 0,18 | - 0,14 |
| Período siembra-maduración (X ₈) | 0,28 | 0,47* | 0,69** |
| Período floración-maduración (X ₉) | 0,39 | 0,47* | 0,75** |
| Rendimiento (X ₁₀) | 0,03 | 0,53* | 0,54** |
| Conductividad eléctrica (X ₁₁) | 0,53* | 0,05 | 0,27 |

* y ** Significativo al 5 y 1%, respectivamente.

El peso de los granos por planta estuvo altamente correlacionado con el número de granos por vaina y con el número de vainas por planta. Las correlaciones del Cuadro 2 indican que el período vegetativo, especialmente el período floración-maduración, afecta el peso de los granos.

Esta importancia del período floración-ma-

duración para obtener un mayor peso de los granos por planta queda ratificada por la función (2),

$$(2) \hat{Y} = -10,39 + 0,637 X_9^* \quad R = 0,755 \\ (0,117)$$

*Significativo al 5%.

En las correlaciones del Cuadro 2, tanto el número de vainas por planta como el peso de los granos por planta aparecen relacionados con la producción de materia seca; esto indicaría que al producirse un mayor desarrollo de las plantas se produciría un aumento en el número de vainas y peso de granos por planta.

Además, el número de granos por vaina y el peso de granos por planta están correlacionados significativamente y en forma positiva con el rendimiento, situación que indicaría que dichos componentes estarían participando en la variabilidad producida en el rendimiento final.

R E S U M E N

Se estudió el efecto de cuatro métodos y dos frecuencias de riego sobre el comportamiento de componentes de rendimiento en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.). Además se analizó el efecto sobre dichos factores de la salinidad del suelo, que a través del riego puede ser modificada.

Los métodos de riego correspondieron al riego por surco, riego por surco alternado, riego por surco en banda y riego por surco cada dos hileras, y las frecuencias de riego a 0,4 y 0,75 atm. Los componentes de rendimiento fueron número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de granos. Mediante coeficientes de correlación y ecuaciones de regresión se relacionaron con materia seca, período vegetativo, rendimiento y conductividad eléctrica del suelo.

El número de vainas por planta y el número de granos por vaina no se vieron afectados en forma significativa por métodos, frecuencias de riego y su combinación. Sin embargo, el peso de granos aumentó en forma significativa con la frecuencia de riego 0,4 atm.

Todos los componentes de rendimiento fueron afectados en forma significativa pero en diferentes magnitudes por el período vegetativo. Sólo el número de vainas por planta fue afectado por la salinidad del suelo. De los tres componentes de rendimientos estudiados, sólo el número de vainas por planta y el peso de granos por planta presentaron correlación con el rendimiento.

S U M M A R Y

EFFECTS OF IRRIGATION METHODS AND FREQUENCIES ON YIELD COMPONENTS IN BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)

We studied the effect of four methods and two frequencies of irrigation on yield components; in addition we determined the effect on the salt concentration of the soil solution and its relationship with these factors.

The treatments corresponding to furrow method on every row, furrow methods on alternate rows, furrow method on off-set rows and furrow method every two rows. The frequencies of irrigation were 0.4 and 0.75 atm. The yield components were number of pods per plant, numbers of seed per pod, and seed weight. Correlation coefficients and regression equations were used to relate with dry matter, vegetative period, yield, and electrical conductivity of soil solution.

Methods and frequencies of irrigation had no effects on number of pods per plant and number of seed per pod. The seed weight increased significantly with the 0.4 atm frequency.

The yield components were affected significantly but in different magnitude by the vegetative period. The number of pods per plant was affected by the soil salt content. It was determined that yield is correlated with seed weight and number of pods per plant.

LITERATURA CITADA

- BERNSTEIN, L. 1964. Salt tolerance of plants. U.S. Department of Agriculture. Agr. Inf. Bull. 283. 23 p.
- BLACKWALL, F. L. 1969. Effects of weather, irrigation and pod-removal on the setting of pods and the marketable yield of runners beans. J. Hort. Sci. 44: 371-384.
- BURMAN, R. and BOHMONT, D. 1961. Evaluating the growth rate of Great Northern beans as influenced by soil moisture level under greenhouse conditions, Agron. J. 53: 354-355.
- DUBETZ, S. and MAHALLE, P. S. 1969. Effect of soil water stress on bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at three stages of growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 479-481.
- GODOY, O. P., ABBAHAO, J., GODOY, C., GODOY, R. e PETTA, A. 1966. A irrigacao do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista de Agricultura (Brasil) 41: 145-153.
- MYERS, V. L., COREY, G. L., LE-BARON, M. and Mc MASTER, G. 1957. Irrigation of field beans in Idaho. Idaho Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 37. 16 p.
- ODEPA. 1971. Antecedentes estadísticos de los principales cultivos anuales y vinos. Ministerio de Agricultura. 23 p.
- ROBINS, J. S. and DOMINGO, C. E. 1956. Moisture deficits in relations to the growth and development of dry beans. Agron. J. 48: 67-70.
- ROJAS, G., PARODI, P. y BRAVO, A. 1974. Componentes de rendimiento en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.). Fitotecnia Latinoamericana (En Prensa).
- U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Traducido por N. Sánchez, E. Ortega, R. Vera y R. Chena. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México. Manual de Agricultura Nº 60. 172 p.
- ZIVER, A., ALVAREZ, M. y CAFATI, C. 1971. Titán, nueva variedad de frejol bayo para consumo en grano seco. Simiente 41 (3-4): 53.