

RELACIONES FUENTE-DEMANDA EN FRIJOL. II. EFECTO DE LA REMOCION DE FLORES SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

SOURCE-SINK RELATIONSHIP IN BEANS. II. FLOWERS REMOVAL EFFECT ON YIELD CHARACTERS

J. Alberto Escalante Estrada¹, Enrique Martínez Villegas¹, Luis E. Escalante Estrada²
y Josué Kohashi Shibata¹

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos para estudiar el efecto de la remoción manual de flores en *Phaseolus vulgaris* L. Uno de los cuales se realizó bajo condiciones de invernadero en 1984 (experimento I) con las variedades Cacahuatate 72 (C72) de hábito tipo I y Michoacán 12-A-3 (M12) de hábito tipo II; y otro en campo en 1987 (experimento II) con la variedad M12. Los tratamientos de remoción de flores para el primer experimento se iniciaron desde el comienzo de la floración como se describe a continuación: a) remoción de flores durante el primer cuarto del periodo de floración; b) durante el segundo cuarto y c) durante el tercer cuarto de dicho periodo. Para el experimento II la eliminación de flores se realizó en la primera y segunda mitad del periodo de floración. En ambos años el testigo consistió en plantas sin remoción. Las variedades estudiadas mostraron una respuesta diferente a los tratamientos. La variedad C12 por ejemplo, no mostró efecto ninguno de la remoción de flores en la producción de biomasa, rendimiento, ni sus componentes. En el caso de la variedad M12, la remoción de flores favoreció un incremento en el número de nudos, racimos y la biomasa; bajo condiciones de campo la remoción de flores en la primera mitad del periodo de floración se incrementó el número de vainas, semillas y el rendimiento. Se sugiere que el efecto de la remoción floral sobre la producción de biomasa y los componentes del rendimiento está relacionado con el tipo de hábito de crecimiento de la planta y con la etapa de eliminación de flores.

PALABRAS CLAVES ADICIONALES

Phaseolus vulgaris L., eliminación de flores, hábito de crecimiento, biomasa.

SUMMARY

Two experiments were carry out to study the effect of manual removal of flowers in *Phaseolus vulgaris* L. One in glasshouse conditions in 1984 (experiment I) with the cvs. Cacahuatate 72 (C72) of determinate growth habit (Type I) and Michoacán 12-A-3 (M12) of indeterminate bush bean growth habit (Type II). Other (experiment II) in field conditions in 1987 with M12. The treatments of flowers removal were applied at the beginning of flowering and consisted in, experiment I: a) removal of flowers during the first quarter of of the flowering period; b) removal of flowers during the second quarter and c) removal during the third quarter of such period. In the case of the experiment II flowers were removed during the first and second half of the flowering period. In both years the controls were intact plants. The varieties showed different response to the treatments. C12 for example, did not show any effect of the flowering removal on biomass production, nor on yield nor on its components. In M12 the removal of flowers caused an increase on node number, racime and biomass. Under field conditions, when the flowers were removed during the first half of flowering period, pad number, seed number and seed yield were increased. This suggest that the effect of flowers removal on biomass production and yield components are related to plant growth habit and to the phenological stage when the removal is carried out.

¹ Programa Docente de Botánica. Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. CP 56230 Montecillo, Texcoco, México.

² Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Iguala, Gro.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Phaseolus vulgaris L., flowering removal, growth habit, biomass.

INTRODUCCION

El número de flores en frijol es el resultado de la interacción entre el genotipo y el medio (Escalante *et al.*, 1989) y es un factor importante, ya que las flores más tarde se transforman en las vainas que determinan el rendimiento.

En frijol, el tiempo transcurrido entre la aparición de la primera y última flor, constituye el periodo de floración. Este periodo es variable dependiendo del hábito de crecimiento, de la variedad, la precocidad y las condiciones ambientales. (Escalante, 1986).

Por otra parte, Wareing y Patrick (1975), señalan que un fruto más desarrollado tiene prioridad en la demanda de fotosintatos sobre frutos más jóvenes, ocasionando así un menor crecimiento de éstos y la caída de los mismos. En la planta de frijol la caída de órganos reproductivos en sus diferentes categorías (botones, flores y vainas) puede estimularse por alteraciones en la fuente y demanda (Kohashi, 1979) y en los factores del ambiente como sequía (Mojarro, 1977), déficit de nutrimentos (Bayuelo, 1993) y ataque de plagas. Para estudiar el efecto de la caída de órganos reproductivos sobre el crecimiento y rendimiento, se recurre a la remoción manual de éstos.

Uno de los efectos de la remoción de flores es el retraso de la senescencia, tanto en frijol (Tanaka y Fujita, 1978; Santos, 1984; Escalante *et al.*, 1986) como en lenteja (Binnie y Clifford, 1981; Pandey, 1983).

Además, Binnie y Clifford (1981); Santos (1984); Martínez y Kohashi (1990) señalaron que el rendimiento agronómico del frijol de hábito indeterminado no es alterado con

la eliminación de flores por 15 días a partir del inicio de la floración, pero sí se han encontrado incrementos en el peso seco de estructuras vegetativas. Sin embargo, puesto que la floración en frijol es escalonada, (Escalante y Kohashi, 1993), el efecto de la remoción de flores sobre la biomasa y los componentes del rendimiento puede estar relacionado con la fase del periodo de floración en que ésta ocurra. Así, el objetivo de este estudio, fue determinar el efecto de la remoción de flores en diferentes etapas del periodo de floración sobre la producción de biomasa, el rendimiento de semilla y sus componentes en variedades de frijol de hábito de crecimiento determinado e indeterminado.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron dos experimentos en Chapingo, Méx. (19°N, 98°O y 2250 msnm); uno en condiciones de invernadero (experimento I) y otro de campo (experimento II). Los detalles de la metodología para cada experimento se describen a continuación.

Experimento I

Se realizó bajo condiciones de invernadero en macetas de plástico de 5L que contenían una mezcla de 2 partes de suelo rico en materia orgánica y una parte de arena de río. Se aplicó riego periódicamente para evitar que las plantas sufrieran estrés hídrico. Una vez por semana se aplicó un riego con solución nutritiva Weinhenstephan (Escalante, 1986). El promedio de temperatura máxima y mínima durante el desarrollo de las plantas fue de 32°C y 12°C, respectivamente. Las variedades de frijol utilizadas fueron: Cacahuete 72, (C72) de hábito determinado (Tipo I) y Michoacán 12-A-3 (M12), de hábito indeterminado arbustivo (Tipo II). La siembra se realizó el 5 de diciembre de 1984. Los tratamientos estudiados fueron: 1) sin remoción de flores o testigo (T1);

- 2) remoción diaria de flores durante el primer cuarto del periodo de floración (4 días para C72 y 5 días para M12, T2);
- 3) remoción diaria de flores durante la primera mitad del periodo de floración (8 días para C72 y 10 días para M12, T3);
- 4) remoción diaria de flores durante tres cuartos del periodo de floración (12 días para C72 y 15 días para M12, T4).

El diseño experimental fue completamente al azar con 4 repeticiones. Cada maceta fue una repetición.

Experimento II

Este experimento se realizó bajo condiciones de campo (suelo franco-arcilloso) con riego y una fertilización de 100-100-60 NPK por ha. La variedad M12 se sembró el 15 de mayo de 1987, a una densidad de población de 7.8 plantas/m², en surcos separados a 80 cm de distancia. El promedio de temperatura máxima y mínima durante el desarrollo del cultivo fue de 27°C y 10°C, respectivamente.

Los tratamientos consistieron en: 1) sin remoción de flores o testigo (T1); 2) remoción diaria de flores en la primera mitad del periodo de floración (T2); y 3) remoción de flores en la segunda mitad del periodo de floración (T3). La duración del periodo de floración fue 20 días aproximadamente. El diseño experimental fue bloques al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental consistió de 3 surcos de 3 m de longitud.

En ambos experimentos las variables en estudio fueron: rendimiento (peso seco de grano), número de semillas, peso de semilla, número de vainas, número de semillas por vaina, número de racimos, número de nudos y materia seca total, y la asignación de ésta en las diferentes estructuras.

RESULTADOS Y DISCUSION

En ambos experimentos se observó que la remoción de flores retrasó la madurez fisiológica, debido a un alargamiento del periodo reproductivo (Escalante *et al.*, 1989). La remoción diaria de flores incrementó el número de nudos y racimos por planta solamente en M12 (Figura 1a). Esto fue el resultado de una prolongación del crecimiento vegetativo durante el periodo reproductivo del frijol de hábito indeterminado, inducido por la eliminación de flores; lo que indica que los fotosintatos destinados para las flores y frutos, se canalizaron a los órganos vegetativos en crecimiento, generando así, mayor número de nudos y racimos. Resultados similares encontraron Martínez y Kohashi (1990) en frijol Negro-150 de hábito indeterminado trepador. En contraste, esto no ocurrió en la variedad C72 donde el crecimiento vegetativo termina una vez iniciada la floración (Kohashi, 1979).

En el experimento de invernadero, el número de vainas, semillas y en consecuencia el rendimiento (Figura 1b) no mostró cambios debido a la remoción de flores. Esto podría ser consecuencia de una compensación en "amarre" de las vainas, i.e. que la remoción de flores en las etapas en que aquí se realizó, favoreció el "amarre" de flores posteriores, lo que condujo a un número de vainas similar a la madurez fisiológica en las plantas de los tratamientos de remoción y el testigo, tal como fue consignado por Binnie y Clifford (1981); y Santos (1984). Así, debido a que no hubo diferencias significativas entre tratamientos de remoción de flores para el rendimiento y sus componentes, en el Cuadro 1 solamente se presentan los valores promedio de éstos para cada variedad.

En el experimento de campo, el mayor número de nudos, racimos, vainas, semillas y rendimiento (Cuadro 2) fue encontrado en

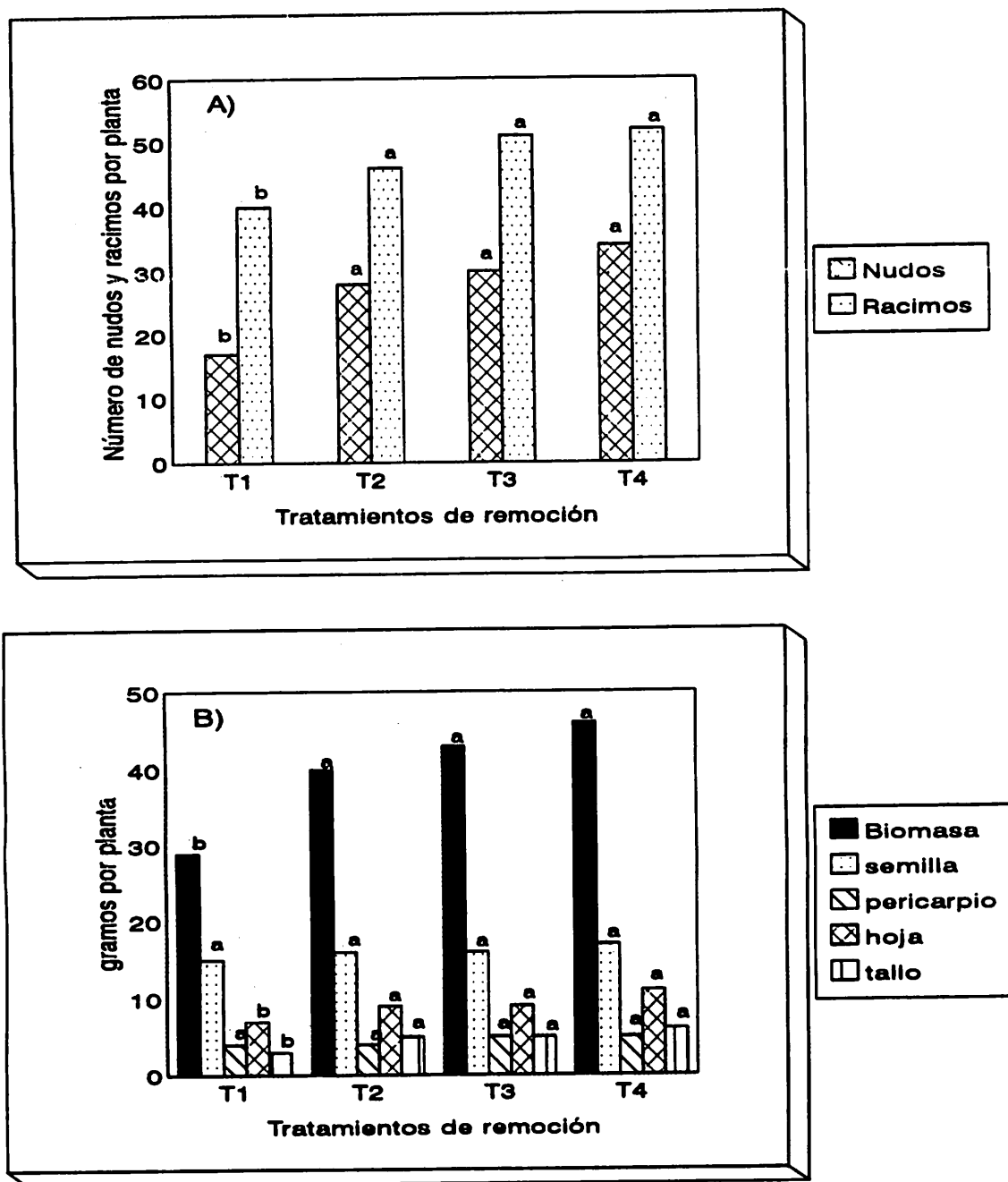


Figura 1. Número de nudos, racimos (A), biomasa y su asignación (B) en frijol cv. Michoacán 12-A-3 en función de la remoción de flores. Chapingo, Méx. 1984. Experimento I. T1 = Testigo (plantas intactas); T2, T3 y T4 = remoción de flores durante 5, 10 y 15 días a partir de la floración, respectivamente. Entre tratamientos, columnas con letra similar son estadísticamente iguales (DSH 0.05).

las plantas con remoción de flores en la primera mitad de la floración, debido a que las plantas de frijol bajo este tratamiento, desarrollaron una mayor estructura vegetativa (una fuente más grande) para lograr un mayor "amarre" de las flores que ocurrieron posteriormente; estas plantas también mostraron una mayor duración del periodo reproductivo. Esto indica que la manipulación de órganos reproductivos puede ser una alternativa para lograr incrementos en el rendimiento del frijol bajo condiciones de campo. Sin embargo, esta respuesta a la remoción de flores contrastó con la mostrada por M12 en el invernadero, en donde el rendimiento y el número de vainas no fueron afectados por los tratamientos, no obstante, que en las plantas donde se aplicó la remoción, el número de nudos (puntos potenciales de racimos y vainas) fue mayor. Esto sugiere que, las condiciones en que se desarrolló la planta bajo invernadero fueron más limitantes para lograr una mayor expresión del rendimiento. Por ejemplo, la maceta es una limitante física para el sistema radical, puesto que reduce el espacio de exploración para la extracción de nutrimentos y agua y se ha demostrado que la disponibilidad de

nutrimentos en el medio y el número de vainas a la madurez fisiológica están muy relacionados ($R^2 = 0.96^{**}$ Escalante y Escalante, 1992).

Cuadro 1. Rendimiento y componentes de dos variedades de frijol Cacahuete 72 y Michoacán 12-A-3 sembrados en invernadero en Chapingo, Méx. 1984.

Variable	Variedad	
	C72	M12
Rendimiento g/planta	19.2±(1.2)	16.0±(0.81)
Tamaño de semilla (mg)	368.7±(16.0)	182.5±(5.8)
Número de semillas/planta	52.2±(3.8)	87.7±(3.2)
Número de vainas/planta	11.7±(0.96)	17.7±(1.2)
Número de semillas/vaina	4.4±(0.13)	4.9±(0.21)

* Las diferencias entre tratamientos de remoción de flores no fueron significativas.

(#) Es la desviación estándar.

Cuadro 2. Rendimiento y sus componentes por m² en frijol Michoacán 12-A-3 en función de la remoción de flores. Chapingo, 1987. Experimento II.

Variable	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Rendimiento g/m ²	297 b	375 a	274 b
Tamaño de semilla (mg)	194 a	179 a	185 a
No. de semillas/m ²	1533 ab	2087 a	1477 b
No. de vainas/m ²	295 b	420 a	296 b
Semillas por vaina	5 a	5 a	5 a
No. de racimos/m ²	75 b	260 a	261 a
No. de nudos/m ²	315 b	486 a	439 a

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (DSH5%).

T1 = plantas intactas; T2 = remoción diaria de flores en la primera mitad del periodo de floración; T3 = remoción diaria de flores en la segunda mitad del periodo de floración.

Asimismo, la remoción de flores en la segunda mitad del periodo no ocasionó cambios en el rendimiento y sus componentes (Cuadro 2), lo que sugiere que el rendimiento fue determinado por las vainas que ocurren durante la primera mitad del periodo reproductivo. Esto concuerda con lo señalado por Prieto y Kohashi (1981), quienes encontraron que en el frijol variedad C72, las primeras vainas que ocurrieron durante el periodo reproductivo son las que determinaron en mayor parte el rendimiento.

Por otra parte, en ambos experimentos la remoción de flores no afectó el tamaño de semilla y número de semillas por vaina. Esta respuesta fue similar a la encontrada con la poda de tallos en frijol trepador (López y Kohashi, 1982), y también cuando se alteran factores del ambiente mediante la aplicación de sombreado (Escalante, *et al.* 1980), o bien cuando se restringe el creci-

miento inicial de las plántulas (Escalante y Kohashi, 1986). Esto indica que el tamaño de semilla y el número de semillas por vaina son los componentes del rendimiento de mayor estabilidad ante manipulaciones de la planta y del medio.

En cuanto a la biomasa y su asignación en los órganos que la constituyen, en ambos años los tratamientos de remoción de flores solamente incrementaron la magnitud de dichas variables en la variedad M12 de hábito indeterminado. Estos incrementos fueron más significativos en tallo y hoja (Cuadro 3 y Figura 1b), debido a que la remoción de flores estimuló el crecimiento vegetativo durante el periodo reproductivo de esta variedad, en contraste con C72, de hábito determinado, en donde esto no se observó. Resultados similares fueron consignados en frijol de hábito indeterminado trepador por Santos (1984) y Martínez y Kohashi (1990).

Cuadro 3. Biomasa y su asignación en los órganos de la planta del frijol Michoacán 12-A-3. Chapingo 1987. Experimento II.

Tratamientos	P e s o s e c o g / m ²					
	Biomasa	Grano	Pericarpio	Lámina foliar	Peciolo	Tallo
T1 (testigo)	992 b	297 b	360 b	25 b	52 b	258 b
T2	1411 a	375 a	503 a	59 a	94 a	380 a
T3	1130 ab	274 ab	408 ab	54 a	70 ab	325 ab

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales (DSH $P \leq 0.05$).

T1 = Plantas intactas; T2 = remoción diaria de flores en la primera mitad del periodo de floración; T3 = remoción diaria de flores en la segunda mitad del periodo de floración.

CONCLUSION

Las variedades estudiadas mostraron una respuesta diferente a la remoción de flores. En el cv. Cacahuatle 72 de hábito determinado (Tipo I) la eliminación de flores en cualquier etapa del periodo de floración no ocasionó cambios significativos en la biomasa, el rendimiento y sus componentes. En cambio en el cv. Michoacán 12-A-3 de hábito indeterminado (Tipo II), la eliminación de flores ocasionó incrementos en el número de nudos, número de racimos y la biomasa en ambos experimentos. Sólomente bajo condiciones de campo se incrementó el número de vainas, semillas y el rendimiento cuando la remoción de flores se aplicó en la primera mitad del periodo de floración. Finalmente, el tamaño de semilla y número de semillas por vaina no fueron afectados por la remoción de flores.

AGRADECIMIENTOS

A Sissi Hernández, por el trabajo mecanográfico.

BIBLIOGRAFIA

- Bayuelo J., J.S. 1993. Efecto de la restricción de nitrógeno en la dinámica de floración y abscisión de órganos reproductivos y su relación con el rendimiento en frijol *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. 160 pp.
- Binnie, R.C. and P.E. Clifford. 1981. Flower and pod production in *Phaseolus vulgaris* L. *Agric. Sci. Camb.* 97: 397-402.
- Escalante-Estrada, J.A.S., Josué Kohashi-Shibata y O.B. Gómez R. 1980. Efecto del sombreado artificial en tres épocas a partir de la floración sobre el rendimiento de semilla y sus componentes del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrociencia* 42: 5-16.
- _____, y _____. 1986. Influencia de la edad al trasplante en el rendimiento y sus componentes de variedades de *Phaseolus vulgaris* L. de guía trepador. *Agrociencia*. 65: 51-59.
- Escalante E., L.E. 1986. Efecto de la eliminación manual de órganos reproductivos sobre el periodo de floración en *Phaseolus vulgaris* L. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 138 pp.
- _____, S. Miranda C., J. Kohashi-Shibata, y J.A.S. Escalante Estrada. 1989. La eliminación manual de órganos reproductivos: su efecto en el periodo de floración y en la edad a la madurez fisiológica en *Phaseolus vulgaris*. *Revista Turrialba*. 39: 40-45.
- _____, y J. Alberto Escalante E. 1992. Los componentes del rendimiento en *P. vulgaris* L. y su respuesta al nitrógeno. pág. 272. En: *Memorias del XXV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. Acapulco, Gro. México.
- Escalante-Estrada, J.A. y J. Kohashi Shibata. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Mpio. de Texcoco, Méx. 84 pp.
- Kohashi-Shibata, J. 1979. Fisiología. En: *Contribuciones al conocimiento del frijol (Phaseolus)* en México. E.M. Engleman (ed). Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. pp. 39-57.
- López-Castañeda, C. y J. Kohashi-Shibata. 1982. Efecto de la poda en la producción de semilla de etapa frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de hábito indeterminado y guía larga. *Agrociencia* 60: 37-60.
- Martínez V., E. y J. Kohashi-Shibata. 1990. Efecto de la remoción de flores en el rendimiento y sus componentes del frijol Negro 150 (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrociencia. Serie Fitociencia* 1: 65-76.

- Mojarro D, F. 1977.** Efecto de la sequía en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Aspectos fisiológicos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 147 pp.
- Pandey, R.K. 1983.** Effect of leaf and flower removal on seed yield of lentil (*Lens esculenta* L.). J. Agric. Sci. 100(2): 493-503.
- Prieto Barrera, V. y J. Kohashi-Shibata. 1981.** El orden de antesis y la ubicación de flores: su relación con el rendimiento y sus componentes en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de hábito determinado cv. Cacahuate 72. Chapingo, Nueva Epoca. Nos. 29-30. 34-37.
- Santos V., J.C. 1984.** Efecto de cortes de ejotes y remoción de flores en un frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ejotero de hábito determinado. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 104 pp.
- Tanaka, A. y K. Fujita. 1979.** Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. Jour. of Fac. Agric. Hokkaido University. 59: 145-238.
- Wareing, P.F. and J. Patrick. 1975.** Source-Sink relations and partition of assimilates in the plant. Photosynthesis and productivity in different environments. Inter. Bio. Prog. Vol. 3: 481-499. Cambridge. University Press.