

La Eliminación Manual de Organos Reproductivos: su Efecto en el Período de Floración y en la Edad a la Madurez Fisiológica en *Phaseolus vulgaris* L.¹

L.E. Escalante*, S. Miranda*, J. Kohashi-Shibata*, J.A.S. Escalante*

ABSTRACT

In plant breeding, a longer flowering period might be desirable to provide pollen for controlled crosses. Various patterns of manual removal of flowers and young pods were tried at three planting dates (5-XII-84, 4-I-85, 4-II-85) to ascertain their effect on the length of the flowering period and the age at physiological maturity. A bean variety with a determinate growth habit (type I) and another with an indeterminate bush habit (type II) were planted in pots in a greenhouse. Results: for both varieties and three dates of planting, the flowering period and the age at physiological maturity were lengthened when flowers were removed as they appeared. The same thing happened when flowers were permitted to develop into young pods, but all pods and the flowers which appeared afterwards were removed. On the other hand, there was no difference (compared to the intact control) when the first pods were allowed to develop fully and all flowers which appeared afterwards were removed. Planting dates did not affect significantly the age at physiological maturity.

INTRODUCCION

En una planta de frijol, el tiempo transcurrido entre la antesis de la primera y la última flor, constituye el periodo de floración. La duración de este periodo dependerá del hábito de crecimiento, de la variedad y de las condiciones ambientales.

En el frijol, la floración es escalonada y las flores formadas hacia el final del periodo no se convierten en vainas maduras, pero, pueden servir como fuente de polen en el fitomejoramiento. Para este fin, es conveniente que la duración del periodo de floración sea lo más larga posible.

Existen algunas alternativas para tratar de prolongar el periodo de floración. Una de ellas consiste en la eliminación manual de órganos reproductivos, la cual se utilizó en el presente trabajo Wien *et al.* (4), Tanaka y Fujita (12), Binnie y Clifford (2), Pandey

COMPENDIO

En el mejoramiento genético, puede ser deseable alargar el periodo de floración para prolongar la disponibilidad del polen necesario en los cruzamientos. En este trabajo se probaron varios patrones de eliminación de flores y vainas jóvenes, en tres fechas de siembra (5-XII-84, 4-I-85, 4-II-85), para determinar su efecto en la longitud del periodo de floración y en la edad a la madurez fisiológica. Se utilizó una variedad de frijol de hábito determinado (tipo I) y otra de hábito indeterminado arbustivo (tipo II). Estas variedades se desarrollaron en macetas en el invernadero. Resultados: en las dos variedades y las tres fechas de siembra, tanto en el periodo de floración como la edad a la madurez fisiológica, se alargaron cuando se eliminaron las flores conforme aparecieron y también, cuando se permitió que las primeras flores se transformaran en vainas inmaduras, pero, tanto éstas, como las flores subsiguientes, fueron eliminadas posteriormente. Por otro lado, no hubo diferencia entre el testigo intacto y la forma de eliminación donde se dejó que las primeras vainas completaran su desarrollo y en la cual se eliminaron todas las flores que fueron apareciendo posteriormente. Las fechas de siembra no afectaron de manera significativa la edad a la madurez fisiológica.

(6) y Santos (9) coinciden en señalar que, cuando en las plantas de frijol se eliminan las primeras flores o sus vainas, antes de que la planta alcance la madurez fisiológica, se prolonga el periodo de floración y el ciclo de desarrollo.

La presente investigación tuvo como objetivo determinar, en tres fechas de siembra, el efecto de la remoción manual de órganos reproductivos, sobre la longitud del periodo de floración y la madurez fisiológica, en frijol de dos diferentes hábitos de crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó, bajo condiciones de invernadero, en Chapingo, estado de México (19°30'N, 98°51'O y 2250 msnm), empleando tres fechas de siembra (5-XII-84, 4-I-85, 4-II-85). Se utilizó frijol *Phaseolus vulgaris* L. variedad Cacahuatate 72 (C-72), de hábito de crecimiento arbustivo (tipo I de CIAT) y la variedad Michoacán 12-A-3 (M-12), de hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (tipo II de CIAT) (3).

¹ Recibido para publicación el 17 de enero 1988

* Estudiante, profesores investigadores e investigador docente, respectivamente. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 56230

La temperatura máxima fue de $32 \pm 1^\circ\text{C}$ durante los meses de diciembre a febrero, de $36.5 \pm 1.5^\circ\text{C}$ en los meses de marzo y abril y de 40°C de mayo a junio. La temperatura mínima fue de $10 \pm 1^\circ\text{C}$ durante los meses de diciembre a marzo y $13.6 \pm 1.4^\circ\text{C}$ de abril a junio. El número de horas diarias de luz fue de 11.3 ± 0.25 en diciembre y enero, y a partir de febrero presentó un incremento de 0.4 horas por mes, hasta alcanzar el 15 de junio, 15.5 horas.

Para determinar el período de floración se realizó una siembra (4-I-84) previa a esta investigación y se encontró que fue de 16 días en C-72 y de 20 días en M-12. Estos períodos, que concuerdan con los consignados, para Chapingo, por Prieto y Kohashi-Shibata (8), Villarreal (13) y Ballesteros (1), se tomaron en cuenta para determinar la duración de los lapsos de eliminación de órganos reproductivos.

El diseño experimental utilizado fue bloques completamente al azar, con tres repeticiones, considerando como unidad experimental dos plantas (cada planta sembrada en una maceta de 19 cm de diámetro por 15 cm de altura). Los tratamientos para ambas variedades fueron: una combinación de formas (I, II, III y IV) y lapsos (A,B,C y D): I (testigo), sin eliminar las estructuras reproductivas (botones, flores y vainas); II, dejar intactas las estructuras reproductivas

desde el inicio de la floración hasta cierta fecha (4, 8, 12 días del período de floración para C-72 y 5, 10, 15 para M-12, respectivamente, IIA, IIB y IIC), después de la cual se eliminan las flores que aparezcan posteriormente; III, eliminación de flores desde el inicio de la floración hasta cierta fecha (4, 8, 12, 16 días para C-72 y 5, 10, 15, 20 para M-12, respectivamente, IIIA, IIIB, IIIC y IIID), después de la cual se dejan desarrollar; IV, dejar las estructuras reproductivas desde el inicio de la floración hasta cierta fecha (4, 8, 12 días para C-72 y 5, 10, 15 para M-12, respectivamente, IVA, IVB y IVC) en la cual se eliminan, así como las flores que aparezcan posteriormente.

Las plantas se regaron tres veces por semana, dos de ellas con 750 ml de agua en cada ocasión y una con 250 ml de solución nutritiva de Weihenstephan (7).

Durante el experimento, se registraron los siguientes datos por planta: inicio y final de floración (cuando ocurrió en la planta, la antesis de la primera y última flor, respectivamente); período de floración (lapso entre inicio y final de floración); edad a madurez fisiológica o días a madurez fisiológica (cuando la planta presentó su última vaina en estado seco); período entre final de floración y madurez fisiológica; número total de nudos; y número de inflorescencias.

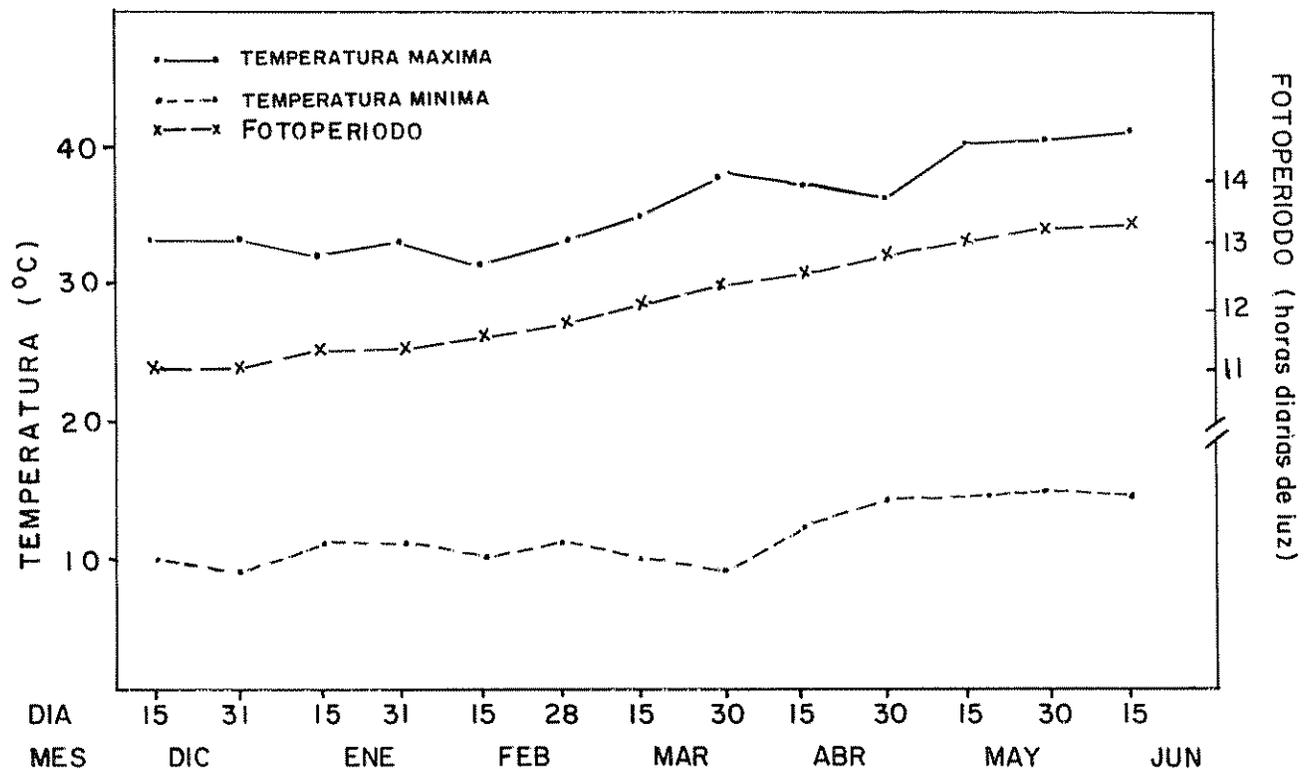


Fig. 1. Temperatura y fotoperíodo registrados durante el experimento. Cada punto representa el promedio de 15 días.

El análisis de varianza se realizó con las variables anteriormente señaladas y para determinar diferencias entre medias de tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Variedades

La precocidad de las variedades estuvo relacionada con su hábito de crecimiento, lo cual concuerda con lo señalado por el CIAT (3) y Solórzano (10) quienes, manejando una gran diversidad de variedades, consiguieron que las plantas de frijol de tipo I (como la C-72), eran más precoces en comparación con las de tipo II (como la M-12). Así el número de días a madurez fisiológica (86.4 en C-72 y 94.9 en M-12) e inicio de floración (41.7 en C-72 y 53.8 en M-12), fueron significativamente menores en C-72 que en M-12. Los valores de estas variables fueron diferentes a los obtenidos en Chapingo por Prieto y Kohashi Shibata (8), Villarreal (13) y Ballesteros (1) quienes, en sus trabajos, incluyeron por lo menos una de ellas, como se consigna en Materiales y Métodos. El período de floración fue más corto (12.4 y 13.7 días para C-72 y M-12) que el que se encontró previo al experimento (16 y 20 días para C-72 y M-12).

Fechas de siembra

En ambas variedades, a la primera fecha de siembra (5-XII-84), correspondió la mayor longitud, tanto del período de floración como de la edad a la madurez fisiológica (Cuadro 1). Adicionalmente, se determinó que las fechas de siembra no influyeron, de manera significativa, en el lapso a inicio de floración ni entre fin de floración y madurez fisiológica. Estos fueron, respectivamente, de 41 y 31 días para C-72 y de 56 y 28 días para M-12.

Formas de eliminación

Las respuestas de las variedades a las formas de eliminación fueron similares en las tres fechas de siembra. Las plantas de frijol (C-72 y M-12), sometidas a la forma de eliminación IV (lapsos de eliminación A, B, C), tuvieron un período de floración más prolongado y requirieron de un mayor número de días para llegar a la madurez fisiológica que las plantas testigo (I, sin eliminación) y que aquellas a las cuales se aplicaron las formas de eliminación II y III en sus varios lapsos de eliminación de órganos reproductivos (Cuadro 2). Un comportamiento similar se observó en la forma de eliminación III en relación a la II y al testigo.

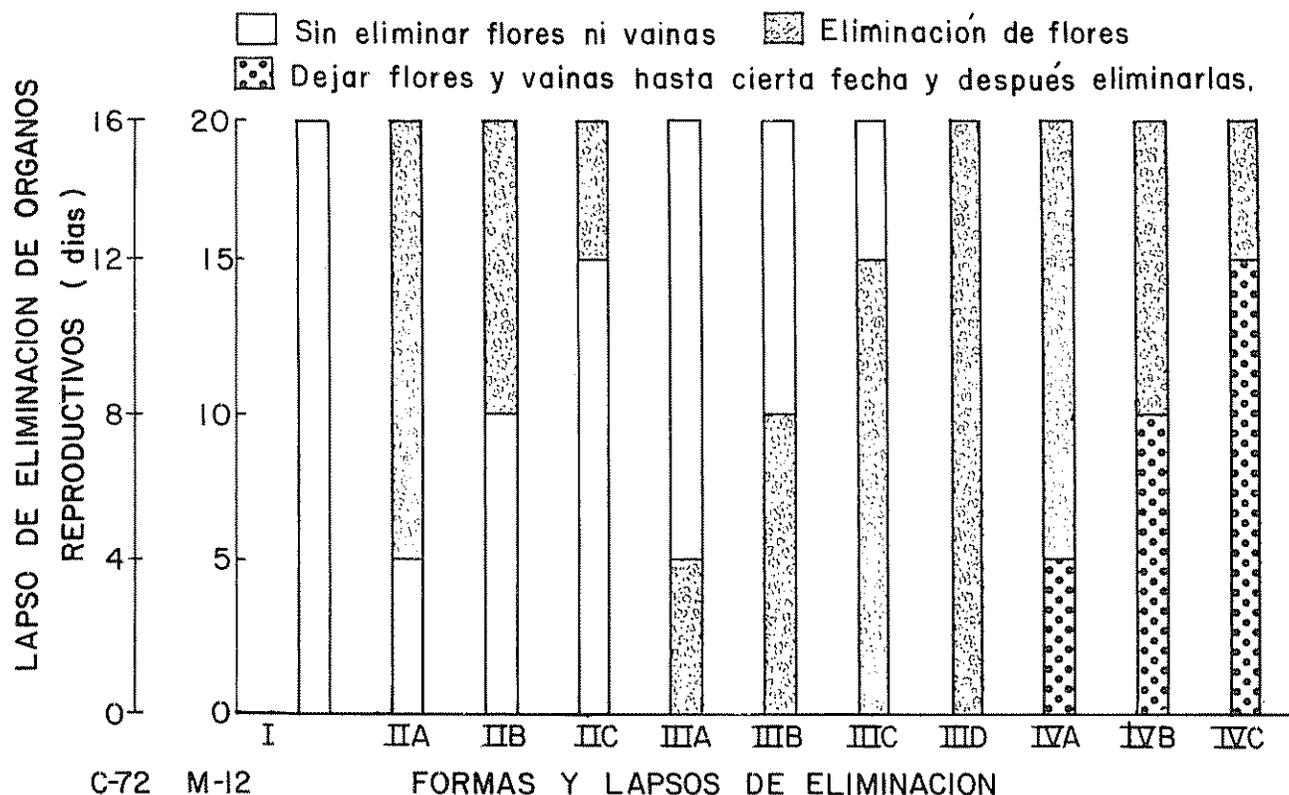


Fig. 2. Formas (I, II, III, IV) y lapsos (A, B, C, D) de eliminación de órganos reproductivos en las variedades de frijol Cacahuete 72 y Michoacán 12-A-3

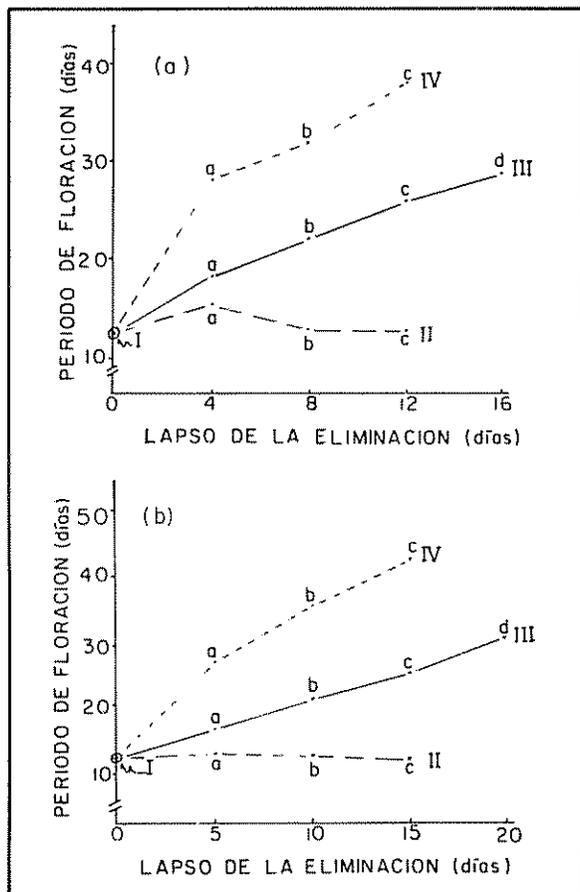


Fig 3. Efecto en el período de floración del frijol, de la eliminación de órganos reproductivos, (a) variedad Cacahuete 72, y (b) variedad Michoacán 12-A-3. Cada punto representa el promedio de las tres fechas de siembra (18 plantas). Para la explicación de los tratamientos, ver la Fig. 2.

En contraste, la forma de eliminación II (lapsos A, B, C) y el testigo presentaron similares períodos de floración y número de días a madurez fisiológica en ambas variedades (Cuadro 2).

En los resultados anteriores se observa que el período de floración y la edad a la madurez fisiológica de C-72 y M-12, se pueden prolongar cuando se realizan las formas de eliminación III y IV. Esta prolongación se debió a que dichas plantas liberaron el crecimiento de yemas axilares que dieron origen a nuevas ramas, y éstas a nudos, inflorescencias (Cuadro 2) y flores. Consecuentemente, también la senescencia se retrasó. Esto parece indicar que en el frijol existe una cierta capacidad de la fuente de fotosintatos para satisfacer la demanda principal (flores y vainas) de tal manera que, si esta demanda se elimina, los fotosintatos disponibles se canalizan primero hacia el desarrollo de nuevas estructuras vegetativas y posteriormente hacia estructuras reproductivas (2, 6, 9, 12).

Otra explicación consiste en aceptar la operación de un mecanismo hormonal, de tal manera que la eliminación de los primeros órganos reproductivos que aparecen en la planta, puede inducir un cambio en la relación entre promotores e inhibidores del crecimiento favoreciendo a los primeros, como lo indican las evidencias presentadas por Davis *et al* (4) y Lindoo y Noodén (5), para el caso de los primeros frutos de soya. La predominancia de los promotores ocasiona que se estimule la liberación de yemas axilares y el crecimiento de nuevas ramas y los concomitantes órganos reproductivos, prolongando así el período de floración y retrasando la senescencia (11).

Los datos obtenidos con la forma de eliminación II, cuando se dejaron desarrollar los primeros frutos y se eliminaron todas las flores que aparecieron con posterioridad a cierta fecha, indican que bastó un lapso de eliminación de cuatro o cinco días para que el período de floración y la edad a la madurez fisiológica y consecuentemente, la senescencia, fueran similares al testigo, sin eliminación de órganos reproductivos. Lo anterior suscita la pregunta de que si la presencia de los frutos que aparecen en los primeros cuatro o cinco días es suficiente para lograr que la relación hormonal se desplace en favor de los inhibidores. La contestación a esta pregunta requiere ser investigada.

Con la eliminación de órganos reproductivos, ocurrieron ciertos patrones de respuesta, de acuerdo con la longitud del lapso de dicha eliminación, por lo cual

Cuadro 1. Efecto de la interacción variedad-fecha de siembra en el período de floración y en la edad a la madurez fisiológica del frijol variedad Cacahuete 72 (C-72) y Michoacán 12-A-3 (M-12) en tres fechas de siembra. Cada cifra representa el promedio de 66 plantas.

Fecha de siembra	Período de floración* (días)		Edad a madurez* fisiológica (días)	
	C-72	M-12	C-72	M-12
5-XII-84	23.0 a	24.6 a	96.0 a	110.0 a
4-I-85	21.8 b	23.8 b	93.4 b	107.6 b
4-II-85	21.8 b	23.7 b	92.0 b	106.9 b
C.V.**	3.1	2.0	2.2	1.5

* Las diferencias entre variedades fueron estadísticamente significativas Tukey ($\alpha = 0.05$). Promedios con la misma letra, dentro de columnas, son estadísticamente iguales.

** Coeficiente de variación.

Cuadro 2. Efecto de la eliminación de órganos reproductivos en: (i) el período de floración; (ii) la edad a la madurez fisiológica del frijol, variedad Cacahuete 72 (C-72) y Michoacán (M-12); (iii) el número de estructuras en ambas variedades. Cada punto representa el promedio de las tres fechas de siembra, 18 plantas para (i) y (ii) y de 36 plantas para (iii); para la explicación de los tratamientos consultar Materiales y Métodos.

Formas	Lapsos	Período de floración (días)		Edad a madurez fisiológica (días)		No. Total de nudos*	No. de inflorescencias
		C-72	C-12	C-72	M-12		
I	—	12.4 g	13.7 g	86.4 c	94.9 f	21.3 d	11.0 b
II	A	16.5 fg	15.3 fg	91.0 de	99.0 ef	23.2 d	11.9 b
	B	12.8 fe	13.9 g	85.4 e	95.3 f	21.1 d	11.6 b
	C	12.2 g	13.6 g	86.7 e	96.5 f	23.1 d	12.2 b
III	A	15.8 ef	16.9 f	87.9 d	98.0 e	24.2 cd	14.0 b
	B	22.0 d	21.7 e	90.2 de	103.7 de	28.6 c	17.5 ab
	C	25.6 c	25.4 d	93.0 cd	107.0 cd	29.3 c	18.4 ab
	D	28.3 bc	30.7 c	97.6 bc	113.4 b	38.3 b	23.4 a
IV	A	28.0 bc	30.7 c	99.0 b	112.3 bc	36.3 b	22.9 ab
	B	30.9 b	35.5 b	101.1 b	116.2 b	38.5 b	23.4 a
	C	37.5 a	43.4 a	109.3 a	126.1 a	45.1 a	24.5 a
C.V.		10.2	12.0	4.0	4.5	27.7	29.1

* Comprende los del tallo principal y ramas

Nota: Promedio con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales. Tukey (0.05).
C.V. = Coeficiente de variación.

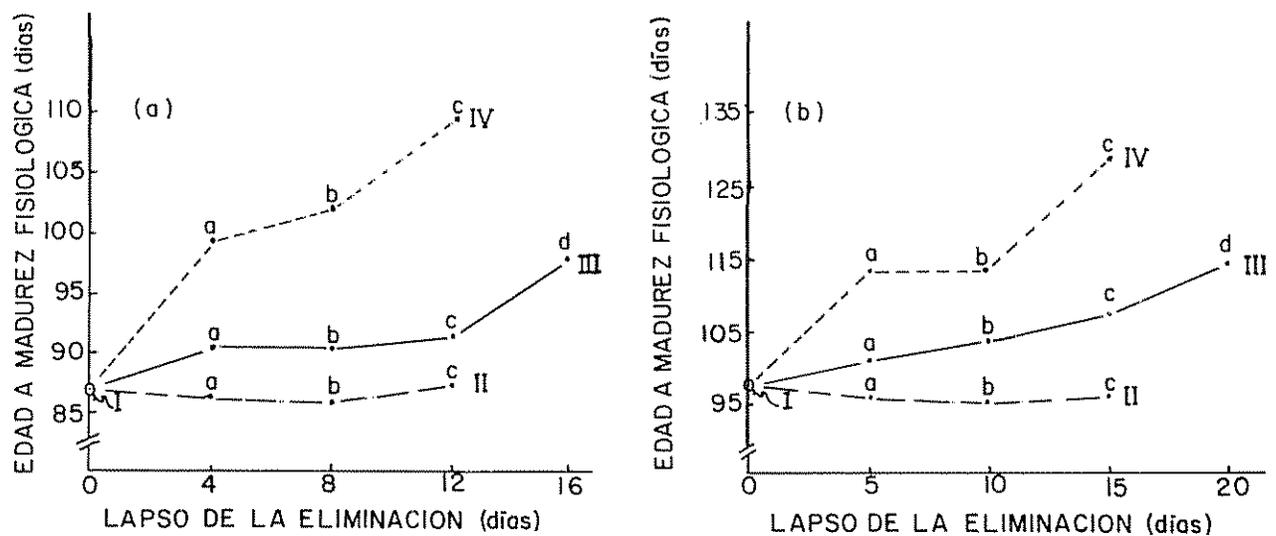


Fig. 4 Efecto en la madurez fisiológica del frijol, de la eliminación de órganos reproductivos, (a) variedad Cacahuete 72, y (b) variedad 12-A-3. Cada punto representa el promedio de las tres fechas de siembra (18 plantas) Para la explicación de los tratamientos, ver la Fig. 2.

esto se ha tomado en cuenta para la presentación de los resultados.

Cuando se sometieron las variedades C-72 y M-12 a las formas de eliminación III y IV, mientras mayor fue el lapso que duró la eliminación de órganos reproductivos, mayor fue el período de floración y la edad a la madurez fisiológica. Por ejemplo, cuando la eliminación de órganos reproductivos se realizó a los 12 y 15 días, en C-72 y M-12, respectivamente, sus períodos de floración y edad a la madurez, fueron mayores que cuando dicha eliminación se realizó a los 8 y 10 días, respectivamente. Sin embargo, esto no ocurrió en las plantas a las cuales se les practicó la forma de eliminación II, en la cual no hubo diferencia debida a la duración del lapso de eliminación (Cuadro 2).

Se observó que, dentro de una forma de eliminación correspondiente a un lapso largo, se liberó el cre-

cimiento de un mayor número de yemas que en las de lapso corto. Dichas yemas dieron origen a nuevas ramas y nudos, inflorescencias (Cuadro 2) y flores. Esto prolongó el período de floración y retrasó la senescencia de la planta. Para este comportamiento de la planta, en relación al lapso de la eliminación, se puede aceptar la misma explicación que se dio anteriormente para las formas de eliminación

CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo señalado y los resultados obtenidos, se concluye que: la eliminación manual de órganos reproductivos alarga el período de floración y la edad a la madurez fisiológica de las plantas de frijol. Este comportamiento fue similar en las dos variedades y las tres fechas de siembra utilizadas

LITERATURA CITADA

- BALLESTERO, P., G.A. 1982. El sombreado artificial en un frijol indeterminado arbustivo, efectos morfológicos y fisiológicos. Tesis Mag. Sci. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 249 p.
- BINNIE, R.C.; CLIFFORD, P.E. 1981. Flower and pod production in *Phaseolus vulgaris* L. Journal of Agricultural Science 97:397-402.
- CIAT (COL.). 1980. Descripción de los hábitos de crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. Informe Anual del frijol. Cali. 85 p.
- DAVIS, P.J.; PROEBSTING, W.M.; GIAFNA, I.J. 1977. Hormonal relationships in whole plant senescence. Ed. by P.E. Pilet. In Plant growth regulation. Berlin, Springer-Verlag p. 273-280.
- LINDOO, S.J.; NOODEN, L.D. 1977. Studies on the behavior of the senescence signal in anoka soybean. Plant Physiology 59:1135-1140.
- PANDEY, R.K. 1983. Effect of leaf and flower removal in seed yield of lentil (*Lens esculenta* L.). Journal of Agricultural Science 100:493-503.
- PENNINGSFELD, F.; KURZMANN, P. 1975. Cultivos hidropónicos y en turba. Madrid, Mundi Prensa. 310 p.
- PRIETO B., V.; KOHASHI-SHIBATA, J. 1981. El orden de antesis y la ubicación de las flores: su relación con el rendimiento y sus componentes en frijol, *Phaseolus vulgaris* L., de hábito determinado Cv. Cacahuete-72. Nueva Epoca (Méx.) no. 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 Mag. Sci. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 72 p.
- SOLORZANO V., R. 1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en *Phaseolus vulgaris* L. Tesis Mag. Sci. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, 72 p.
- SUBHADRABANDHU, D.; DENNIS, F.G.; ADAMS, M.W. 1978. Abscission of flower and fruits in *Phaseolus vulgaris* L. The relationship between pod abscission and endogenous abscisic, phaseic and dihydrophaseic acid in pedicels and pods. Journal of the American Society for Horticultural Science 103:565-567.
- TANAKA, A.; FUJITA, K. 1979. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. J. Fac. Agric. Hokkaido Univ 59:145-238.
- VILLAREAL, M., A.G. 1981. Resistencia a la sequía V. Condicionamiento a la sequía en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ajustes morfológicos y osmóticos. Tesis Mg. Sci. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 188 p.
- WIEN, H.C.; SANDSTED, F.R.; WALLACE, D.H. 1973. The influence of flower removal on growth and seed yield of *Phaseolus vulgaris* L. Journal of the American Society for Horticultural Science 98:45-49.