

RELACIONES FUENTE-DEMANDA EN FRIJOL. I. EFECTO DE LA REMOCION FOLIAR SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

SOURCE-SINK RELATIONSHIP IN BEANS. I. LEAF REMOVAL EFFECT ON YIELD CHARACTERS

J. Alberto Escalante Estrada, Enrique Martínez Villegas, María Teresa Rodríguez González
y Josue Kohashi Shibata¹

RESUMEN

El tamaño de la fuente de fotosintatos (área foliar) puede ser un factor limitante del rendimiento en frijol común. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la remoción foliar sobre el rendimiento y sus componentes en frijol. Se realizaron experimentos de invernadero (I) y de campo (II) en Iguala, Gro. (1986) y Chapingo, Méx. (1987), respectivamente. Se utilizó la variedad Michoacán 12-A-3 de hábito indeterminado arbustivo. Los tratamientos de remoción foliar se aplicaron al inicio de la floración. En el experimento I, se eliminaron 1 ó 2 foliolos laterales o el total de las hojas localizadas en los estratos inferior, medio y superior de la planta. En el experimento II, se eliminaron los 2 foliolos laterales en toda la planta en la primera o segunda mitad de la floración. El testigo en ambos ensayos fueron plantas intactas. Las plantas con remoción de 66% en cualquier etapa del periodo de floración y la remoción de todas las hojas de cualquier estrato mostraron un número de vainas, semillas y rendimiento significativamente menor que la remoción de uno de los foliolos y el testigo intacto. Por otra parte, la remoción de todas las hojas redujo el rendimiento en un 95%. Esto sugiere que los peciolos, tallos y pericarpios, sólo proporcionaron los fotosintatos para obtener un rendimiento equivalente al 5% del testigo.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Phaseolus vulgaris, estratos, rendimiento, fotosintatos.

¹ Programa de Botánica. Instituto de Recursos Naturales del Colegio de Postgrados, C.P. 56230 Montecillo, Texcoco, México.

SUMMARY

The leaves are the main supply of photosynthates and constitute the source. Source size (leaf area) might be a limiting factor for seed yield in the common bean. The objective of the present research was to evaluate the effect of leaf removal on yield and its components in common beans. In this regard, greenhouse (I) and field (II) experiments were conducted at Iguala, Gro. (1986) and Chapingo, Méx. (1987) respectively, using Michoacán 12-A-3, an indeterminate bush bean cultivar. Leaflet removal treatments were given at the beginning of the flowering stage and in the experiment I consisted of the removal of either 1 or 2 of the lateral leaflets (33% and 66% of the leaf area) or all the leaflets from leaves located in the lower, middle and upper stratum of the plant. In the experiment II, treatments consisted of the removal of 66% of the leaf area in the first or second half of the flowering period. In both experiments, intact plants were used as controls. The removal of 66% and of all the leaves from either upper, middle or lower stratum significantly decreased seed yield per plant in comparison to the control and the removal of 33% of the leaf lamina. The removal of 66% of the leaf area in the first or second half of the flowering period, significantly decreased pod number, seed number and seed yield. Removal of all the leaf lamina decreased seed yield by 95%, suggesting that petioles, stem and pericarps, might supply some photosynthates for seed yield.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Phaseolus vulgaris, strata, yield, photoassimilates.

INTRODUCCION

Las hojas son la principal fuente de fotosintatos, para la demanda que presentan los frutos y semillas en crecimiento. En frijol,

el tamaño de la fuente (área foliar) puede ser un factor que limite el rendimiento (Wareing y Patrick, 1975; Kohashi, 1979).

Wareing *et al.* (1968) y Madrid (1988) encontraron que al defoliar parcialmente una planta de frijol, la velocidad de fotosíntesis de las hojas que permanecían en ella se incrementó a los cuatro días después de la aplicación del tratamiento y que lo mismo ocurrió con el nivel de clorofila y enzimas fijadoras de CO₂ (Meidner, 1970). Esto sugiere que en la planta intacta las hojas no están operando a su tasa de fotosíntesis máxima.

Fanjul (1978), al evaluar tratamientos de defoliación parcial en frijol de guía Flor de Mayo (X16441), concluyó que esta variedad produce más área foliar de la necesaria para satisfacer la demanda constituida por el número de vainas y semillas por planta a la cosecha.

Tanaka y Fujita (1979), encontraron que al remover todas las hojas de la planta, después de 23 y 31 días de haber iniciado la floración, se redujo el número de vainas por planta, de granos por vaina y el peso de 1000 granos.

Por otra parte, la posición que ocupaban las hojas removidas en el dosel vegetal, también es importante. Así, Pandey (1983) encontró en lenteja que cuando se eliminaron las hojas situadas debajo de la primera flor o vaina, el rendimiento de grano no fue afectado. Sin embargo, la eliminación de las hojas sobre la primera flor redujo el rendimiento significativamente (64%). Las flores que ya estaban formadas y los frutos jóvenes sufrieron abscisión como resultado de un reducido suministro de fotosintatos.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la alteración de la fuente mediante la remoción foliar en diferentes

estratos del dosel y épocas del periodo reproductivo sobre el rendimiento y sus componentes en frijol.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron experimentos en dos localidades utilizando la variedad de frijol Michoacán 12-A-3 de hábito indeterminado arbustivo (ciclo de 120 días en Chapino). Los detalles de la metodología se presentan por separado para cada localidad.

Experimento I

El trabajo se realizó en Iguala, Gro. (18°N, 99°O y 635 msnm) del 13 de junio al 17 de septiembre de 1986, bajo condiciones de riego en invernadero. La temperatura promedio máxima y mínima, fue de 33°C y 21°C, respectivamente. El frijol fue sembrado en macetas de barro de 5 L de capacidad que contenían una mezcla de suelo de 1/3 de materia orgánica, 1/3 de arcilla y 1/3 de arena de río. La fertilización por maceta fue equivalente a 100-100-00 de NPK por ha, aplicada antes de la siembra. Cada maceta fue regada cuando la humedad del suelo llegó al 50% de capacidad de campo, lo que se determinó por el método gravimétrico. Los tratamientos de defoliación fueron aplicados al inicio de floración (etapa R6, Escalante y Kohashi, 1993) y consistieron en la remoción de 1 ó 2 de los foliolos laterales (33% ó 66% del área foliar), o todos los foliolos de las hojas localizadas en: a) el estrato inferior de la planta (del 1° al 4° nudo sobre los cotiledones); b) estrato medio (del 5° al 6° nudo); y c) estrato superior (del 8° al 10° nudo) (Figuras 1 y 2). Plantas intactas fueron utilizadas como testigo.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 repeticiones. La unidad experimental fue una maceta con una planta.

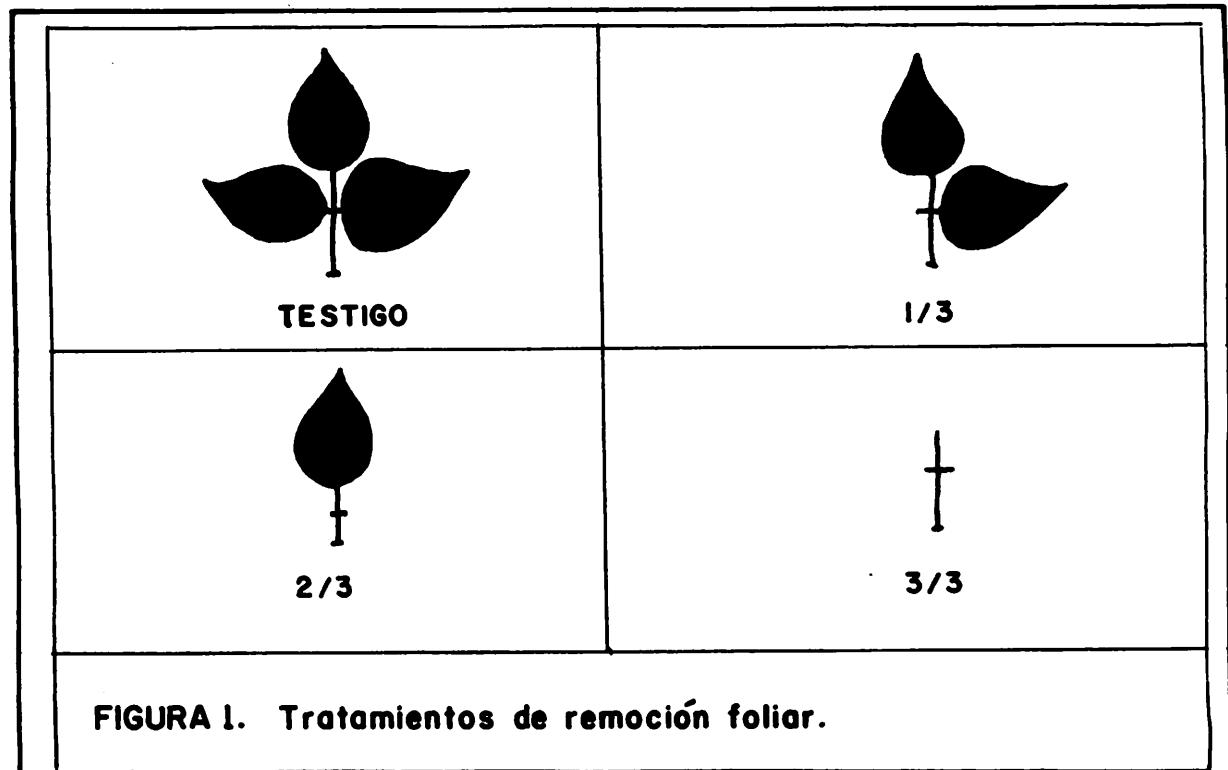


FIGURA 1. Tratamientos de remoción foliar.

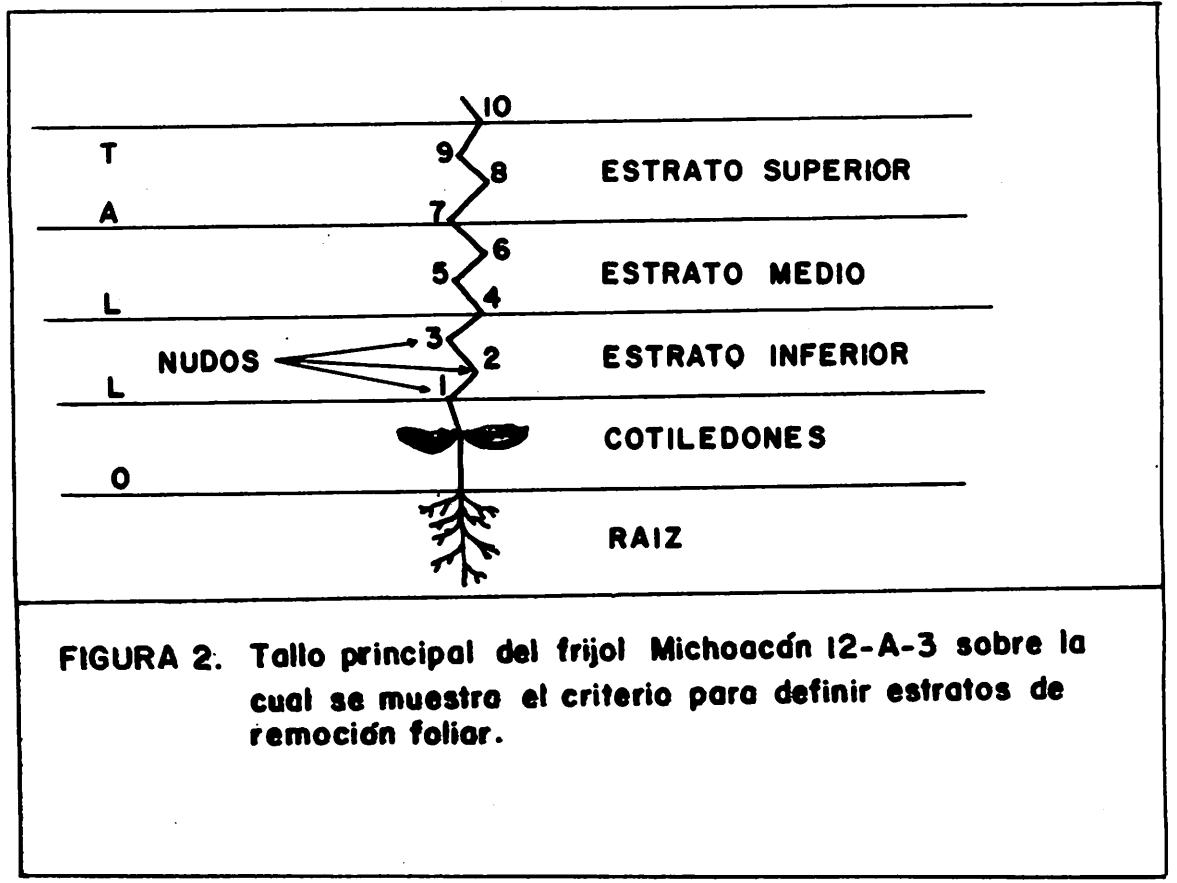


FIGURA 2. Tallo principal del frijol Michoacán 12-A-3 sobre la cual se muestra el criterio para definir estratos de remoción foliar.

Experimento II

El trabajo se realizó bajo condiciones de campo y con riego en Chapingo, Méx. (19°N, 98°0 y 2240 msnm). El frijol fue sembrado el 15 de mayo de 1987 a la densidad de 7.8 plantas por m² en surcos a 0.8 m de separación. Antes de la siembra se fertilizó con la dosis 100-100-00 NPK por ha.

Este experimento consistió en eliminar foliolos durante el periodo de floración. Se consideró el inicio de floración cuando el 50% de las plantas tuvieron por lo menos una flor.

Los tratamientos consistieron en la eliminación de dos foliolos laterales (66% de la hoja) en: la primera mitad del periodo de floración; la segunda mitad del periodo de floración y un testigo representado por plantas intactas. El diseño experimental fue bloques al azar con 4 repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue 3 surcos de 4 m de longitud.

El promedio de temperatura máxima y mínima durante el desarrollo del cultivo fue de 27 y 10°C, respectivamente.

En ambos ensayos se determinó a la cosecha el rendimiento de semilla (peso seco) y sus componentes número de vainas normales, tamaño de semilla (peso individual), numero de semillas normales y el número de semillas normales por vaina.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del experimento I mostraron que al inicio de la floración la eliminación de un folioló en el estrato inferior, medio o superior no ocasionó cambios significativos en el rendimiento y sus componentes. Mientras que la eliminación de dos foliolos en cualquiera de los estratos, ocasionó reducciones en el número de vainas, semi-

llas y hasta del 27% en el rendimiento (Figura 3). Esto también ocurrió en el experimento II cuando la eliminación de dos foliolos se realizó en toda la planta en diferentes etapas del periodo de floración (Cuadro 1).

Estos resultados sugieren que en la variedad de frijol Michoacán 12-A-3, la demanda representada por las vainas y semillas en crecimiento puede ser cubierta con aproximadamente el 66% del área foliar, y que esta variedad puede tolerar una defoliación del 33% antes de que sean afectados los componentes del rendimiento y la producción de semilla. De esta manera, la pérdida de un tercio de cada hoja por daño de insectos no será necesariamente en detrimento del rendimiento del cultivo. Una tolerancia similar ha sido reportada en okra (Olasantan, 1988); pepino (Parr y Hussey, 1962); tomate (Stacey, 1983) y en frijol de guía (Fanjul, 1978).

Por otra parte, al comparar el efecto de la eliminación de dos foliolos con el total de ellos en los estratos inferior, medio o superior se encontró que el número de vainas, número de semillas y el rendimiento no fueron afectados (Figura 3). Esto parece indicar que la demanda impuesta por las vainas en los tratamientos de remoción fue satisfecha por un incremento en la actividad fotosintética o por una translocación más eficiente de la fuente restante (Wareing *et al.*, 1968; Madrid, 1988).

Finalmente, en el Cuadro 2 se muestra que la eliminación total del follaje al inicio de la floración, disminuyó el número de vainas, semillas, el tamaño de semilla y el rendimiento en un 95%. Esto sugiere que el tallo, peciolos y pericarpios aportan un 5% de fotosintatos para el llenado de la semilla. Resultados similares fueron encontrados por Tanaka y Fujita (1979).

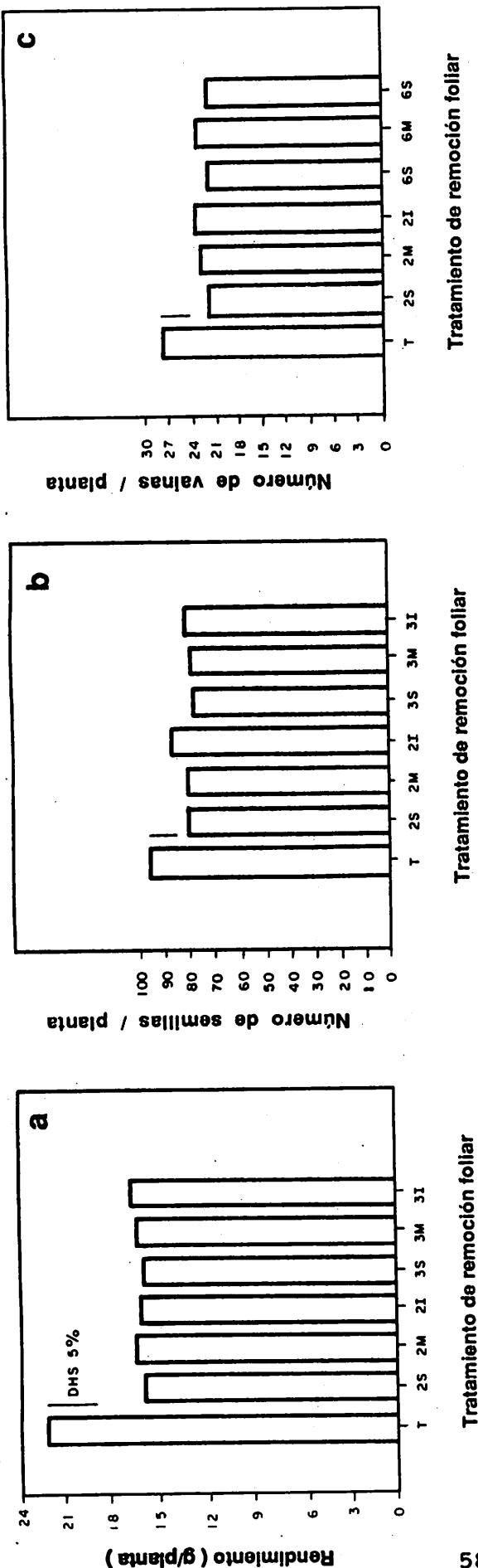


Figura 3. Rendimiento (a) , número de semillas (b) y número de vainas (c) en la planta de frijol cv. Michoacán 12-A-3 en función de la remoción foliar. Iguala , Gro. 1986.

Experimento I.

T = Testigo (plantas intactas); 2S, 2M y 2I = remoción de dos foliolos en el estrato superior, medio e inferior, respectivamente ; 3S , 3M y 3I = remoción de tres foliolos en el estrato superior, medio e inferior , respectivamente.

La línea vertical en las barras indica la DSH (0.05).

Cuadro 1. Rendimiento y sus componentes del frijol variedad Michoacán 12-A-3 con remoción de foliolos en dos fases del periodo de floración. 1987. Experimento II.

Tratamientos	T1	T2	Testigo
Rendimiento de semilla (g/m ²)	247.0 b	249.4 b	297.5 a
Tamaño de semilla (mg)	183.0 a	196.0 a	194.0 a
Número de vainas normales/m ²	258.2 b	237.1 b	294.8 a
Número de semillas normales/m ²	1351.0 b	1273.7 b	1532.7 a
Número de semillas normales por vaina	5.3 a	5.4 a	5.2 a

Valores con letra similar son iguales estadísticamente (DSH, P=0.05).

T1 = Eliminación de dos foliolos laterales en la primera mitad del periodo de floración.

T2 = Eliminación de dos foliolos laterales en la segunda mitad del periodo de floración.

Cuadro 2. Rendimiento y sus componentes del frijol variedad Michoacán 12-A-3 en función de la remoción foliar al inicio de la floración. (Datos por planta). 1986. Experimento I.

Tratamiento	Rend. (g)	No. de semillas	TS (mg)	No. de vainas	Semillas por vaina
Remoción total	1.2 b	8.0 b	152 b	2.5 b	3.2 a
Testigo	22.0 a	113.0 a	194 a	30.0 a	3.4 a

Valores con letra similar son estadísticamente iguales DSH, P≤0.05.

Rend = rendimiento de semilla; TS = tamaño de semilla (peso promedio por semilla).

CONCLUSION

La variedad de frijol Michoacán 12-A-3 puede tolerar reducciones en el follaje hasta de aproximadamente un 33% sin que se afecten los componentes del rendimiento y el rendimiento mismo, y la eliminación del 66% o más del área foliar, independiente-mente del estrato y la etapa reproductiva en que ocurra, reduce el número de vainas y semillas, y en consecuencia el rendimiento. El tamaño de la semilla solamente es alte-rado por la remoción total del follaje.

BIBLIOGRAFIA

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.

Fanjul P., L. 1978. Análisis del crecimiento de una variedad de *Phaseolus vulgaris* L., de hábito de crecimiento indeterminado y ensayo preliminar de las relaciones entre la fuente y la demanda de fotosintatos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 156 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.
- Madrid C., M.** 1988. Defoliación en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de hábito indeterminado: su efecto en el rendimiento de semilla, sus componentes y en la relación fuente y demanda. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 117 pp.
- Meidner, H.** 1970. Effects of photoperiodic induction and debudding in *Xanthium pennsylvanicum* and of partial defoliation in *Phaseolus vulgaris* L. on rates of photosynthesis and stomatal conductances. J. Exp. Bot. 21: 164-169.
- Olasantan, F.O.** 1988. Effect of leaf removal on the growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus*) and its relevance to leaf harvest patterns and pest damage. Expl. Agric. 24: 449-455.
- 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.
- Parr W.J. and N.W. Hussey.** 1962. Response of cucumber plants to different levels of artificial leaf damage in an attempt to simulate the effects of red spider mite. Report of the Glasshouse Crop Research Institute for 1961; pp 95-99.
- Stacey, D.L.** 1983. The effect of artificial defoliation on the yield of tomato plants and its relevance to pest damage. J. Hort. Sci. 58: 117-120.
- Tanaka, A. and K. Fujita.** 1979. Growth, photosynthesis and yield components in relation to rain yield of the field bean. J. of Fac. Agric. Hokkaido University 59: 145-238.
- Wareing, P.F., M.M. Khalifa and K.J. Treharne.** 1968. Rate-limiting processes in photosynthesis at saturating light intensities. Nature 220:453-457.
- _____ 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. Cambridge University Press. pp 481-499.