

# Defoliación artificial para estimar pérdidas por daños foliares en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)\*

G. E. GALVEZ, J. J. GALINDO, G. ALVAREZ\*\*

## ABSTRACT

Bean diseases such as rust (*Uromyces phaseoli* var *typica*), web blight (*Thanatephorus cucumeris*), and angular leaf spot (*Isariopsis griseola*), among others, not only destroy plant foliage but also cause physiological damage. To determine yield losses, the cultivars 'ICA-Guali' and 'Porvillo Sintético' were artificially defoliated to simulate disease attack. Twenty, 40, 60, 80, or 100 per cent of the leaf surface area was removed at one of the following plant development stages: formation of first trifoliate leaves, initiation of flowering, pod formation, or initiation of maturation (60 days after planting). From 3 replications, yield losses from 100% defoliation were greater at the growth stages initiation of flowering and pod formation. At those stages, losses were 59 and 77 per cent respectively, for 'ICA-Guali', for 'Porvillo Sintético', losses were 60 and 73 per cent in the same periods. During the formation of first trifoliate leaves, 100 per cent defoliation decreased yields of 'ICA-Guali' 34% and those of 'Porvillo Sintético' 49 per cent. Total defoliation in stage of initiation of maturation decreased yields 20 per cent in both cultivars.

## Introducción

ALGUNAS enfermedades foliares del frijol como la roya (*Uromyces phaseoli* var *typica* Arth.), mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk), mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.), oidio (*Erisiphe polygoni* S.C. ex Meract), mancha redonda (*Chaetoseptoria welmani* Stevenson), añublo bacterial común (*Xanthomonas phaseoli* (E.F.S.M.) Daws.), etc., además de causar disturbios fisiológicos en la planta ocasionan destrucción del área foliar.

La reducción del área fotosintética disminuye los rendimientos. Hammerton (7) encontró que la defoliación en soya (*Glycine max* L.) reduce el número de vainas, el tamaño de la semilla y los rendimientos de grano. Taylor (10) demostró que la defoliación en arroz (*Oryza sativa* L.) después del período de macollamiento, reduce el rendimiento del grano. Enyi (3) encontró en sorgo (*Sorghum bicolor* L.) reducción en la producción cuando las plantas defoliaron durante la aparición de la hoja bandera.

Según Brown and Mohamed (2), la defoliación producida por *Spodoptera exempta* (Walk) en varias especies de la familia Graminae causan devastadores daños en las plantas hasta el punto de no poder recobrase y perderse por completo el cultivo.

Enyi (4) demostró que la defoliación reduce el peso seco de tallos, vainas, granos y tamaño de la semilla en cuatro leguminosas: maní (*Arachis hypogaea* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), soya (*Glycine max* (L.) Merr.), y mungo (*Vigna radiata* (L.) Wilczak). También encontró que las mayores reducciones ocurrieron cuando las plantas se defoliaron en el estado temprano de vainas. Sus resultados demuestran que los asimilados producidos durante el estado de reproducción son usados principalmente en el crecimiento de las vainas. Woodburn y LeBaron (11) simulando daño ocasionado por granizo encontraron que la defoliación del frijol causaba una disminución mayor en el rendimiento cuando se realizaba en la etapa de completa floración o más tarde.

El objeto del presente trabajo fue conocer el efecto producido por la defoliación en el desarrollo y rendimiento de la planta de frijol, determinación de las épocas críticas en su crecimiento, los niveles de daño tolerables y el tiempo apropiado para efectuar un con-

\* Recibido para la publicación el 31 de marzo de 1977.

\*\* Fitopatólogo, y Asistentes de Investigación respectivamente, del Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Apartado Aéreo 6713 Cali, Colombia.

trol económico de las enfermedades que afectan a este cultivo. Resultados preliminares del trabajo fueron publicados (5) en resumen.

### Materiales y Métodos

El trabajo se efectuó en los campos del CIAT (Palmita, Colombia), situado a 1000 m.s.n.m., con 1000 mm anuales de precipitación, y 24°C de temperatura.

Se utilizaron dos cultivares: 'ICA-Gualí', de crecimiento determinado, hoja grande, y grano grande de color rojo con estrías cremas, y 'Porrillo Sintético', de crecimiento semi indeterminado, de hoja mediana, y grano mediano de color negro.

Los tratamientos consisten en la defoliación del 20, 40, 60, 80 y 100 por ciento del área foliar presente dejando un testigo absoluto. Estos tratamientos se realizaron en cuatro épocas diferentes: en plantas con sus tres primeras hojas trifoliadas; a la iniciación de la floración; a la formación y llenado de vainas; y a la iniciación de la madurez fisiológica de los granos.

Estas etapas ocurren aproximadamente 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra, bajo las condiciones de CIAT.

Para la defoliación se usaron tijeras, cortando hoja por hoja en diferentes direcciones. Se determinó el área foliar total y la suprimida para poder calibrar la labor de cada operador, y se tomaron varias muestras al azar para hacer correcciones. Durante el experimento se emplearon los mismos operarios para evitar variaciones en los tratamientos. El porcentaje de defoliación varió aproximadamente en un 3 por ciento.

Cada tratamiento se repitió cuatro veces. Se utilizó un diseño de parcelas divididas. Cada parcela constó de 5 surcos, de 4 metros de longitud, separados entre sí 0,6 m. Diez días después de la siembra se raleó dejando 10 plantas por metro de surco.

Se cosecharon los tres metros centrales de los tres surcos interiores de cada parcela. Se determinó la humedad de las muestras cosechadas y se corrigió al 14 por ciento de contenido de humedad.

Antes de cada siembra se incorporó un fertilizante completo 8-30-8, a razón de 200 kg, 100 kg de urea (46%), 50 kg sulfato de zinc (20% de Zn), 10 kg de borax (10% de B), y 5 kg de Ryplex (25% de Fe) por hectárea. La siembra se hizo en plano, a mano en surcos de 0,025 m de profundidad, aplicando Furacán en el fondo del mismo, a razón de 25 kg/ha. El control de malezas fue permanente aplicando herbicida pre-emergente y dos desyerbas con azadón a los 30 y 50 días después de la siembra. Se controlaron enfermedades foliares de acuerdo a su presencia y severidad.

### Resultados

#### 1. Defoliación en toda la planta

En la Figura 1 se muestra gráficamente la reducción en el rendimiento debido a los tratamientos de defoliación. El rendimiento decreció en todos los casos si se compara con el testigo.

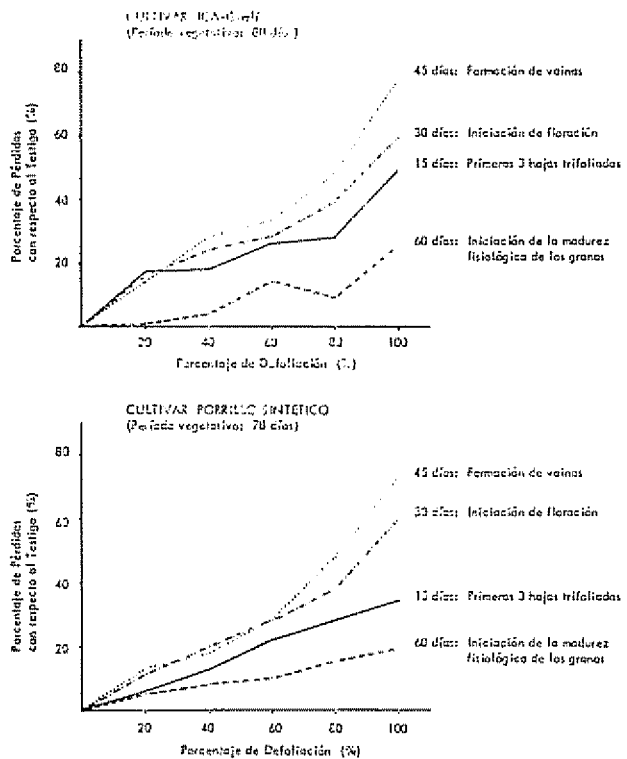


Fig. 1. — Pérdidas debidas a defoliación artificial en los cultivares 'ICA-Gualí' y 'Porrillo Sintético'. Los datos corresponden a tres años de experimentación.

La diferencia en rendimiento entre los semestres se explica por la desigual distribución de la precipitación. En el primer semestre del año la lluvia fue más abundante y estuvo mejor distribuida.

En las parcelas defoliadas al 100 por ciento a los 15 días, las plantas desarrollaron gran cantidad de brotes, recuperaron buena parte de su follaje y demoraron su cosecha 15 días en comparación con los demás tratamientos. Los rendimientos decrecieron 34% en 'Porrillo Sintético' y 49 por ciento en 'ICA-Gualí'.

La Figura 1 muestra que las mayores reducciones ocurrieron en los estados de iniciación de la floración y fueron más notables durante el "llenado" de las vainas. En 'ICA-Gualí' las reducciones fueron de 16, 24, 28, 39 y 59 por ciento cuando se suprimió el 20, 40, 60, 80 y 100 por ciento del área foliar al iniciar la floración y en 'Porrillo Sintético' fueron de 11, 20, 28, 38 y 60 por ciento de pérdidas en los rendimientos para los mismos tratamientos, respectivamente.

Al iniciar el "llenado" de vainas, en 'ICA-Gualí' la disminución en el rendimiento fue de 14, 28, 33, 48 y 77 por ciento para los tratamientos de defoliación nombrados anteriormente, y de 13, 18, 28, 48 y 73 por ciento para 'Porrillo Sintético', respectivamente.

No hubo diferencias significativas de rendimiento cuando la defoliación se efectuó a la iniciación de la madurez fisiológica de los granos.

## 2. Defoliación a dos niveles de la planta

A los 20 y 40 días hubo apreciables reducciones en los rendimientos cuando se defolió la parte alta de la planta y hubo una relación de pérdida de acuerdo con el porcentaje de área defoliada. A los 20 días una defoliación del 60 por ciento redujo 20 por ciento los rendimientos y a los 40 días el mismo tratamiento disminuyó un 27 por ciento.

La defoliación de la parte baja de la planta redujo menos los rendimientos. A los 20 y 40 días estos valores fueron de 6 y 13 por ciento cuando la parte baja se defolió en un 60 por ciento.

Los tratamientos realizados a los 60 días nuevamente no mostraron diferencias significativas entre sí.

## Discusión

La supresión del área foliar del frijol reduce los rendimientos. La planta, sin embargo, tiene un poder de recuperación del área foliar suprimida que varía con la época de desarrollo. Así en el cultivar 'ICA-Gualí' este poder de recuperación fue mayor a los 15 días cuando apareciendo nuevos brotes que originaron nuevas hojas. A los 30 días este poder de recuperación fue intermedio y a los 45 días fue muy bajo.

A los 45 días de desarrollo de la planta se inicia el "llenado" de las vainas y se necesitan los productos de la fotosíntesis para cumplir esta función. En esta época de defoliación ocurren las mayores reducciones de rendimiento porque no hay suficiente tejido fotosintético y el poder de recuperación es muy bajo. A los 60 días de desarrollo el poder de regeneración del área fotosintética es casi nulo, pero ya no es necesario porque para esta época ha terminado el crecimiento de la semilla. La madurez fisiológica ocurre a los 75 días.

En el cultivar 'Porrillo Sintético' las reducciones en el rendimiento fueron menores que en el cultivar 'ICA-Gualí' cuando se defolió un 20, 40 y 60 por ciento, debido a su mayor poder de recuperación del área foliar perdida, ocasionado probablemente por su hábito de crecimiento indeterminado.

Woodburn y LeBaron (11) encontraron que en frijol las mayores pérdidas en rendimiento ocurrían cuando las plantas se defolaban en la época de completa floración o más tarde. Los resultados del presente estudio muestran que las mayores pérdidas en rendimiento ocurren en el período de iniciación de "llenado" de las vainas. En las dos variedades su recuperación es mucho menor cuando la defoliación es mayor del 60 por ciento.

En la defoliación a dos niveles de la planta se observa que la mayor reducción en el rendimiento ocurre a los 45 días cuando se defolia la parte superior de la planta porque se suprime el tejido de mayor capacidad fotosintética.

En presencia de ataques de enfermedades foliares o daño de insectos a las hojas se pueden esperar respuestas a la protección química cuando se ha afectado menos del 60 por ciento del área foliar. Ataques tempranos al ser controlados dan oportunidad a la planta de recuperar sus tejidos y producir rendimiento económico. Pérdidas foliares por estas mismas causas después de los 60 días no causan reducciones significativas en el rendimiento, no siendo aconsejable el uso de pesticidas. En la protección vegetal se debe dar mayor cuidado a las partes nuevas con mayor capacidad de producción.

Del estudio se deduce que un control práctico se debe efectuar con aplicaciones a la formación de las primeras tres hojas trifoliadas, a la iniciación de la floración, y, a la formación de la vaina, y, llenado de los granos. Así mismo, el estudio indica que aquellas enfermedades que usualmente se localizan en las hojas bajas son de menor importancia económica así como aquellas que se presentan tardías, cuando en la planta de frijol se está iniciando la madurez fisiológica de los granos.

Estos estudios se pueden también aplicar al control de insectos particularmente masticadores, que son los que causan mayores daños foliares. Igualmente son una guía práctica para un uso racional de plaguicidas y en la planeación de un control integrado de enfermedades e insectos que atacan frijol.

## Resumen

Enfermedades del frijol tales como la roya (*Uromyces phaseoli* var *typica*), mustia hilachoza (*Tbanatephorus cucumeris*), mancha angular (*Isariopsis griseola*) y otras, además de causar disturbios fisiológicos en la planta ocasionan destrucción del área foliar. La magnitud de estas pérdidas en el frijol se determinó en los cultivares ICA-Gualí y Porrillo Sintético, por supresión de 20 - 40 - 60 - 80 y 100 por ciento del área foliar en 4 estados diferentes de desarrollo de la planta. Estos cuatro estados correspondieron a las primeras tres hojas trifoliadas, iniciación de la floración, formación de vainas e iniciación de la madurez fisiológica, respectivamente. Tres siembras diferentes mostraron que en los períodos de iniciación de la floración y de la formación de las vainas las pérdidas fueron de 59 y 77 por ciento en comparación con el testigo en ICA-Gualí cuando se defolió 100 y 60, y 73 por ciento en Porrillo Sintético; las pérdidas cuando la planta tenía tres hojas trifoliadas fueron de 34 por ciento para 'Gualí' y de 49 por ciento para 'Porrillo Sintético' a un 100 por ciento de defoliación. A la iniciación de la madurez fisiológica, o sea 60 días después de su germinación, las pérdidas fueron alrededor del 20 por ciento a un 100 por ciento de defoliación. Estos resultados indicaron que los períodos críticos de la planta fueron durante la pre-floración, formación y llenado de las vainas. Aplicaciones de fungicidas para el control de varias enfermedades foliares durante estas épocas críticas han corroborado estos resultados.

*Literatura Citada*

- 1 AUSTARA, O. The effect of artificial defoliation on the growth of *Pinus patula* in East Africa. East African Agricultural and Forestry Journal 36: 114-188 1970.
- 2 BROWN, E. S., y MOHAMED, A. K. A. The relation between simulated armyworm damage and crop-loss in maize and sorghum. East African Agricultural and Forestry Journal 37:(3): 237-257. 1972.
- 3 ENYI, B. A. C. Effect of defoliation at flay leaf stage and time of anthesis on the yield of sorghum. East African Agricultural and Forestry Journal 38: 410-414 1973.
- 4 ———— Effects of defoliation on growth and yield in groundnut (*Arachis hypogea*), cowpeas (*Vigna unguiculata*), soyabean (*Glycine max*) and green gram (*Vigna aureus*). Annals of Applied Biology 79:55-66 1975.
- 5 GALVEZ, G. E., GALINDO, J. J., y ALVAREZ, G. Artificial defoliation for estimating losses due to foliar damage. Proceedings of the American Phytopathological Society 2:75. 1975 (Abstract).
- 6 GEORGE, K. S., LIGHT, W. I., y GAIR, R. The effect of artificial defoliation of pea plants on the yield of shelled peas. Plant Pathology 11:73-80 1962.
- 7 HAMMERTON, J. L. Effect of weed competition, defoliation and time of harvest on soyabeans. Experimental Agriculture 8:333-338 1972.
- 8 JONES, F. G. W., DUNNING, R. A., y HUMPHRIES, K. P. The effect of defoliation and loss of stand upon yield of sugar beet. Annals of Applied Biology 43: 63-70 1955.
- 9 JUDENKO, E. Some methods of assessing crop loss caused by pests. Proceedings XII International Congress of Entomology, London 614-615. 1965.
- 10 TAYLOR, W. E. Effects of artificial defoliation (simulating pest damage) on varieties of upland rice. Experimental Agriculture 8:79-83. 1972.
- 11 WOODBURN, G. W., y LeBARON, M. A study of simulated hail injury in beans. University of Idaho. 1959 15 p.

## Notas y Comentarios

*Publicaciones*

*Agronomía Costarricense*. Ha aparecido una nueva revista de ciencias agrícolas, *Agronomía Costarricense*, órgano conjunto de la Universidad de Costa Rica, el Colegio de Ingenieros Agrónomos y el Ministerio de Agricultura. Su objetivo principal es difundir la investigación agrícola realizada en Costa Rica, y abarcará trabajos originales inéditos de investigación, notas técnicas, y análisis y comentarios solicitados a especialistas de prestigio.

El primer número, que lleva la fecha marzo de 1977, consta de 81 páginas, y contiene diez artículos, de los que ocho son de investigación, una nota técnica, y un análisis y comentario: El Programa de Desarrollo Agropecuario, por E. Lizano y A. Di Mare. Tiene artículos de economía agrícola (de E. Morales y H. Murcia), cultivo de pastos, sucesión ecológica (de L. A. Fournier y M. E. de Fournier), acumulación de cloruros y sulfatos en el café, enfermedades del frijol, nutrición animal, y la reductasa del nitrato como guía de la fertilización (de E. Villalobos y J. F. Carvajal).

Los artículos son de calidad y siguen las normas internacionales de presentación de literatura científica. *Turrialba*, que es mencionada generosamente en la presentación, saluda a esta publicación, deseándole éxito en su empeño de presentar al mundo científico lo que están realizando los especialistas en ciencias agrícolas de Costa Rica.

El Director es Luis Carlos González, quien ha publicado anteriormente en *Turrialba*, lo mismo que otros miembros del Consejo Editorial como Alfredo Alvarado, Luis A. Fournier y Eduardo Jiménez Sáenz. La correspondencia para suscripciones es: Oficina de Coordinación Editorial, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

*Una nueva forma de archivar información*

Se está desarrollando una nueva tecnología revolucionaria de computación que podría almacenar la Biblioteca completa del Congreso en el espacio de una oficina, y a la Enciclopedia

Británica en un disco de tres pulgadas. La General Electric está trabajando en esto mediante un contrato de defensa con el gobierno federal de los Estados Unidos (*The Economist*, February 19, 1977, pp. 85-86).

Los datos registrados pueden ser recuperados en unos pocos segundos y transmitidos a usuarios por líneas telefónicas. Su bajo costo y conveniencia haría mucho más económica y practicable aplicaciones como sistemas de información por teléfono.

La tecnología de la GE que sustenta lo que se ha llamado "Memoria archivista" hace uso de discos (wafers) delgados y redondos de silicón para, la base para los circuitos integrados que están causando saltos cuánticos en la industria electrónica. Los archivos pueden ser impregnados con impurezas para hacer un número denso de circuitos. Esto, con la tecnología que existe hoy, quiere decir que se puede usar el disco para ejecutar una función aritmética específica en la computadora, o para llevar la información en su memoria. Pero cuando se corta la corriente, la información desaparece para siempre.

La única manera barata de almacenar hoy día permanentemente cantidades masivas de información en las computadoras es en cintas magnéticas. Pero estas son lentas, incómodas e inflamables. En un sistema realmente grande, le toma a la computadora demasiado tiempo localizar el pedazo de información que se desea.

La memoria archivista de la GE evade estos problemas mediante cambios en la naturaleza química de la silicón (aunque no dice todavía exactamente cuáles cambios) de tal manera que los datos puedan ser implantados permanentemente en los discos; permanecen allí cuando se corta la corriente. La información es implantada con un rayo de electrones y la GE dice que puede hacerlo tan densamente que las letras estarán a un décimo de micrómetro unas de otras (hay 10 mil micrómetros en un centímetro). La nueva memoria también es extremadamente resistente; de allí el interés de los militares por costear su desarrollo.

La nueva tecnología está todavía a unos 10 años de la fase del mercado, y la GE, que se retiró de la fabricación de computadoras en 1970, no ha decidido todavía como aprovechar su invención. El mercado debe estar allí ya que la GE manifiesta que el costo básico de uno de sus discos será de sólo 10 dólares.