



# Efecto de la defoliación en el rendimiento de soja

*Ing. Agr. Diego Szwarc, Ing. Agr. (MSc) Sebastián Zuil, Lic. Biod. Daniela Vitti,  
Lic. Biod. (Dra) Melina Almada - INTA EEA Reconquista*

El concepto de nivel de daño económico fue desarrollado para lograr un control racional y más eficiente de orugas defoliadoras en un marco de manejo integrado de plagas (MIP). El nivel de daño económico se define como, el número o la densidad mínima de población de una plaga que causará daño económico. No obstante, el nivel de daño depende del tiempo que la plaga permanece en la planta, el porcentaje de defoliación y la etapa fenológica.

El cálculo del daño económico en el cultivo de soja es complejo y generalmente incluye el nivel de población de insectos y el porcentaje de defoliación en una determinada etapa de desarrollo del cultivo. Los umbrales económicos basados en el porcentaje de defoliación recomendados para orugas defoliadoras en soja difieren ligeramente en todo el mundo. En Estados Unidos, el umbral comprende defoliación de 35% en la etapa vegetativa y de 20% en la etapa reproductiva. En Brasil, las medidas se inician con 20 larvas grandes (> 1,5 cm) por metro de surco o 30% de defoliación (en la etapa vegetativa) o 15% de defoliación (en estado reproductivo).

En nuestro país, los umbrales de defoliación son de 20 larvas grandes por metro y 30 a 35% de defoliación en etapa vege-

tativa y 10 a 20 % de defoliación en etapa reproductiva para GM III a V y VI a VII respectivamente. Los mismos fueron realizados en la región pampeana, en siembras convencionales a 70 cm entre surcos. Las condiciones agroecológicas del Norte de Santa Fe difieren de la zona núcleo, lo que influye en la respuesta a diferentes niveles de defoliación y al período o etapa en la que ocurre.

El objetivo de esta investigación es, estimar el efecto de la defoliación durante el período reproductivo de soja GM VII largo sobre el rendimiento en las condiciones agroecológicas del Norte de Santa Fe. Para ello se llevaron a cabo dos experimentos durante las campañas 2016/17 (C1) y 2017/18 (C2) en INTA Reconquista, Santa Fe. Los experimentos se sembraron entre el 22 y 27 de noviembre en C1 y C2, respectivamente. La siembra se realizó en siembra directa, a 0,52 m de distanciamiento entre surcos y con una densidad de 16 plantas por metro. Se utilizó la variedad DM 7.8i, de hábito de crecimiento indeterminado y grupo de madurez VII. La fertilización fue a la siembra con 50 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triple de calcio. Las semillas fueron tratadas con inoculantes adaptados para la zona. Los tratamientos consistieron en combinaciones de cuatro niveles de defoliación y dos estados fenológicos: 0%

(control), 33%, 66% y 100% de defoliación en R3 (inicio de crecimiento de vainas) y R5 (inicio de llenado de granos). Para lograr los niveles de defoliación 33%, 66% y 100% se removieron manualmente 1 (folíolo lateral), 2 (folíolo central y lateral) y los 3 folíolos de todas las hojas de las plantas respectivamente. Los experimentos se realizaron bajo un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones, donde las unidades experimentales fueron de 6 m<sup>2</sup> (4 surcos de 3 m de largo).

## Mediciones

**Variables meteorológicas:** Temperatura máxima, media y mínima, radiación global y precipitaciones (Estación meteorológica INTA EEA Reconquista).

**Índice de área foliar:** En cada momento de defoliación se estimó el índice de área foliar en las parcelas testigo por metodología del área foliar específica.

**Intercepción de la radiación:** Al día siguiente de cada momento de defoliación se midió el porcentaje de intercepción de la radiación mediante una barra de intercepción. La cosecha se realizó mediante cosechadora experimental de 2 surcos. Se determinó rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>, peso de granos (en mg) y número de granos m<sup>-2</sup> (NG).

Los datos de cada campaña se analizaron estadísticamente con el programa InfoStat 2018.

Finalmente se calcularon los márgenes brutos de producción en campo propio y se ajustaron ecuaciones para modelar las pérdidas en función de los distintos niveles de defoliación en cada campaña y estado fenológico. Luego se estimaron los niveles de daño económico basados en el costo del control (costo de insecticida + costo de aplicación).

## Resultados

Las condiciones ambientales de C1 fueron más propicias para el normal desarrollo y crecimiento del cultivo, comparadas a las condiciones de C2. En esta última se registraron las precipitaciones más bajas de los últimos 10 años según datos de la Estación Meteorológica INTA Reconquista.

La menor disponibilidad hídrica en C2 limitó el crecimiento del cultivo, lo que se reflejó en una disminución significativa del índice de área foliar en R3 y R5 en C2 respecto de C1.

La disminución del índice de área foliar en C2, respecto de C1, fue de 50% y de 45% para los estados fenológicos R3 y R5, respectivamente (Fig. 1). Asimismo, no se encontraron diferencias en el Índice de área foliar entre el estado R3 y R5 en C1 y C2.

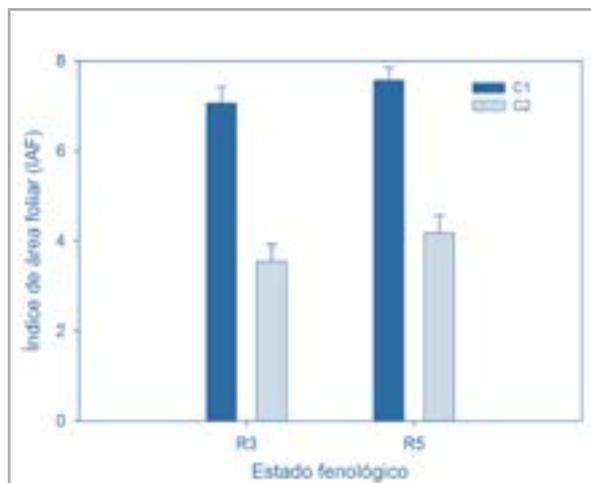


Figura 1: Índice de área foliar del testigo en los estados fenológicos R3 y R5. Barras negras y grises representan a C1 y C2 respectivamente. Líneas verticales indican error estándar de los datos.

En ambas campañas hubo interacción entre estados fenológicos y niveles de defoliación. El rendimiento relativo no se diferenció entre R3 y R5 con defoliaciones de 33%, mientras que los restantes niveles de defoliación provocaron reducciones mayores en R5. En C1, defoliaciones de 33% en R3 y R5 provocaron disminuciones significativas de rendimiento respecto al control, en cambio en C2 niveles de defoliación de 33% en R3 y R5 y de 66% en R3 no provocaron disminuciones significativas del rendimiento relativo. Los máximos niveles de defoliación (100%) en ambos momentos, R3 y R5, provocaron disminuciones de rendimiento relativo similares en las dos campañas (Fig. 2A y B).

En referencia a los componentes numéricos de rendimiento, en C2 se registró un peso de granos significativamente mayor comparado a C1. Por otro lado, en C1 no hubo diferencia entre los distintos niveles de defoliación efectuados en R3, en cambio, hubo diferencias significativas de este parámetro cuando la defoliación se llevó a cabo en R5. En C2, defoliaciones de 100% en R3 provocaron una disminución significativa en el peso de granos. En R5, por su parte, todos los niveles de defoliación registraron disminución significativa de este parámetro. Respecto al número de granos por superficie en C1 y C2, tanto en R3 como en R5 los niveles de defoliación de 66% y 100% provocaron disminuciones significativas.

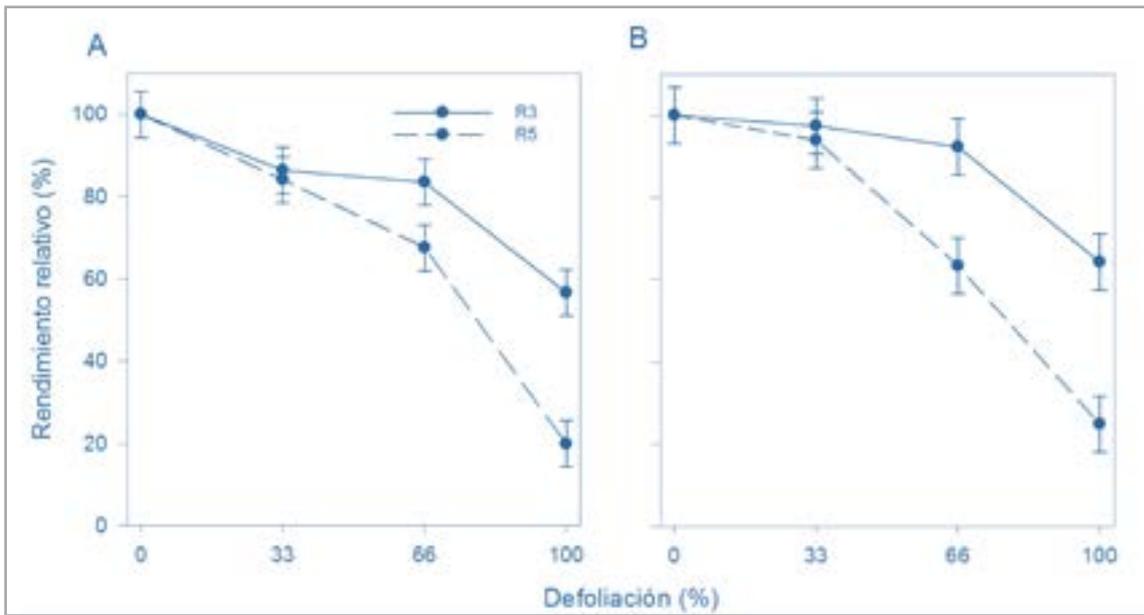


Figura 2: Rendimiento relativo al testigo en C1 (A) y C2 (B) en función de los niveles de defoliación en estados fenológicos R3, (puntos llenos ● línea continua) y R5 (puntos vacíos ○ línea discontinua). Líneas verticales representan desvío estándar de los datos

El cultivo tuvo menor crecimiento y rendimiento final en C2, debido a las condiciones ambientales restrictivas. Sin embargo, se observó una mayor eficiencia en el uso de la radiación (Fig. 3A y B). La pérdida de área foliar debido a las defoliaciones realizadas en R3 pudieron ser compensadas por la emisión de nuevas hojas y la fotosíntesis contemporánea du-

rante el período de llenado de granos. En cambio, en estado fenológico R5, la capacidad de generación de nuevas hojas y consecuentemente la fotosíntesis es limitada, por lo tanto, la defoliación en este momento tiene un impacto mayor en el rendimiento comparada con la defoliación en R3.

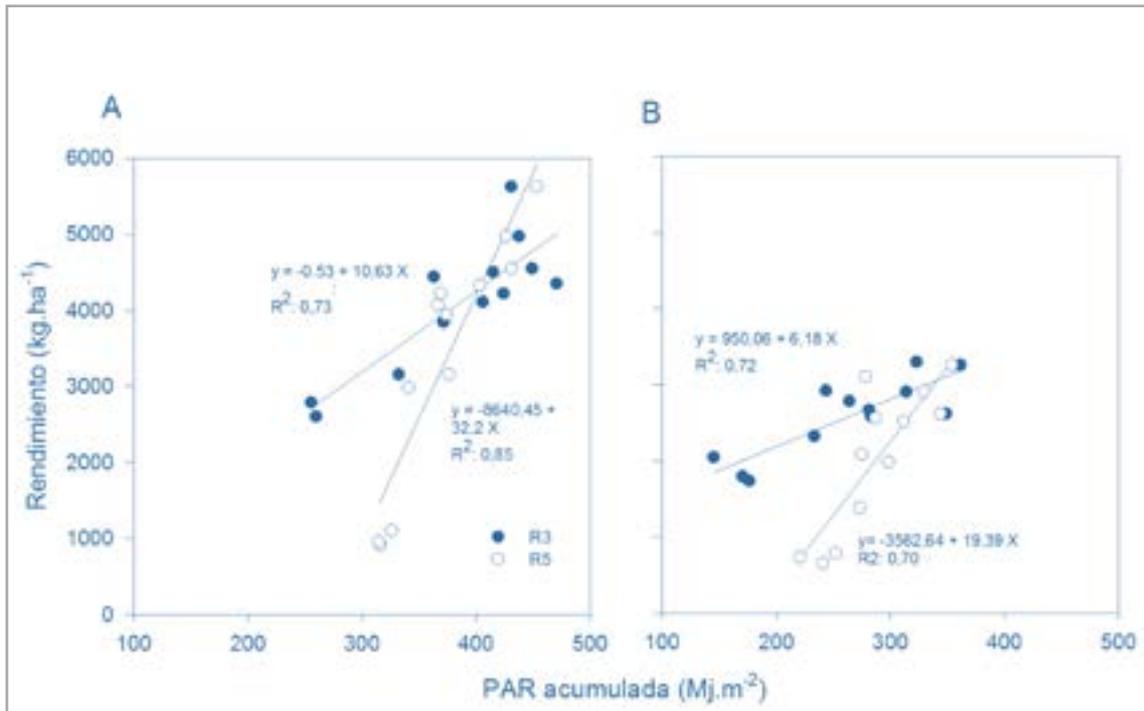


Figura 3: Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en función de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) acumulada ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) desde R3 a R7 en A: C1 y B: C2. Puntos llenos (●) representan defoliación realizada en R3 y puntos vacíos (○) a defoliación realizada en R5.

En cuanto a la relación entre el margen bruto obtenido y los diferentes niveles de defoliación en R3 y R5, se observó un efecto negativo más evidente en C1 comparado a C2 (Fig. 4). Del mismo modo, la disminución en el margen bruto fue mayor cuando la defoliación se realizó en estado fenológico R5 comparado a R3 (Fig. 4). Los niveles de daño económico estimados a partir de los diferentes niveles de defoliación y del costo de un insecticida de nueva generación selectivo para el control de orugas defoliadoras registrado para el cultivo de soja se pueden observar en la Figura 4. En R3 el nivel de daño económico basado en el porcentaje de defoliación fue de 38% y 59% en C1 y C2 respectivamente. En cambio, en R5 el nivel de daño económico fue de 32,5% de defoliación en ambas campañas.

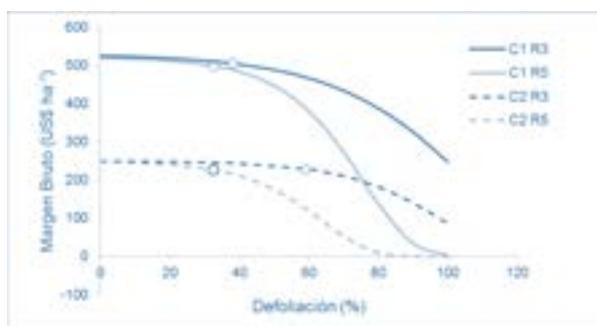


Figura 4: Pérdida de margen bruto (US\$ ha<sup>-1</sup>) en función de los diferentes niveles de defoliación en C1 (líneas continuas) y C2 (líneas discontinuas). Líneas negras representan defoliación realizada en R3 y líneas grises en R5. Los puntos en cada curva señalan el nivel de daño económico.

## Discusión

La etapa reproductiva del cultivo de soja es más sensible a la defoliación, y dentro de ésta el período de llenado de granos es crítico. En la campaña 2017/18, con restricciones ambientales para el cultivo, el umbral de daño económico en R3 fue 55% más alto que en la campaña 2016/17. En este sentido se encontró que en condiciones limitantes el impacto de la defoliación fue menor. Esta respuesta confirma la capacidad de compensación del cultivo, incluso con defoliaciones de 66%. Los niveles de daño económico estimados en este trabajo son mayores a los utilizados actualmente.

Los resultados obtenidos podrían constituirse como herramientas para el desarrollo de umbrales de daño adaptados a la región Noreste de Santa fe. Asimismo, confirman que el cultivo de soja tolera niveles de defoliación mayores que los umbrales establecidos. De igual modo aportan para un mejor entendimiento de las complejas interacciones entre umbrales y condiciones ambientales. No obstante, es esperable que el efecto de la defoliación sea mayor en cultivares determinados debido a la incapacidad de generar nudos y hojas nuevas durante el período reproductivo. Posiblemente los umbrales de daño económicos en dichos cultivares sean diferentes a los evaluados en este trabajo.

