

Estimación de la función de daño potencial y nivel de daño económico de *Caliroa cerasi* L. (*Hymenoptera: tenthredinidae*) en el Valle Inferior del Río Chubut (región Patagonia sur, Argentina)

BADO, S.G.¹

RESUMEN

Caliroa cerasi L. (Hymenoptera: Tenthredinidae), conocida popularmente como “babosita del peral”, es la principal plaga del cultivo de cerezo en la región Patagonia sur. Las larvas provocan importantes daños indirectos al alimentarse del follaje. La primera generación del insecto coincide con el período de desarrollo y maduración de los frutos. El manejo de este insecto se basa principalmente en el control químico en momentos próximos a la cosecha. Sin embargo, no se han desarrollado criterios cuantitativos para la toma de decisiones que contribuyan a racionalizar las aplicaciones de insecticidas. Esta situación podría contribuir a generar problemas ecotoxicológicos y gastos innecesarios para el productor. El objetivo del trabajo fue establecer una función de daño potencial (pérdida de rendimiento (PR) en función de la densidad larval de la “babosita del peral”) a partir de datos de laboratorio, y calcular un nivel de daño económico correspondiente a la utilización del piretroide más empleado (lambdacilotrina). La metodología consistió en determinar el área foliar consumida por larva mediante una cría individual llevada a cabo en laboratorio y del rendimiento potencial (kg árbol⁻¹), teniendo en cuenta la relación lineal entre la radiación fotosintéticamente activa interceptada (IPAR) y el rendimiento. La IPAR se calculó según densidad larval e índice de área foliar (IAF). La función de rendimiento para un árbol objetivo, con un IAF = 4, se representó mediante la ecuación cuadrática $PR = -1,62774x^2 - 0,2987x + 24,55$ ($R^2 = 0,99$) a partir de la que se calculó la función de daño ($Y = 0,1631x^2 + 0,2973x - 1E-04$; $R^2 = 0,99$). El nivel de daño económico (NDE) calculado para las condiciones más frecuentes en el valle brindó un valor de 1 babosita cada 20 hojas.

Palabras clave: babosita del peral, cerezo, consumo foliar, función de rendimiento, nivel de daño económico.

ABSTRACT

Caliroa cerasi L. (Hymenoptera: Tenthredinidae), popularly known as “pear slug”, is the main pest of cultivated cherry in the Southern Patagonia Region. The larvae cause significant indirect damage by feeding on the foliage. The first generation of the insect coincides with the period of development and maturation of the fruits. Insect management is based mainly on chemical control in moments close to harvest. However, quantitative criteria for decision making, which would help to rationalize insecticide applications, have not been developed. This situation could contribute to ecotoxicological problems and unnecessary expenses for the grower. The

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA), Chubut. 25 de mayo 4870 (9100) Trelew. Correo electrónico: bado.silvina@inta.gob.ar

objective of this work was to establish a potential crop damage function (loss of yield (PR) as a function of larval density) for “pear slug” from laboratory data, and to calculate the economic damage level for the most used pyrethroid (lambdacioltrina). The methodology consisted in determining the leaf area consumed by individual larvae bred in the laboratory and trees potential yields (kg tree⁻¹) considering the linear relationship between photosynthetically active radiation (IPAR) and yield. The IPAR was calculated according to larval density and leaf area index (LAI). The yield function of an objective tree, with a LAI= 4, was represented by the quadratic equation $PR = -1.62774x^2 - 0.2987x + 24.55$ ($R^2 = 0.99$) from which the damage function was calculated ($Y = 0.1631x^2 + 0.2973x - 1E-04$; $R^2 = 0.99$). The economic damage level (NDE) calculated for the most frequent conditions in the valley, gave a value of 1 “pear slug” every 20 leaves.

Keywords: “pear slug”, cherry, foliar consumption, yield function, economic damage level.

INTRODUCCIÓN

Caliroa cerasi L. (Hymenoptera: Tenthredinidae), conocida vulgarmente como “babosita del peral”, es la principal especie perjudicial del cultivo de cerezo en la región Patagonia sur. El daño es producido por las larvas que consumen tejido foliar respetando las nervaduras. Las hojas dañadas se deshidratan y el árbol toma aspecto de quemado (Van Epenhuijsen y Silva, 1991).

En el Valle Inferior del Río Chubut (VIRCh) este insecto puede cumplir hasta tres generaciones anuales (Bado, 2010). Las larvas de la primera generación (época primavera) pueden afectar el desarrollo del fruto al reducir el área foliar, limitando la fuente de fotoasimilados en este período. Los ataques después de cosecha pueden comprometer la producción de la siguiente temporada al afectar la acumulación de reservas (Cittadini, 2004).

En la producción frutícola, para permitir altos rendimientos en forma sostenida a través de los años y aceptable calidad de fruta, con adecuados niveles de luz en el interior de la canopia, se requiere que la intercepción de radiación fotosintéticamente activa sea de aproximadamente 75% (Gil Salaya, 1999), lo cual para los cultivos de cerezo de Patagonia sur coincide con un IAF (unidad de área foliar por unidad de terreno) a cosecha estimado en un rango entre 3,2 y 2,9 (Cittadini y Perri, 2006), aunque observaciones empíricas posteriores lo ubicarían en niveles más elevados, cercanos a 4 (Cittadini, comunicación personal). Los árboles que presentan dicho IAF son llamados “árboles objetivo” dado que a este tipo de árboles habrá que apuntar mediante las prácticas de manejo (podas, riego, fertilización, etc.). Hasta este nivel de intercepción, la producción total de materia seca crece en forma directamente proporcional a la luz interceptada, siendo la radiación fotosintéticamente activa (IPAR) la principal variable que define la fotosíntesis (Patrick, 1988; Cittadini, 2007). Hochmaier (2010) detectó un incremento significativo del rendimiento (kg árbol⁻¹) en función de la IPAR, pero no encontró diferencias significativas entre las variedades de cerezo.

Hasta el presente, en el VIRCh, el manejo de *C. cerasi* se basa principalmente en el control químico con aplicación de

piretroides, entre los que se destaca la lambdacioltrina, en momentos próximos a la cosecha. Sin embargo, no se han desarrollado criterios cuantitativos para la toma de decisiones que contribuyan a racionalizar las aplicaciones de insecticidas. Esta situación podría contribuir a generar problemas ecotoxicológicos y gastos innecesarios para el productor.

Por una parte, el nivel de daño económico (NDE) es aquella densidad de la plaga cuyo perjuicio monetario por el daño ocasionado al cultivo iguala el costo del manejo. Por otra parte, el umbral económico es la densidad de la plaga ante la cual se toma la decisión de aplicar una medida de manejo a los efectos de evitar que la densidad poblacional de la plaga supere el nivel de daño económico (Stern *et al.*, 1959). Van Epenhuijsen y Silva (1991) en cultivos de cerezo de Nueva Zelanda brindan como umbral de daño económico tentativo de *C. cerasi* una densidad de 0,25/hoja (una babosita/4 hojas).

Para el cálculo del nivel de daño económico de una plaga en un cultivo dado, se debe ajustar la “función de daño”, que consiste en una descripción estadística de la relación entre la densidad poblacional con la pérdida porcentual de la producción del cultivo (Vigiani, 1990; Faberi *et al.*, 2014). Esta por lo general resulta lineal solo para un estrecho rango de valores de densidad de la plaga (Pedigo *et al.*, 1986) y puede ser válida para algunos estados fenológicos del cultivo. El NDE carece de valor único y varía según los costos, precios, etapas fenológicas, rendimientos, variedades, zonas y épocas de año (Hruska y Rosset, 1987).

El objetivo del trabajo fue establecer una función de daño potencial de *C. cerasi* en cultivos de cerezo en la región Patagonia sur, a través de la medición del consumo medio de larvas y funciones ya determinadas por otros autores, como base para calcular niveles de daño económico de la primera generación de larvas.

MATERIALES Y MÉTODOS

a. Cálculo del área foliar consumida por larva: se colocaron larvas neonatas (n=50) de *C. cerasi* individualmente en recipientes cilíndricos de plástico de 12 cm

de alto y 11 cm de diámetro. En su interior se colocó un papel absorbente humedecido para evitar su desecación. La cría se mantuvo a una temperatura media de 25 °C y 40% de HR. Se las alimentó a lo largo de todo su desarrollo (40 días aproximadamente) con hojas de cerezo (*Prunus avium* L.) obtenidas principalmente de plantas de crecimiento libre de las variedades Lapins y Bing con pie Mahaleb, ubicadas en el predio experimental EEA Chubut y regadas por medio de surcos. Diariamente se les proveyó hojas frescas, retirándose las hojas consumidas para medir su área foliar remanente mediante un escáner. Una vez obtenida la imagen en formato JPG, se empleó el programa Uthsca Imagetool 3.0 (Castiglioni *et al.*, 2002) para la cuantificación del área ingerida por larva.

b. Cálculo de la función de rendimiento: se estimó el rendimiento potencial (kg árbol⁻¹) en función de la radiación fotosintéticamente activa interceptada (IPAR) mediante la fórmula determinada por Hochmaier (2010) (1) quien halló una relación lineal entre estas variables para las variedades Lapins y Bing sobre pie Mahaleb.

$$\text{Rendimiento: } -10,22 + 0,42 \text{ IPAR} \quad (1)$$

Para el cálculo de IPAR se utilizó la fórmula de Goudriaan y Van Laar (1994) (2) considerando valores de IAF desde 1,5 hasta 4,5 y carga larval desde 0 larva hoja⁻¹ en adelante.

$$\text{IPAR} = (1 - pc) \times (1 - \exp(-K \times \text{IAF corregido})) \quad (2)$$

pc = coeficiente de reflexión de las hojas

K = coeficiente de extinción de la luz

IAF corregido = IAF x factor de corrección

Tanto pc como K dependen del ángulo de incidencia de la radiación (Goudriaan y Van Laar, 1994). El coeficiente de reflexión de la canopia (pc) se encuentra normalmente entre 0,08 y 0,1. El coeficiente de extinción de luz (K) en cultivos frutales en hileras es de alrededor de 0,5 mientras que en montes con canopias más homogéneas tienen valores más altos (0,7). Para los cálculos se tomó 0,6 (Jackson, 1980) (Cittadini, 2007).

Los valores de IAF fueron corregidos (3) en función del consumo foliar medio larval calculado, considerándose un tamaño medio de la hoja de cerezo de 60 cm² (Cittadini y Peri, 2006).

Factor de corrección n del IAF = (tamaño de la hoja – superficie consumida por la correspondiente densidad larval n)/tamaño de la hoja) (3)

La determinación de la función de rendimiento se hizo sobre un IAF = 4, es decir, para un “árbol objetivo”, haciendo una regresión del rendimiento potencial en función de la densidad larval.

c. Cálculo de la función de daño: la diferencia entre rendimiento máximo estimado por la función de rendimiento (sin larvas) y el calculado según densidades larvales

crecientes permitió establecer una función de daño, es decir, la pérdida de rendimiento por densidad larval.

d. Cálculo del nivel de daño económico: se tomó la siguiente ecuación, adaptada de Pedigo *et al.* (1986).

$$C = d f(d) K P \quad (4)$$

donde C es el costo de la medida de control (\$·árbol⁻¹), d representa la densidad poblacional de la plaga (número de individuos·hoja⁻¹), f(d) es la función de daño, dependiente de d (kg·individuo⁻¹·árbol⁻¹), K es la eficiencia de control (proporción), y P es el precio de la fruta (\$·kg⁻¹).

En esta experiencia C se consideró como el costo de aplicación más del insecticida. Se utilizó el precio que cuesta encargar este servicio a un tercero en el VIRCh (1 maquinada/ha, más el coste varía por el producto elegido), dosis (kg o litro de producto/100 litros) y el gasto (volumen de caldo/ha) utilizados. El cálculo se realizó con el producto más empleado para el control de *C. cerasi* cuyo principio activo es la lambdacialotrina (PC 25% CS) empleando una dosis de 4 cm³ hl⁻¹, utilizando un volumen aproximado de 1500 litros por ha. El costo considerado fue 300 \$.ha⁻¹ (precio año 2014). Dado que se consideró un sistema de conducción por medio de “vaso español” (densidad de 1000 árboles ha⁻¹), el costo de aplicación por árbol fue 0,3 \$.

Se consideró una eficiencia del control (K) (grado de supresión de la plaga efectuado por el control) de 80%.

El precio promedio obtenido durante la campaña 2013-2014 fue de 20 \$.kg⁻¹

Debido a que la función de rendimiento, f(d), resultó ser no lineal, el cálculo del nivel de daño económico se realizó mediante un proceso iterativo implementado con la función “Buscar objetivo” de una planilla de cálculo. Este procedimiento consistió en la siguiente secuencia de pasos: 1) asignación de un valor a d; 2) cálculo del segundo miembro de la Ec. 4; 3) cálculo de la diferencia C-d.f(d).K.P; 4) según el resultado de esta diferencia sea positivo o negativo, se incrementa o se disminuye levemente el valor de d, respectivamente y se repiten los pasos 1 a 4; 5) el procedimiento se detiene cuando C-d.f(d).K.P < ±0.001.

RESULTADOS

El área foliar promedio consumida por larva a lo largo de todo su desarrollo (40 ± 2 días) fue de 14,11 ± 3,87 cm².

Al calcular los valores de IPAR, considerando distintos IAF y densidades larvales, se observó que árboles con un IAF menor a 3, aún sin presencia de larvas de *C. cerasi*, presentaron valores inferiores a 75%, considerado óptimo. En el caso de un IAF = 4 (“árbol objetivo”) los porcentajes de IPAR resultaron inferiores al óptimo a partir densidades larvales mayores a 1 babosita por hoja, mientras que para

Larvas /hoja	Consumo (cm ² /hoja)	Factor de corrección	Porcentaje de PAR en función del IAF y la cantidad de larvas/ hoja							
			IAF							
			1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	
0	0	1,000	54,6	64,3	71,5	76,8	80,7	83,7	85,8	
0,5	7,055	0,882	50,4	60,1	67,5	73,2	77,6	80,9	83,5	
1	14,11	0,765	45,8	55,3	62,8	68,8	73,5	77,3	80,3	
1,5	21,165	0,647	40,6	49,7	57,2	63,3	68,4	72,5	76,0	
2	28,22	0,530	34,9	43,3	50,4	56,5	61,8	66,2	70,0	
2,5	35,275	0,412	28,5	35,9	42,4	48,2	53,3	57,8	61,8	
3	42,33	0,295	21,4	27,4	32,9	37,9	42,4	46,6	50,5	
3,5	49,385	0,177	13,5	17,6	21,4	25,1	28,5	31,8	34,9	
4	56,44	0,059	4,8	6,3	7,8	9,3	10,8	12,2	13,6	

Tabla 1. Disminución potencial de la radiación fotosintéticamente activa interceptada (IPAR) en función del índice de área foliar (IAF) y la cantidad de larvas por hoja. Los valores resaltados en negrita y cursiva indican porcentajes de intercepción por debajo del óptimo (75%) para obtener buenos rendimientos.

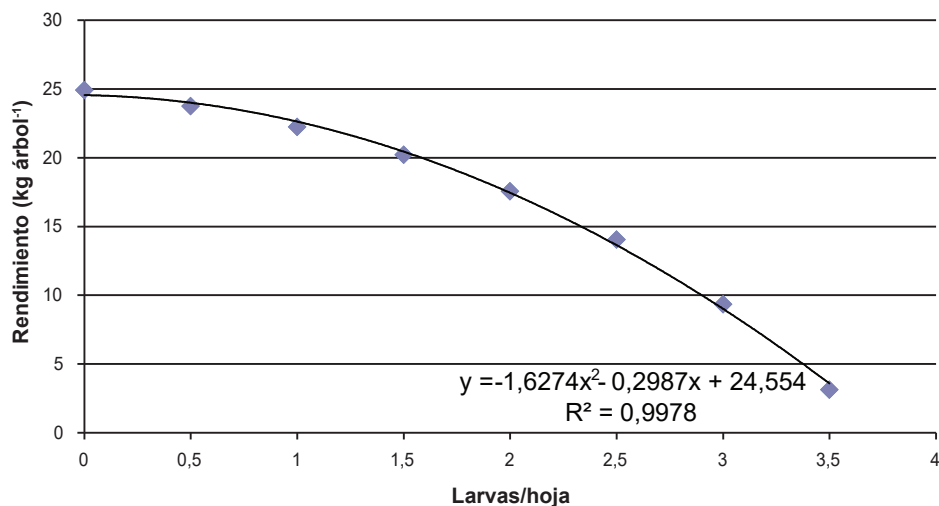


Figura 1. Rendimiento (kg árbol⁻¹) en función de la densidad larval (larvas/hoja).

árboles con menores IAF, los IPAR fueron afectados ante menores densidades de larvas (tabla 1).

Considerando la fórmula 1 se estimaron rendimientos potenciales (kg árbol⁻¹) correspondientes a cada valor de IPAR interceptada para un IAF = 4. Al graficarse dichos valores de rendimientos (de los que se tomaron los valores positivos solamente) en función de la densidad larval, la curva obtenida se ajustó a una relación polinómica ($y = -1,62774x^2 - 0,2987x + 24,55$; $R^2 = 0,99$) (figura 1) (Función de rendimiento).

La función de daño ($Y = 0,1631x^2 + 0,2973x - 1E-04$; $R^2 = 0,99$) obtenida al graficar la pérdida de rendimiento ante densidades larvales crecientes se presenta en la figura 2.

El valor de NDE calculado por la fórmula y metodología señalada fue de 0,05 babositas hoja⁻¹, es decir, 1 babosita cada 20 hojas.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Pedigo *et al.* (1986) afirman que la relación entre el daño y el rendimiento es el componente más importante para el cálculo del NDE, pero señalan que el área ha sido descuidada por los entomólogos. Numerosos autores mencionan la complejidad de la determinación de la interacción entre la respuesta del cultivo y el daño. La escasez de antecedentes bibliográficos donde se estima el efecto del daño de insectos en frutales podría tener su fundamento en lo señalado por estos autores.

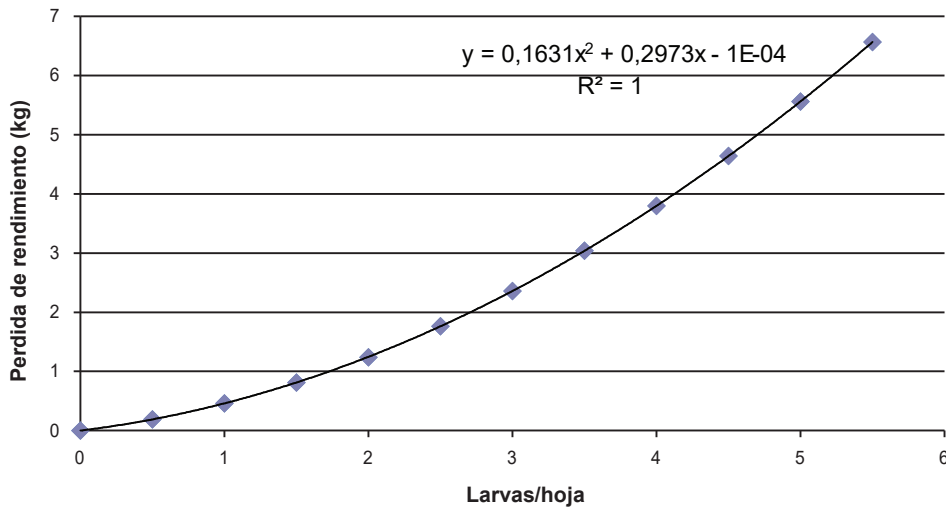


Figura 2. Función de daño (m).

Por una parte, si bien Peschiuto *et al.* (2011) realizaron estudios del daño que produce *C. cerasi* en distintas variedades de cerezo, no mencionan densidades larvales ni los efectos en los rendimientos. Por otra parte, según Pedigo *et al.* (1986), en algunas especies el agrupamiento de insectos a altas densidades puede disminuir el daño por la competencia entre individuos o por una reducción acumulativa en la disponibilidad de alimento. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la relación entre densidad/daño resulta lineal y el daño se considera como aditivo, razón por la que en este caso se consideró de tal modo.

Dado que los valores obtenidos en esta experiencia se basan en funciones determinadas en trabajos previos, podrían obtenerse otras "funciones de daño" considerando para árboles de distintos IAF. En el caso de la IPAR, el coeficiente de reflexión podrá variar con la localización geográfica, así como con la distribución de las plantas, considerada en el valor de k. En este trabajo, para determinar la función de daño se contempló el "árbol objetivo" y para el cálculo del NDE, los valores de los parámetros más comunes en el VIRCh. Tal como surge de la fórmula empleada en este caso (Pedigo *et al.*, 1986), los valores de NDE disminuyen con el aumento de la eficiencia de control, el precio del kilo de fruta y el rendimiento potencial.

El valor de NDE obtenido fue de 0,05 babositas hoja⁻¹, es decir, 1 babosita cada 20 hojas. Este valor resultó menor al mencionado por Van Epenhuijsen y Silva (1991) de 0,25 larvas/hoja en cultivos de cerezo de Nueva Zelanda, quienes no mencionan bajo qué condiciones lo determinaron. El costo del control resulta escaso si se tiene en cuenta un rendimiento medio de rendimiento promedio de 10 t.ha⁻¹ y 20 \$.kg⁻¹. Trumper (2004) señala que en general, mientras mayor es el costo de la medida de control seleccionada, se puede tolerar un mayor número de insectos antes de

decidir la aplicación (aumenta el NDE) y puede encontrarse una gran diferencia en el nivel de daño económico con solo cambiar el insecticida para emplear.

Higley y Wintersteen (1992) señalan que el costo ambiental o del agroecosistema debe ser también incluido en la ecuación de cálculo, factor no considerado en esta experiencia. Sarandon (2002) afirma que el concepto de daño económico debería ser analizado con un enfoque superador al de los costos-beneficio de la economía neoclásica incluyendo los costos ocultos de contaminación y pérdida de biodiversidad.

Si bien los valores obtenidos por esta metodología son teóricos y deberán ser corroborados a campo y ajustados, pueden significar un punto de partida, y proveer beneficios potencialmente significantes en el manejo de plagas (Riley, 2004).

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Horacio Tapia por su colaboración en la utilización del programa ImageTool, al PHD Ing. Agr. Eduardo Cittadini, al Dr. E. Trumper y Augusto C. Bado por sus útiles aportes.

BIBLIOGRAFÍA

BADO, S.G. 2010. Dinámica poblacional de *Caliroa cerasi* L. (Hymenoptera: Tenthredinidae) en cultivos de cerezo (*Prunus avium* L.) (Rosaceae) del Valle Inferior del Río Chubut (Patagonia Sur- Argentina). Revista IDESIA 28 (3), 51-60.

CASTIGLIONI, E.J.; VENDRAMIM, D.; TAMAI, M. A. 2002. Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (k.) Agrociencia 6, 75-82.

CITTADINI, E.D. 2004. Manejo de plagas y enfermedades del cultivo de cerezo en el Valle Inferior del Río Chubut. Publicación técnica INTA EEA Chubut. 4 p.

- CITTADINI, E.D. 2007. Ecofisiología y potencial productivo del cerezo. En: CITTADINI, E.D.; SAN MARTINO, L. El cultivo de cerezo en Patagonia Sur: Tecnología de manejo, empaque y comercialización. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. 21-30 pp.
- CITTADINI, E.D.; PERI, P.L. 2006. Estimation of leaf area in sweet cherry using a non-destructive method. RIA 34 (1), 143-150.
- FABERI, A.J.; CLEMENTE, N.L.; MANETTI, P.L.; LOPEZ, A.N. 2014. Nivel de daño económico de *Armadillium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en el cultivo de girasol. RIA 40 (2), 182-188.
- GIL SALAYA, G.F. 1999. Fruticultura: El potencial productivo. Crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Alfaomega. México, D. F. 342 p.
- GOUDRIANN, J.; VAN LAAR, H.H. 1994. Modelling potential crop growth processes. Textbook with exercises. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Países Bajos. 237 p.
- HIGLEY, L.G.; WINTERSTEEN, W.K. 1992. A novel approach to environmental risk assessment of pesticides as a basis for incorporating environmental costs into economic injury levels. American Entomologist 38, 34-39.
- HOCHMAIER, V.E. 2010. Desarrollo y evaluación de métodos prácticos no destructivos para la estimación del área foliar (AF) por árbol y cálculo del Índice de Área Foliar (IAF) en montes de cerezo (*P. avium* L.). Tesis Università degli Studi di Bologna para optar el grado académico de Master Scientia en Fruticultura de clima templado-frío. 68 p.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Curso/Taller sobre estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles 24-28 de agosto 1987. San José, Costa Rica. Proyecto MIP/ CATIE/CR.
- JACKSON, J.E. 1980. Light interception and utilization by orchard systems. Hort. Rev. 2, 208-267.
- PATRICK, J.W. 1988. Assimilate partitioning in relation to crop productivity. HortScience 23 (1), 33-40.
- PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. Ann. Rev. Entomol. 31, 341-368.
- PESCHIUTTA, M.L.; BUCCI, S.J.; SCHOLZ, F.G.; ARIAS, N.; PEREYRA, D.; GOLDSTEIN, G. 2011. Impact of herbivory on leaf hydraulic traits and stomatal conductance in sweet cherry (*Prunus avium*). XIII Congresso brasileiro de Fisiologia Vegetal. XIV Reunión latino americana de Fisiologia Vegetal. Mudanças climáticas globais: do gene á planta. Buzios, Brasil.
- RILEY D.G. 2004. Economic Injury Level (EIL) and Economic Threshold (ET) Concepts in Pest Management. En: Encyclopedia of Entomology. Springer, Dordrecht.
- SARANDON, S.J. 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la revolución verde. En SARANDON, S.J. (Ed.). Capítulo 1. Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas, La Plata. 23-48 pp.
- STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, R.S. 1959. The integrated control concept. Hilgardia 29, 81-101.
- TRUMPER, E. 2004. Información Técnica. Cálculo del Nivel de Daño económico del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) en maíz. (Disponible: http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/03/inta-eea-manfredi-calculo-del-nivel-de-dano-economico-del-barrenador-del-tallo-_diatraea-saccharalis_-en-maiz.pdf verificado: 13 de marzo de 2018).
- VAN EPENHUIJSEN, C.W.; DE SILVA, H.N. 1991. Monitoring and control of pear slug (sawfly) in an organic nash orchard. Proc. 44 th N. Z. Weed and Pest Control Conf. 80:85.
- VIGIANI, A.R. 1990. Hacia el control integrado de plagas. Editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires. Argentina. 124 p.