

Factores que afectan la abundancia poblacional de *Helicoverpa (heliiothis) virescens* en tabaco en el noroeste argentino

Hugo A. Delgado¹
Daniel Fedre²

RESUMEN. Se analizó el desarrollo de la población de *Helicoverpa (heliiothis) virescens* en tabaco, en el noroeste argentino, y las principales causas de los cambios naturales en su población. Como factor independiente de la densidad de la plaga se tomó la temperatura y, como factor dependiente, su depredación por parte de *Cosmoclopius* spp. Se determinó que existe una estrecha correlación entre el desarrollo de la población de *H. virescens* y el del depredador y las temperaturas diarias de la zona. Desde el momento del trasplantar hasta el inicio de la cosecha, existen las condiciones térmicas necesarias para el desarrollo de una a dos generaciones de la plaga, según la zona, medidas en grados-día-*Heliothis* acumulados. El desarrollo y los niveles poblacionales alcanzados por la primera generación merecen especial atención para la aplicación de agentes de protección al cultivo.

Palabras clave: Gusano cogollero del tabaco, plagas del tabaco, dinámica poblacional, ecología de poblaciones.

ABSTRACT. Key factors in the development of *Helicoverpa (heliiothis) virescens* population in tobacco in the Argentinean northwest. Population development of *Helicoverpa (heliiothis) virescens* in tobacco and the main factors affecting it were analyzed. Temperature was assigned as a factor independent of population density, and predation by *Cosmoclopius* spp. as a dependent factor. There exists a close correlation between the population development of *H. virescens* and *Cosmoclopius* spp. and daily temperatures in the area. From transplant to harvest, the necessary termic conditions, measured in accumulated *Heliothis*-degrees-days exist for the occurrence of two generation of this pest. Population development and levels reached by the first generation require special attention for the timely application of crop protection agents.

Key words: Tobacco bud worm, tobacco pest, population dynamics, ecology of populations.

Introducción

Los tabacos claros *Nicotiana tabacum* L. ‘Virginia’ y ‘Burley’ constituyen uno de los principales cultivos exportables del noroeste argentino (NOA), así como uno de los mayores generadores de mano de obra productiva.

El gusano cogollero del tabaco *Helicoverpa (=Heliiothis) virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) constituye una de las plagas claves de ese cultivo y se presenta en asociación con otras especies, como *H. zea* y *H. terginus*, constituyendo el llamado “complejo cogollero”. En forma general, los

momentos de aplicación de los agentes de control se deciden sin una metodología establecida, realizando las aplicaciones al detectar la simple presencia de algunas larvas.

Cosmoclopius nigroannulatus y *C. poecilus* (Hemiptera: Reduviidae) constituyen los principales enemigos naturales nativos de *H. virescens*. Estos hemípteros no solamente depredan a *H. virescens* sino también a otros insectos presentes en el cultivo de tabaco, entre los cuales se encuentran *Epitrix* sp., *Diabrotica speciosa*, *Myzus nicotianae* y *M. persicae*,

¹ Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 144, (4400) Salta, **Argentina**. hdelgado@unsa.edu.ar

² Gerente de Tabaco y Compras Massalin Particulares S. A. Rosario de Lerma, Salta, **Argentina**.

microhimenópteros diversos, *Chrysoperla* (*Chrysopa*) sp., y otros.

Las dinámicas de las poblaciones abarcan el desarrollo de las poblaciones de plagas en el tiempo y ambiente en relación con los factores que regulan este desarrollo. El estudio del desarrollo de la población de una plaga es esencial para el diseño de sistemas de manejo basados en la manipulación de los factores de mortalidad. Una mejor comprensión de la dinámica poblacional de la plaga brinda la posibilidad de pronosticar los tiempos del desarrollo de las poblaciones, así como del daño que pueden causar en un momento cercano. No obstante la existencia de muchos factores que influyen en la abundancia de una determinada especie, son generalmente unos pocos los que revisten una importancia decisiva (Harcourt 1982, Kranz *et al.* 1994). En la zona del NOA, resulta de interés el estudio de la dinámica poblacional de *H. virescens* desde el mes de julio a diciembre, por ser este el período de realización del cultivo del tabaco.

La temperatura controla el grado de desarrollo de muchos organismos, entre ellos las plantas y los animales invertebrados, incluyendo insectos y nematodos. Para el desarrollo de parte o todo el ciclo de vida es necesario que exista una cierta cantidad de calor. Esta cantidad de calor requerida no varía y su duración siempre será la misma (Wilson y Barnett 1983, Salom *et al.* 1983).

Cada especie presenta umbrales superiores e inferiores de desarrollo. El umbral inferior de desarrollo de un organismo es la temperatura más baja que frena su desarrollo, y está determinado por su fisiología (University of California *s.f.*, Wilson y Barnett 1983).

Los grados-día son el producto acumulado del tiempo y la temperatura entre los umbrales de desarrollo por cada día. Un grado-día es un día (24 horas) con la temperatura un grado por encima del umbral inferior de desarrollo (University of California *s.f.*, Wilson y Barnett 1983).

La relación del ciclo biológico con la temperatura es fundamental para determinar los momentos más oportunos en que la principal plaga foliar del cultivo y sus estadios más sensibles a los plaguicidas se encuentren en sus máximos poblacionales. Ese momento oportuno varía de acuerdo con las características del agente de protección que se va a emplear.

El objetivo del trabajo fue analizar el desarrollo de la población de *H. virescens* y las causas principales

de sus cambios naturales. Se consideró la temperatura como factor independiente de la densidad poblacional de la plaga, y la depredación por parte de *Cosmoclopius* spp. como factor dependiente de la densidad. Estos factores fueron tomados en cuenta por constituir sucesos observables y cuantificables, además de ser los de mayor incidencia aparente, con el fin último de fijar la estrategia por seguir en el manejo integrado de plagas (MIP) en las distintas zonas productoras de tabaco de las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán.

Materiales y métodos

Los estudios de las poblaciones de la plaga primaria *H. virescens* y su depredador *Cosmoclopius* spp. fueron realizados en dos predios rurales. Uno de ellos durante la campaña 2000-2001, ubicado en la provincia de Salta (Finca San Jorge – Departamento Rosario de Lerma, de propiedad del Sr. Bejarano), y el otro, durante la campaña tabacalera 2001-2002, ubicado en la provincia de Jujuy (Finca Ovejería, de propiedad del Sr. Guastella). En ambas propiedades se analizó la dinámica poblacional del agente nocivo y de su principal depredador. No existieron interferencias externas por el uso de agentes de protección; por lo tanto, hubo condiciones naturales de campo en superficies relativamente amplias. Estas propiedades formaron parte de un sistema de desarrollo e implementación de un programa de MIP llevado a cabo en la zona, incluyendo la capacitación participativa e interactiva de sus propietarios (Cobbe 1998, Delgado *et al.* 2001, 2002).

Por razones de organización del sistema de MIP, los campos fueron divididos en grandes parcelas llamadas “unidades de manejo” (UM), con una superficie aproximada de 4 ha cada una. Estas UM eran fácilmente identificadas, con uniformidad topográfica, y las labores se realizaron en forma independiente en cada una de ellas. Además, fueron plantadas en un mismo momento y, en general, estuvieron sujetas a un mismo manejo. Las subdivisiones entre las UM se realizaron siguiendo las líneas de plantación y de la infraestructura propia del terreno (caminos, canales de riego, instalaciones, alambrados, etc.) para no entorpecer la realización de las labores agrícolas. Estas UM constituyeron las unidades de monitoreo, de análisis y de información (Delgado *et al.* 2001, 2002).

Los monitoreos se realizaron semanalmente desde el inicio del transplante, en el mismo día de la semana, por operarios rurales capacitados para tal fin y bajo supervisión de personal técnico y del productor

tabacalero. Por experiencias anteriores, se consideró que la intensidad de muestreo más adecuada era de 10 estaciones. Cada estación de muestreo consistió en 10 plantas contiguas, ubicadas sobre una misma línea de plantación, y se evaluó la presencia o ausencia de las distintas plagas, sus daños y enemigos naturales. De esta manera, se evaluaron 100 plantas por cada UM, lo cual permitió la lectura directa de los porcentajes de plantas afectadas por la plaga evaluada (Delgado *et al.* 2001, 2002).

Cada estación de muestreo se distribuyó al azar, para así cubrir los distintos sectores de la UM. Antes de ingresar al campo, el evaluador o “plaguero” determinó el lugar de realización de cada sub-muestreo y siguió una línea imaginaria que asemejaba una “M” o una “W” (Delgado *et al.* 2001, 2002).

La cuantificación de *H. virescens* se realizó por la presencia de larvas en las 100 plantas evaluadas por cada UM. Se diferenciaron dos grupos, según el tamaño de las larvas: larvas pequeñas, menores de 1,5 cm (estadios larvales L1 a L3) y larvas grandes, mayores de 1,5 cm (estadios larvales L4 – L5) (Delgado *et al.* 2001, 2002). *Cosmoclopius* spp. fue cuantificado en las 100 plantas por cada UM por la presencia de sus dis-

tintos estadios ninfales o adultos sin diferenciar entre los mismos (Delgado *et al.* 2001, 2002).

Con los valores de poblaciones obtenidos se realizaron los correspondientes análisis de las interrelaciones (análisis de regresión lineal y correlación), incluyendo los respectivos análisis de varianza (ANOVA), empleando el sistema informático de análisis estadístico STATGRAPHICS Plus para Windows Versión 3 (Statistical Graphics Corporation 1997).

Los trabajos de evaluación en Finca San Jorge ocuparon una superficie efectiva plantada de 24 ha de tabaco Virginia, variedad ‘K 399’. El trasplante se realizó el 2 de octubre del 2000, y comprendió un total de 6 UM de 4 ha. La superficie estudiada en Finca Ovejería fue de 51 ha de tabaco Virginia, variedad ‘Mc N 944’, trasplantado durante el mes de agosto del año 2001. Comprendió un total de 11 UM. Por lo tanto, en la Finca San Jorge existió un total de 60 estaciones de muestreo (600 plantas evaluadas semanalmente) y en Finca Ovejería 110 estaciones de muestreo (1100 plantas monitoreadas semanalmente).

Para el cálculo de los grados-día acumulados para *H. virescens* (GDH), se consideró el valor del umbral mínimo de desarrollo de 12,9°C y el umbral máximo de de-

Cuadro 1. Síntesis de los antecedentes de las determinaciones de GDH empleadas.

Autor	Potter <i>et al.</i> 1981	Hartstack <i>et al.</i> 1976	Butler y Hamilton. 1979	Butler <i>et al.</i> 1979
Lugar de trabajo	Tucson, Arizona (Estudio de campo)	College Station, Texas (Estudio de campo)	Phoenix, Arizona (Estudio de laboratorio)	Phoenix, Arizona (Estudio de laboratorio)
Método cálculo hospedante	Seno Simple	Seno Simple	No especificado	No especificado
Umbral mínimo desarrollo	12,8 °C	12,6 °C	Semillas de trigo germinadas 13,3 °C	Semillas de trigo germinadas - algodón 13,3 °C
Umbral superior desarrollo	30 °C Cesación horizontal	33,3 °C Cesación intermedia	33,0 °C	33,0 °C
Biofix	01 de enero (en hemisferio norte)			
Determinaciones de grados días según estado	Temperatura del aire GDH (°C)	GDH (°C)	GDH (°C)	GDH (°C)
	Inicio emergencia 151,0 10 % emergencia 182,3 25 % emergencia 213,6 50 % emergencia 245,0 75 % emergencia 276,2 95 % emergencia 328,9	Huevos 40,5 Larvas L1-3 81,7 Larvas L4-5 120,6 Pupa 179,5 Tiempo generacional (de huevo a adulto) 422,3 Adultos pre-oviposición (madurez sexual) 62,6 Tiempo generacional (de adulto a adulto) 484,9	Huevos 41,2 Larvas 190,0 Pupa 182,1 Tiempo generacional (de huevo a adulto) 413, 3	En semillas de trigo germinadas Larvas 210,6 Sobre algodón: Larvas 300,2

sarrollo de 32,1°C. Ambos valores constituyeron el promedio de las distintas determinaciones realizadas (Cuadro 1).

A partir de dichos valores, se construyó un cuadro de vida teórico, expresado en GDH, los cuales se tomaron como valores válidos y teóricos, sin considerar factores de mortandad. Estos valores surgen de investigaciones realizadas en Arizona (EUA), por lo que aún deben ser corregidos y validados.

Los GDH que efectivamente existieron durante la época del cultivo (1 de julio al 31 de diciembre) fueron calculados mediante la diferencia entre la temperatura media diaria y el umbral mínimo de desarrollo (University of California *s.f.*, Wilson y Barnett 1983, Salmo *et al.* 1983). Las temperaturas medias diarias fueron obtenidas de la estación meteorológica oficial más cercana al predio donde se evaluaron las poblaciones (Estación Experimental Cerrillos INTA – Salta y Finca La Posta – Perico, Jujuy).

Resultados y discusión

De acuerdo con los momentos en que se detectaron las primeras larvas pequeñas en el campo durante

las campañas 2000 – 2001 y 2001-2002 se procedió a determinar el siguiente cuadro del ciclo de vida.

Durante los años 2000 y 2001, desde el 1 de julio hasta el 31 de diciembre y según los cálculos, considerando los umbrales mínimo y máximo de desarrollo de *H. virescens*, se estableció diariamente los GDH alcanzados según las temperaturas máximas y mínimas diarias.

Existieron condiciones térmicas suficientes (aprox. 1150 GDH) para permitir la aparición de dos generaciones que afectarían el tabaco durante la etapa desde el cultivo en el campo hasta el inicio de la cosecha en las grandes zonas productoras de Jujuy y Tucumán. Mientras tanto, en la zona del Valle de Lerma (Salta), las menores temperaturas hicieron que, al 31 de diciembre, solamente se desarrollara en forma completa la primera generación, pues se presentaron unos 900 GDH y la segunda generación ocurriría ya iniciada la cosecha.

La primera generación larval ocurrió desde el inicio de la plantación en adelante, dependiendo fundamentalmente de la época de plantación, hasta que el cultivo presentó unas 12-15 hojas comerciales. La

Cuadro 2. Ciclo de vida teórico de *H. virescens* expresado en grados días acumulados, en °C^a.

% Emergen- cia	Emergen- cia Adulto	Huevos G1	L1 – L3 G1	L4-L5 G1	Pupa G1	Adultos G2	Huevos G2	L1 – L3 G2	L4-L5 G2	Pupas G2	Adultos G3
Inicio	151	213,6	254,1	335,8	456,4	635,9	698,5	739	820,7	941,3	1120,8
10%	182,3	244,9	285,4	367,1	487,7	667,2	729,8	770,3	852	972,6	1152,1
25%	213,6	276,2	316,7	398,4	519	698,5	761,1	801,6	883,3	1003,9	1183,4
50%	245	307,6	348,1	429,8	550,4	729,9	792,5	833	914,7	1035,3	1214,8
75%	276,2	338,8	379,3	461	581,6	761,1	823,7	864,2	945,9	1066,5	1246
95%	328,9	391,5	432	513,7	634,3	813,8	876,4	916,9	998,6	1119,2	1298,7

^a Calculado con base en los requerimientos térmicos de la especie según estudios publicados.

Las áreas sombreadas indican el momento en que es más factible que ocurra el máximo poblacional, sin considerar enemigos naturales u otros limitantes. En la realidad, el máximo poblacional puede ocurrir con antelación si existe una población de enemigo natural que frene el desarrollo de la población de la plaga.

Cuadro 3. Ciclo de vida para *H. virescens*, corregido según monitoreo 2000^a.

% Emer.	Emer.	H G1	L1-L3 G1	L4-L5 G1	Pp G1	Ad2 Sexua	H G2	L1-L3 G2	L4-L5 G2	Pp G2	Ad G3
1%	106	168,6	209,1	290,8	411,4	590,9	653,5	694	775,7	896,3	1075,8
10%	137,3	199,9	240,4	322,1	442,7	622,2	684,8	725,3	807	927,6	1107,1
25%	168,6	231,2	271,7	353,4	474	653,5	716,1	756,6	838,3	958,9	1138,4
50%	200	262,6	303,1	384,8	505,4	684,9	747,5	788	869,7	990,3	1169,8
75%	231,2	293,8	334,3	416	536,6	716,1	778,7	819,2	900,9	1021,5	1201
95%	283,9	346,5	387	468,7	589,3	768,8	831,4	871,9	953,6	1074,2	1253,7

^a Sujeto a validación en el campo según muestreos.

Las áreas sombreadas indican el momento en que es más factible que ocurra el máximo poblacional, sin considerar enemigos naturales u otros limitantes.

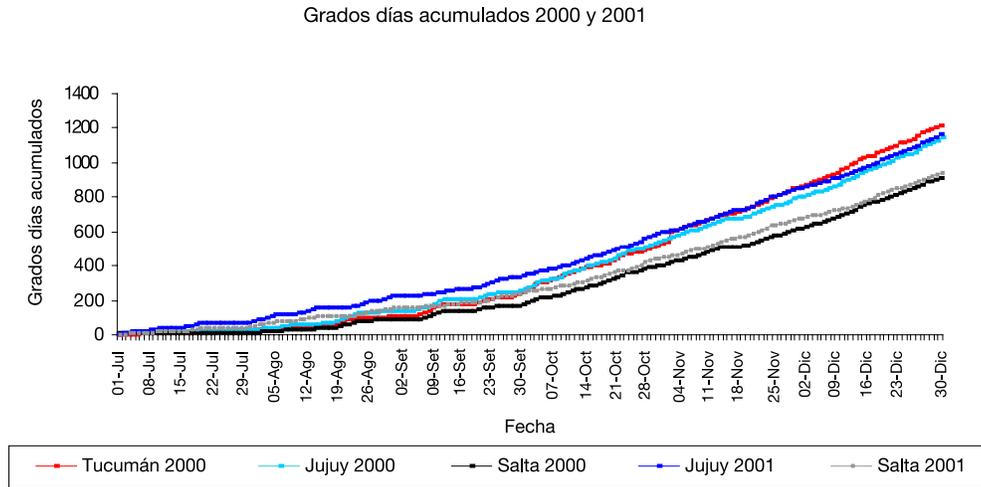


Figura 1. Evolución de los grados días *Helicoverpa* acumulados en el noroeste argentino.

segunda generación aconteció cuando las plantas estuvieron próximas a iniciar su floración o en floración y cuando alcanzaron su máxima altura. En las primeras plantaciones, el ataque de esta segunda generación ocurrió desde la floración o emergencia de brotes axilares secundarios en adelante. Por lo tanto, en caso de ser necesarias las aplicaciones foliares para combatir a *H. virescens* con agentes de protección, estas deben ser realizadas sobre la población de la primera generación.

Debido a que la segunda generación ocurre en momentos en que el cultivo se encuentra en un escenario fenológico en el cual la plaga no incide negativamente en la calidad de la hoja cosechada, su presencia no redundará en daños significativos. Las larvas de segunda generación se alimentan de botones florales y de brotes axilares. Manejando adecuadamente el cultivo y, particularmente, realizando un monitoreo se-

cuencial apropiado, puede incluso eliminarse la segunda generación con un simple desflore oportuno.

En la Fig. 2 se expresa el promedio de los monitoreos de *H. virescens* y de *Cosmoclopius* spp., obtenido cada 100 plantas, tomando como valores base los resultados de los muestreos en las seis UM versus los GDH. En la Finca San Jorge no se realizaron aplicaciones foliares, mientras que en la Finca Carabajal se aplicaron plaguicidas, pero con posterioridad al tiempo graficado, observándose igual tendencia en la curva poblacional.

El máximo poblacional ocurre aproximadamente a los 480 GDH (Fig. 2) lo cual, al corroborarse con los días calendario y con base en las condiciones climáticas reinantes en el área, correspondió al 10 de noviembre de 2000. Este único pico poblacional indica la presencia de una única generación hasta el inicio de la cosecha.

Los valores bajos de *P* muestran que, efectivamente, hay relación entre las variables *H. virescens* y

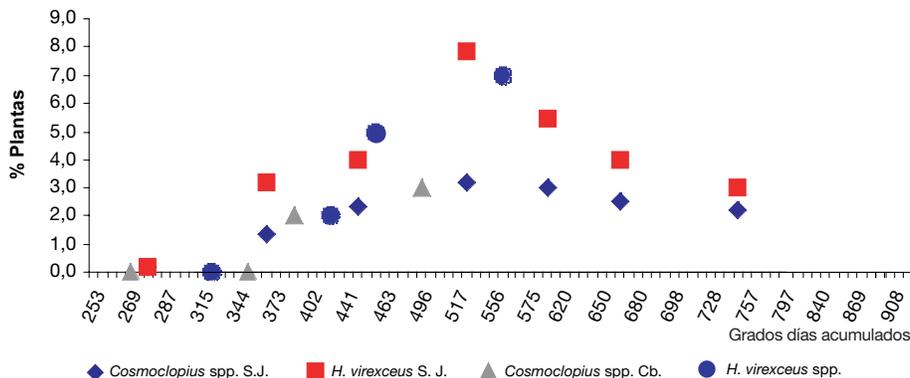


Figura 2. Abundancia poblacional natural en tabaco Virginia (Finca San Jorge (S.J.) y Carabajal (Cb.)).

Cuadro 4. Análisis de regresión lineal de poblaciones naturales sin aplicaciones de insecticidas foliares. Finca San Jorge, Rosario de Lerma, Salta, campaña 2000^a.

Variables	Modelo	ANOVA P	Coefficiente de correlación	R ² %	Error estándar	Ecuación
<i>H. virescens</i> vs. GDH	Doble recíproco Y= 1/(a+b/X)	0,03	0,81	64,84	1,17	$H. virescens = 1 / \frac{(-2,8114+1657,33)}{Gr D Ac}$
<i>H. virescens</i> vs. <i>Cosmoclopius</i> spp.	Doble recíproco Y= 1/(a+b/X)	0,00	1,00	99,56	0,13	$H. virescens = 1 / (-0,222649+1,04024/Cosmoclopius)$
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. GDH	Curva S Y=exp (a+b/X)	0,01	-0,88	77,95	0,50	$Cosmoclopius = exp \frac{(2,70369-981,216)}{Gr D Ac}$
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. <i>virescens</i>	Doble recíproco Y= 1/(a+b/X)	0,00	1	99,56	0,13	$Cosmoclopius = 1 / \frac{(0,217926+0,9957102)}{H. virescens}$

^a Sobre un total de 60 estaciones de muestreo (600 plantas evaluadas semanalmente).

Cosmoclopius spp. y GDH, con valores mayores al 99% de confianza (Cuadro 4). Esto se debe a que los valores de P son menores en todos los casos al 3% e incluso llegan prácticamente al valor de 0%. Es decir, se comprueba la correlación de la población de *H. virescens* con respecto a los GDH y a la población de *Cosmoclopius* spp. existente en esos momentos.

Asimismo, se comprueba la interrelación de la población de *Cosmoclopius* spp. con respecto a la población de *H. virescens* y una menor correlación con respecto a los Grados GDH. Se verifica, además, la existencia de una correlación de casi el 100% (valor del coeficiente de correlación muy cercano a 1) entre las poblaciones de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp.

Debido a esta interrelación —tras practicar el respectivo estudio de una regresión múltiple para anali-

zar la influencia de los GDH en la dinámica poblacional de *H. virescens* y de *Cosmoclopius* spp.— surge que existe una interrelación entre estas variables.

Del análisis se colige que la ecuación del modelo de ajuste de la regresión del múltiple lineal para describir la relación entre la población de *H. virescens* (variable dependiente) y los GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. (variables independientes) es la siguiente:

$$\text{Media } H. virescens = 1,15007 + 2,66709 \times \text{Media } Cosmoclopius \text{ spp.} - 0,00561492 \times \text{GDH}$$

Con este modelo, es posible predecir la población de *H. virescens* que existiría en caso de no realizarse tratamientos con plaguicidas para controlar la plaga, tomando en cuenta la cantidad de *Cosmoclopius* spp. y a los GDH.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: Población *H. virescens*

Parámetro	Estimado	Error estándar	T Estadístico	Valor P
CONSTANTE	1,15007	0,993782	1,15727	0,3116
Pobl. <i>Cosmoclopius</i>	2,66709	0,419885	6,35197	0,0031
GDH	-0,00561492	0,00257015	-2,18467	0,0943

Análisis de Varianza - ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados	Gr. libertad	Cuadrados medios	F Proporcional	Valor P
Modelo	30,2492	2	15,1246	24,12	0,0059
Residual	2,50791	4	0,626977		
Total (Corr.)	32,7571	6			

R² = 92,3439 %

Error estándar estadístico = 0,791819

Indice Durbin-Watson (DW) = 3,45522

R² (ajustado por grados de libertad) = 88,5159 %

Error medio absoluto (MAE) = 0,494718

Se observa que existe una relación estadísticamente significativa de un 99% de confianza entre las variables analizadas. El modelo sugerido explica en un 92,3439% la variabilidad en la población de *H. virescens*. Al ser tan próximo al 100%, las variables GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. explican en una muy buena medida la población actual medida de *H. virescens*.

Al ser el valor de *P* más alto (0,0943) para los GDH, resulta ser el más factible de ser eliminado si se desea simplificar el modelo. Debido a que el valor de *P* es menor de 0,10, existe una significancia estadística al nivel del 90% de confianza. Por lo tanto, dependiendo del grado de confianza al que se quiere trabajar, podría eliminarse o no los GDH del modelo.

La Finca La Ovejería (Jujuy) fue otro de los predios donde no se realizaron aplicaciones foliares de plaguicidas durante la campaña 2001-2002, salvo la aplicación base en almácigos con imidacloprid. Por lo tanto, los resultados del muestreo pueden considerarse como un campo propicio para el estudio de la dinámica poblacional natural de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp. En esta propiedad, a diferencia de lo ocurrido en la Finca San Jorge (Salta) durante el año 2000, se observan fluctuaciones en la dinámica poblacional y se distinguen tres picos máximos. Los GDH indican que, desde el desarrollo del cultivo hasta el inicio de la cosecha, existieron dos generaciones de *H. virescens*.

Tanto la población de la plaga como la del depredador tienden a fluctuar a medida que avanzan el cultivo y la acumulación de temperaturas (Fig. 3). Se observan caídas en la población de la plaga aun cuando avanza la acumulación de los GDH, lo cual indica que la relación entre la población de *H. virescens* y los GDH no es tan dependiente como se suele indicar.

Estas fluctuaciones de las poblaciones de la plaga ocurren fundamentalmente por el avance en la población del depredador *Cosmoclopius* spp. Altas poblaciones de *Cosmoclopius* no permiten la prosecución de la curva de ascenso poblacional de la plaga y, por el contrario, tiende a que los máximos poblacionales sean de menor cuantía, se anticipen en el tiempo y tiendan a alcanzar un equilibrio dinámico.

Los valores bajos de *P* muestran que, efectivamente, hay relación entre las variables *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp. y GDH, con valores mayores al 99% de confianza (Cuadro 4). Esto se debe a que los valores de *P* son menores en todos los casos al 3% e incluso llegan prácticamente al valor de 0%. Es decir, se comprueba la correlación de la población de *H. virescens* con respecto a los GDH y a la población de *Cosmoclopius* spp. existente en esos momentos.

También se comprueba la interrelación de la población de *Cosmoclopius* spp. con respecto a la población de *H. virescens* y una menor correlación con respecto a los GDH. Se verifica, además, la existencia de una correlación entre el 51 y el 73% entre las poblaciones de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp.

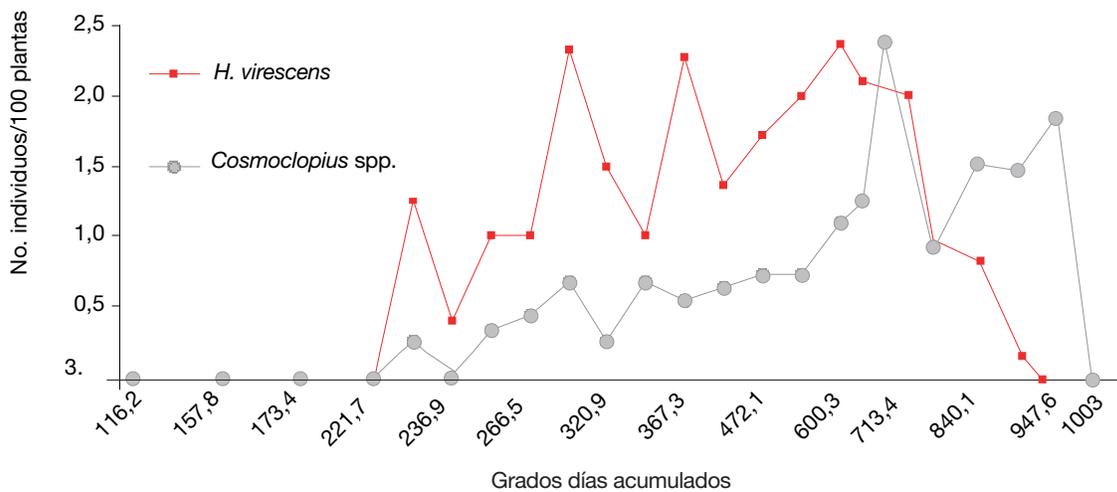


Figura 3. Dinámica poblacional de *H. virescens* y *Cosmoclopius* spp. en un predio sin tratamientos foliares. Finca La Ovejería, Jujuy, campaña 2001-2002.

Cuadro 5. Análisis de regresión lineal de poblaciones naturales sin aplicaciones de insecticidas foliares. Finca Ovejera, Perico, Jujuy, campaña 2001-2002^a.

Variables	Modelo	ANOVA P	Coefficiente correlación	R ² %	Error estándar	Ecuación
<i>H. virescens</i> vs. GDH	Recíproco X - Y=a+b/x	0,01	-0,51	25,62	0,76	1,65475 - 209,463/GrDAc
<i>H. virescens</i> vs. <i>Cosmoclopius</i> spp.	Raíz cuadrada de X	0,00	0,60	35,70	0,71	0,330405 + 0,993864 *sqrt (<i>Cosmoclopius</i> spp.)
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. GDH	Logaritmo X - Y=a+b* ln(x)	0,00	0,77	60,1	0,45	- 4,24005 + 0,830228 * ln (GrDAc)
<i>Cosmoclopius</i> spp. vs. <i>H.</i> <i>virescens</i>	Recíproco de Y = (a+b*x) ²	0,00	0,59	35,70	0,42	(0,274637 + 0,359284* <i>H. virescens</i>) ²

^a Sobre un total de 110 estaciones de muestreo (1100 plantas evaluadas semanalmente).

Debido a estas distintas interrelaciones, y al practicarse el respectivo estudio de una regresión múltiple para analizar la influencia de los GDH en la dinámica poblacional del *H. virescens* y de *Cosmoclopius* spp., surge que hay una interrelación entre estas variables. Es decir, la población de *H. virescens* tiene una estrecha dependencia con los GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. existentes en esos momentos.

Del análisis se deriva que la mejor ecuación del modelo de ajuste de la regresión múltiple para describir la relación entre la población de *H. virescens* (va-

riable dependiente) y los GDH y la población de *Cosmoclopius* spp. (variables independientes) es la siguiente:

$$\text{Media } H. \text{ virescens} = 0,859569 - 0,000935082 \times \text{GDH} + 0,763498 \times \text{Media } \textit{Cosmoclopius} \text{ spp.}$$

Con este modelo, es posible predecir la población de *H. virescens* que existiría en caso de no realizarse tratamientos con plaguicidas para controlar la especie.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: Población *H. virescens*

Parámetro	Estimado	Error estándar	T estadístico	Valor P
CONSTANTE	0,859569	0,30476	2,82048	0,0097
GDH	- 0,000935082	0,000874973	-1,0687	0,2963
Pobl. <i>Cosmoclopius</i>	0,76498	0,348019	2,19384	0,0386

Análisis de varianza - ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados	Gr. libertad	Cuadrados medios	F Proporcional	Valor P
Modelo	3,63719	2	1,8186	2,77	0,0834
Residual	15,0843	23	0,655841		

Total (Corr.)

25

R² = 19,4279 %

Error estándar estadístico = 0,80984

Índice Durbin-Watson (DW) = 0,7717

R² (ajustado por grados de libertad) = 12,4216 %

Error medio absoluto (MAE) = 0,643865

Se observa que existe una relación estadísticamente significativa entre las variables analizadas, con un 90% de confianza.

Al ser el valor de *P* más alto (0,2963) para los GDH, es el más factible de ser eliminado si se desea simplificar el modelo. Debido a que el valor de *P* es mayor a 0,10, no existe una significancia estadística al nivel del 90% de confianza. Por lo tanto, dependiendo del grado de confianza al que se quiere trabajar, podrían eliminarse los GDH del modelo.

Así, surge que existe correlación entre la población de *H. virescens* como variable dependiente con respecto a los GDH y a la población de *Cosmoclopius* spp. existente en esos momentos como variables independientes. Si bien el análisis de regresión lineal (Cuadro 5) muestra una interrelación entre la población de la plaga y la acumulación térmica, esta es menor que la dependencia de la población del depredador. La población de la plaga es mucho más dependiente de la población del depredador que de la acumulación térmica. Esta situación también se visualiza en la Fig. 3, donde se observan fuertes caídas en la población de la plaga pese al incremento de los GDH. A medida que avanzan la estación y el cultivo, la población de *H. virescens* se ve más fuertemente presionada por la acción depredadora de *Cosmoclopius* spp., que prevalece aun cuando el aumento de las temperaturas determina un mayor desarrollo de las poblaciones de las plagas.

Al realizar la respectiva regresión múltiple para analizar la influencia de los GDH y de la población

de *H. virescens* en la dinámica poblacional de *Cosmoclopius* spp., también surge que existe una interrelación entre estas variables. La población de *Cosmoclopius* tiene una estrecha dependencia con los GDH y la población de *H. virescens* existente en esos momentos.

La mejor ecuación del modelo de ajuste de la regresión múltiple para describir la relación entre la población de *Cosmoclopius* spp. (variable dependiente) y los GDH y la población de *H. virescens* (variables independientes) es la siguiente:

$$\text{Media } \textit{Cosmoclopius} = -0,343473 + 0,00176439 \times \text{GDH} + 0,22665 \times \text{Media } \textit{H. virescens}$$

Sin embargo, a diferencia de lo que sucede con la población de *H. virescens* al efectuar un análisis de los parámetros y los valores de la regresión múltiple, surge que la población del depredador es más dependiente de la acumulación térmica que de la población de *H. virescens*. Por lo tanto, para simplificar el modelo, es más factible eliminar la población de la plaga principal que los GDH. Esto sucedería fundamentalmente por el hecho de que *Cosmoclopius* spp. no es un depredador exclusivo de larvas de *H. virescens* sino que posee otras presas, sean agentes nocivos o agentes auxiliares, y existe aun en ausencia de la población de *H. virescens*. Es común que la población de este depredador ya se encuentre establecida en los campos de tabaco antes del establecimiento de la población de *H. virescens*.

Análisis de regresión múltiple

Variable dependiente: Población *Cosmoclopius* spp.

Parámetro	Estimado	Error estándar	T estadístico	Valor P
CONSTANTE	-0,343473	0,178826	-1,92071	0,0672
GDH	0,00176439	0,00032125	5,49228	0,0000
Pobl. <i>H. virescens</i>	0,22665	0,103312	2,19384	0,0386

Análisis de varianza - ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados	Gr. libertad	Cuadrados medios	F Proporcional	Valor P
Modelo	7,76095	2	3,88048	19,93	0,0000
Residual	4,4779	23	0,194691		
Total (Corr.)	12,2388	25			

$R^2 = 63,4124 \%$

Error estándar estadístico = 0,441238

Índice Durbin-Watson (DW) = 1,86243

R^2 (ajustado por grados de libertad) = 60,2309 %

Error medio absoluto (MAE) = 0,257844

Para determinar los momentos oportunos de aplicación de los agentes de protección para controlar a *H. virescens* en el cultivo de tabaco en el NOA no es suficiente conocer los GDH, sino que debe necesariamente cuantificarse la presencia del hemíptero *Cosmosclopium*. El análisis debe ser realizado en un sentido holístico y no aislado solamente a uno de los factores claves.

Las ciclos de vida para *H. virescens*, sean teóricos o corregidos por monitoreos, que se establecen en los Cuadros 2 y 3 tienen un carácter orientador y no son factibles de ser empleados cuando existen poblaciones naturales del depredador *Cosmoclopius* spp., ya que este incide significativamente en las poblaciones de las larvas de la plaga.

Literatura citada

- Butler, GD, Jr.; Hamilton, AG. 1979. Development time of *H. virescens* in relation to constant temperature. *Environmental entomology* 6:759-760.
- Butler, GD, Jr.; Hamilton, AG; Proshold, FI. 1979. Developmental times of *H. virescens* and *H. subflexa* in relation to constant temperature. *Annals of the Entomological Society of America* 72:263-266.
- Cobbe, RV. 1998. Capacitación Participativa en el Manejo Integrado de Plagas – MIP. Una propuesta para América Latina – Documento preparado para la FAO.
- Delgado, HA; Fedre, D; Batallanos, D; Tolosa, C; González, N; Boldrini, C; Tejerina, H; Meza Montellanos, L. 2001. Desarrollo e implementación de un sistema de manejo integrado de plagas en el cultivo de tabaco claros en el Noroeste Argentino. Informe. 1ra Parte. Salta, AR, Convenio Universidad de Salta-Massalín Particulares. 60 p.
- _____; Fedre, D; Batallanos, D; Tolosa, C; González, N; Boldrini, C; Tejerina, H; Meza Montellanos, L. 2002. Desarrollo e implementación de un sistema de manejo integrado de plagas en el cultivo de tabaco claro en el Noroeste Argentino. Informe. 2da Parte. Salta, AR, Convenio Universidad de Salta-Massalín Particulares. 40 p.
- Harcourt, D. 1982. Manejo de plagas. IDIA 397 – 400. Buenos Aires, AR, INTA. p. 27-43.
- Hartstack, AW, Jr; Hollingsworth, JP; Ridgeway, RL; Lopez, JD. 1976. MOTHZV-2: A computer simulation of *Heliothis zea* and *H. virescens* population dynamics. User manual. USDA ARS-S-127. p. 12.
- Kranz, J; Theunissen, J; Becker-Raterink, S. 1994. Vigilancia y Pronósticos en la Protección Vegetal. Feldafing, DE, Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft. 281 p.
- Potter, MF; Huber, RT; Watson, TF. 1981. Heat unit requirements for emergence of overwintering tobacco budworm, *H. virescens*, (F.), in Arizona. *Environmental Entomology* 10:543-545.
- Statistical Graphics Corporation. 1997. Statgraphics Plus for Windows 3. Sistema de análisis estadístico. Estados Unidos. University of California. *s.f.* Degree-Days and Phenology Models. Statewide Integrated Pest Management Project. Estados Unidos. 10 p.
- Wilson, LT; Barnett, WW. 1983. Degree-Days: An Aid in Crop and Pest Management. *California Agriculture* 37:4-7.
- Zalom, FG; Goodell, PB; Wilson, L.T; Barnett, WW; Bentley, WJ. 1983. Degree-Days: The Calculation and Use of Heat Units in Pest Management. University of California Division of Agriculture and Natural Resources. Leaflet 21373. 32 p.