

Fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos y su parasitoide exótico *Ageniaspis citricola* en la provincia de Tucumán, Argentina

Lucía Goane*, Hernán Salas**, Augusto S. Casmuz*, José M. Lazcano*,
Sebastián A. Zapatiel* y Eduardo Willink*

RESUMEN

La presencia del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en la provincia de Tucumán, Argentina, planteó nuevos problemas para el manejo fitosanitario de las quintas cítricas en producción. Actualmente una de las principales herramientas de control de esta plaga es el parasitoide específico *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, introducido desde Perú en 1998. Con el propósito de definir estrategias de manejo adecuadas para esta plaga, se evaluó la fluctuación poblacional del minador de los cítricos y el parasitismo producido por *A. citricola* en diferentes puntos de la provincia. Para ello, se realizaron muestreos quincenales entre los meses de noviembre y abril durante cuatro campañas cítricas consecutivas en plantaciones de limonero ubicadas en la zona norte y sur de Tucumán. La infestación del minador se calculó a partir de la observación de brotes con hojas tiernas susceptibles al ataque, y el parasitismo se evaluó analizando cámaras pupales del minador tomadas de hojas maduras. En la zona norte de la provincia la infestación del minador alcanzó valores más elevados comparados con la zona sur. Las mayores tasas de parasitismo de *A. citricola* registradas en la zona sur, resultaron en una disminución anticipada de la infestación del minador, la cual tuvo lugar a mediados del verano. En esta última, los niveles de parasitismo de *A. citricola* fueron superiores. La temperatura media fue el factor meteorológico que mejor correlacionó con la fluctuación del minador, y la humedad relativa, con el parasitismo de *A. citricola*.

Palabras clave: *Phyllocnistis citrella*, abundancia, parasitismo, temperatura, Humedad relativa.

ABSTRACT

Population fluctuation of the citrus leafminer and its imported parasitoid, *Ageniaspis citricola*, in the province of Tucumán, Argetine

Presence of citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton in Tucumán province, Argentina, raised new problems for the phytosanitary management of citrus producing orchards. At present, one of the main tools used to control this pest is the specialized parasitoid *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, imported from Perú in 1998. With the aim to define adequate management strategies to control this pest, citrus leafminer population fluctuation and *A. citricola* parasitism were evaluated in different areas of the province. Samples were taken from lemon orchards placed in northern and southern Tucumán every two weeks, from November to April in four consecutive citrus cropping seasons. Citrus leafminer infestation was calculated from observations of lemon flushes with susceptible young leaves and parasitism rates were evaluated analyzing citrus leafminer pupal chambers on mature leaves. Citrus leafminer infestation reached higher values in the north, compared with that observed in the south. Higher *A. citricola* parasitism rates registered in the south resulted in earlier decrease in pest infestation, which took place in mid summer. Mean temperature was the meteorological factor that correlated best with citrus leafminer population fluctuation, and relative humidity, with *A. citricola* parasitism.

Key words: *Phyllocnistis citrella*, abundance, parasitism, temperature, relative humidity.

* Sección Zoología Agrícola, EEAOC. lgoane@eeaoc.org.ar.

** Sección Fruticultura, EEAOC.

INTRODUCCIÓN

La Argentina es uno de los principales productores de limón (*Citrus limon*) en el mundo (Federcitrus, 2007). En la provincia de Tucumán, la agroindustria del limón procesa cerca de 1.300.000 tn de fruta por año, de las cuales aproximadamente un 40% se destina al mercado de fruta fresca interno y externo, y el resto a la industria. Uno de los problemas fitosanitarios que afectan a las plantaciones de limonero en dicha provincia es el minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). Esta especie, de origen asiático, invadió la Argentina en 1995 y se dispersó rápidamente afectando las regiones citrícolas del noroeste y noreste, principalmente en las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Corrientes, Misiones y Entre Ríos (Willink *et al.*, 1996; Cáceres, 2000). La hembra del minador, con hábitos de puesta crepusculares y nocturnos (Parra *et al.*, 2002), deposita los huevos en el haz y envés de hojas tiernas, donde eclosionan las larvas que se alimentan del parénquima de las hojas, produciendo necrosis de las mismas. El tiempo de desarrollo completo puede variar entre 13 y 52 días, dependiendo de la temperatura (Knapp *et al.*, 1995). Los daños producidos por el minador son de importancia en viveros y plantaciones jóvenes. Debido a la preferencia del minador por las hojas tiernas y al corto tiempo en que puede desarrollar sus generaciones bajo estas condiciones, el ataque del minador puede retrasar el crecimiento de las plantas si no se implementan medidas para controlar sus poblaciones. Desde la aparición de la canchrosis de los cítricos en el noroeste argentino (Ramallo *et al.*, 2005), la presencia del minador también adquirió importancia en las plantas adultas. Si bien se ha comprobado que este insecto no es un vector de la bacteria causante de la canchrosis (Belasque Jr. *et al.*, 2005), en Brasil se observó que el cambio en el patrón de distribución de la enfermedad estuvo relacionado con la introducción en el país de *P. citrella* en el año 1996 (Bergamin Filho *et al.*, 2000). Esta situación se debe a que las heridas producidas por las larvas del minador en la superficie de las hojas aumentan la incidencia y severidad de la canchrosis de los cítricos (Jesús Junior *et al.*, 2006).

En la provincia de Tucumán *P. citrella* está presente todo el año en quintas de cítricos, afectando especialmente las brotaciones de verano y otoño. El área citrícola de la provincia se ubica en la zona pedemontana y parte de la llanura húmeda, donde los registros pluviométricos varían debido a las diferencias de altura que se observan en el relieve (Zuccardi y Fadda, 1985). Desde la introducción del minador de los cítricos, la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombes" (EEAOC) inició estudios con el objetivo de lograr un esquema de manejo integrado del minador, buscando alternativas de control químico (Salas y Goane, 2001 y 2003, Salas *et al.*, 2002, 2004 y 2006) y biológico (Zaia *et al.*, 2006). Una de las herramien-

tas de control biológico planteadas fue la introducción del parasitoide específico *Ageniaspis citricola* desde Perú, el cual fue criado y liberado en cantidades limitadas (Willink *et al.*, 1999). Originario de Tailandia, este endoparasitoide koinobionte poliembriónico fue usado en programas de control biológico clásico contra el minador en la mayoría de las áreas productoras de cítricos del mundo. *Ageniaspis citricola* se estableció exitosamente en regiones húmedas y cálidas, tales como Honduras, Canarias, Islandia, Louisiana y Florida en EE.UU., Venezuela y Brasil, además de la Argentina (Hoy y Nguyen, 1997; Nogueira de Sá *et al.*, 2000; Pomerinke y Stansly, 1998), mientras que en el área mediterránea no tuvo una buena adaptación, posiblemente por la rigurosidad del invierno (Argov y Rössler, 1996; Garcia-Mari *et al.*, 2004). La importancia de los factores climáticos en el establecimiento y propagación de esta especie queda entonces reflejada en la respuesta diferencial que se observó en las distintas regiones. Esto evidencia la necesidad de analizar las condiciones locales para poder predecir el éxito de la introducción y establecimiento del parasitoide, así como para evaluar su potencial como agente de control biológico.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la fluctuación poblacional de *P. citrella* y su parasitoide específico *A. citricola*, y su relación con distintas variables climáticas en quintas de limonero ubicadas en las zonas norte y sur de la provincia de Tucumán. Detectar zonas favorables para el establecimiento del parasitoide permitiría desarrollar estrategias de manejo del minador de los cítricos adecuadas para la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreos

Para evaluar la abundancia del minador y el parasitismo producido por *A. citricola* se seleccionaron seis quintas comerciales de limonero, de las cuales tres estaban ubicadas en la zona norte y otras tres en la zona sur de la provincia de Tucumán (Figura 1). Las quintas de la zona norte estaban situadas en las localidades de El Rodeo, El Sunchal y Cañada Alzogaray (Departamento Burruyacú) y las del sur en Monte Grande (Departamento Famaillá), Santa Lucía (Monteros) y El Solco (Chicligasta). Durante el período de muestreo, dichas quintas no fueron tratadas para control del minador, pero sí se hicieron las aplicaciones fitosanitarias convencionales, con productos derivados del cobre, aceite mineral y mancozeb, para control de hongos y ácaros, así como también de otros insectos plaga.

Se realizaron muestreos quincenales entre los meses de noviembre y abril de cada campaña cítrica. Los mismos consistieron en: a) extracción al azar de 30 brotes de limonero de aproximadamente 10 cm de longitud con hojas susceptibles de ser atacadas (brotes morados) y b) extracción de 50 brotes con hojas maduras que contenían cámaras pupales del minador. Las muestras se trasladaron

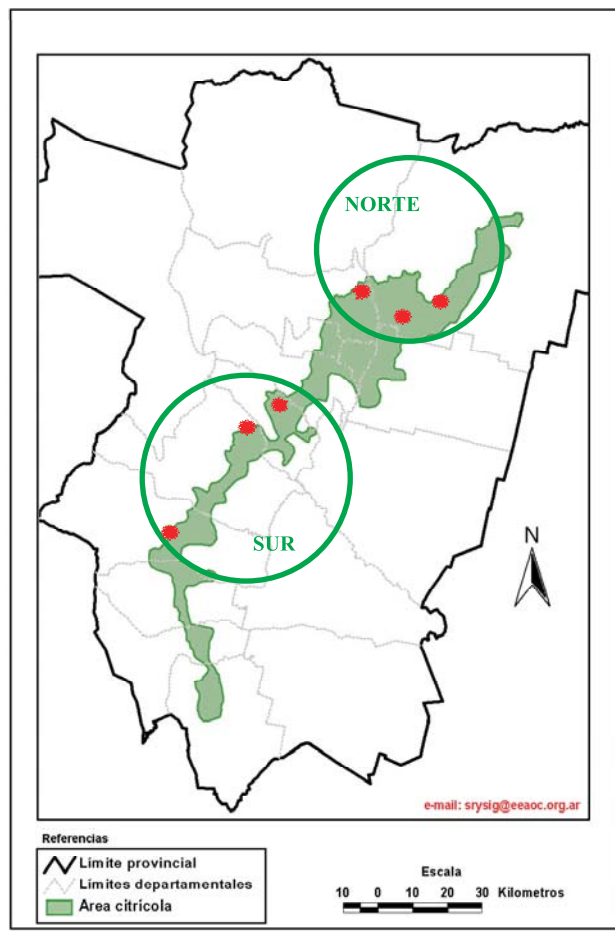


Figura 1. Ubicación de las quintas de limonero consideradas en la zona norte y sur de Tucumán.

al laboratorio y se observaron con lupa de mesa de 20X. Para evaluar la abundancia del minador, se seleccionaron al azar cinco hojas de cada uno de los 30 brotes extraídos en el campo (ítem a) y se calculó el porcentaje de hojas infestadas para cada quinta. El porcentaje de parasitismo de *A. citricola* se evaluó a partir de la observación de 100 cámaras pupales (dos cámaras por brote) tomadas al azar de los brotes maduros muestreados en cada quinta (ítem b). Los datos meteorológicos para cada zona fueron proporcionados por personal de la sección Agrometeorología de la EEAOC, quienes los adquirieron de las estaciones meteorológicas cercanas a las quintas muestreadas.

Análisis de datos

Para comparar la abundancia y el parasitismo del minador entre zonas se utilizó la Prueba *t* de comparación de medias considerando los valores promedios calculados para cada campaña monitoreada. Se realizaron correlaciones de Pearson para evaluar el grado de asociación entre la abundancia del minador y el parasitismo de *A. citricola* con los factores meteorológicos. Para realizar dichos análisis se consideraron los valores promedio de temperatura

media y humedad relativa media correspondientes a los 7, 15 y 30 días previos al muestreo. En el caso de la precipitación pluviométrica, se consideró la suma y no el promedio de dicho período. Todos los valores porcentuales se transformaron usando el arco seno de la raíz cuadrada y se utilizó el programa Infostat para realizar los análisis estadísticos.

RESULTADOS

La infestación de *P. citrella* en campo se evaluó a partir de 99 muestreos realizados en plantaciones comerciales de limonero en la provincia de Tucumán durante cuatro campañas cítricas consecutivas, que resultaron en un total de 14.850 hojas revisadas. En general, el minador comenzó a adquirir importancia a partir de los meses de noviembre y diciembre (fines de la primavera), alcanzando el pico en verano, entre enero y febrero según la quinta muestreada. A partir de allí la población del minador comenzó a declinar, llegando a valores menores al 20% de hojas infestadas durante el otoño (Figuras 2 a 5). Patrones similares se observaron en el sur de Texas (Legaspi *et al.*, 1999) y Arizona (Kerns, 2004). Entre los factores meteorológicos considerados en este estudio, la temperatura media mostró una mejor asociación con la infestación del minador en ambas zonas (Tabla 1). Para todo el período de muestreo, en la zona norte y sur de la provincia, se observó una correlación positiva y significativa de la infestación del minador con la temperatura media promedio de 30 y 15 días anteriores a la fecha de muestreo, respectivamente (Norte: $r = 0,66$, $p < 0,001$; Sur: $r = 0,52$, $p < 0,001$). El efecto de la temperatura sobre las poblaciones del minador ya fue comprobado para otras regiones cítricas (Mazih y Chitoukli, 2000; Greve y Redaelli, 2006; Efrom *et al.*, 2007) y se confirma para la provincia de Tucumán.

Durante las cuatro campañas cítricas muestreadas, la fluctuación del minador mostró patrones diferentes de acuerdo a la zona donde se ubicaban las quintas (Figuras 2 a 5), siendo los valores promedio de infestación para cada campaña también diferentes (Tabla 2). En el mes de noviembre, cuando el minador comenzaba a establecerse en el campo, el porcentaje de infestación alcanzó valores más elevados en la zona sur comparados con la zona norte. Este patrón se repitió en todas las campañas evaluadas, oscilando entre 17 y 30% de hojas infestadas en el sur, y entre 5 y 18% en la zona norte. Considerando que los registros de temperaturas máximas y mínimas fueron similares para ambas zonas, las mayores precipitaciones pluviométricas que se registraron en la zona sur (Figura 6) posiblemente favorecieron las brotaciones de las plantas de limonero y, por lo tanto, el crecimiento de la infestación del minador. De esta manera, el minador se anticipó en dicha zona como consecuencia de la mayor disponibilidad de recurso (Speight *et al.*, 1999), mostrando este hecho que el clima no sólo actúa en forma directa sobre las

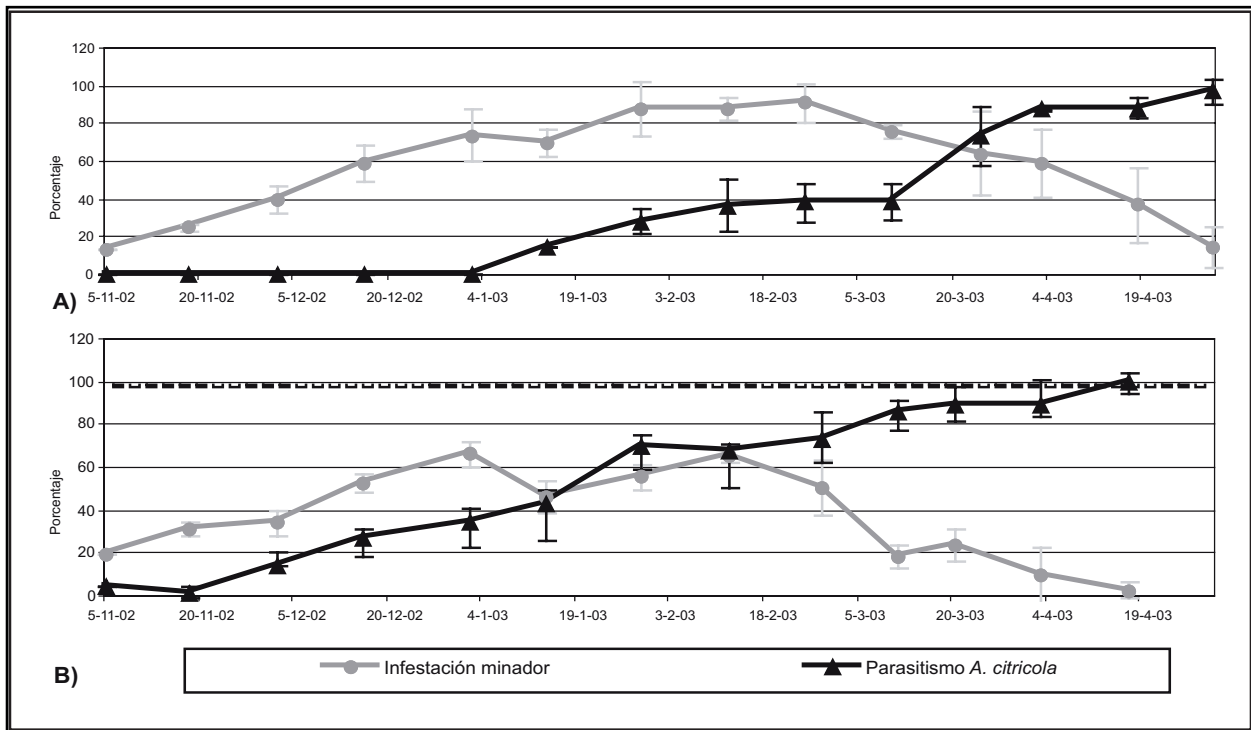


Figura 2. Promedio de la infestación del minador (línea gris) y parasitismo producido por *A. citricola* (línea negra) en la zona norte (A) y sur (B) de la provincia. Muestras quincenales tomadas entre noviembre de 2002 y abril de 2003 en Tucumán.

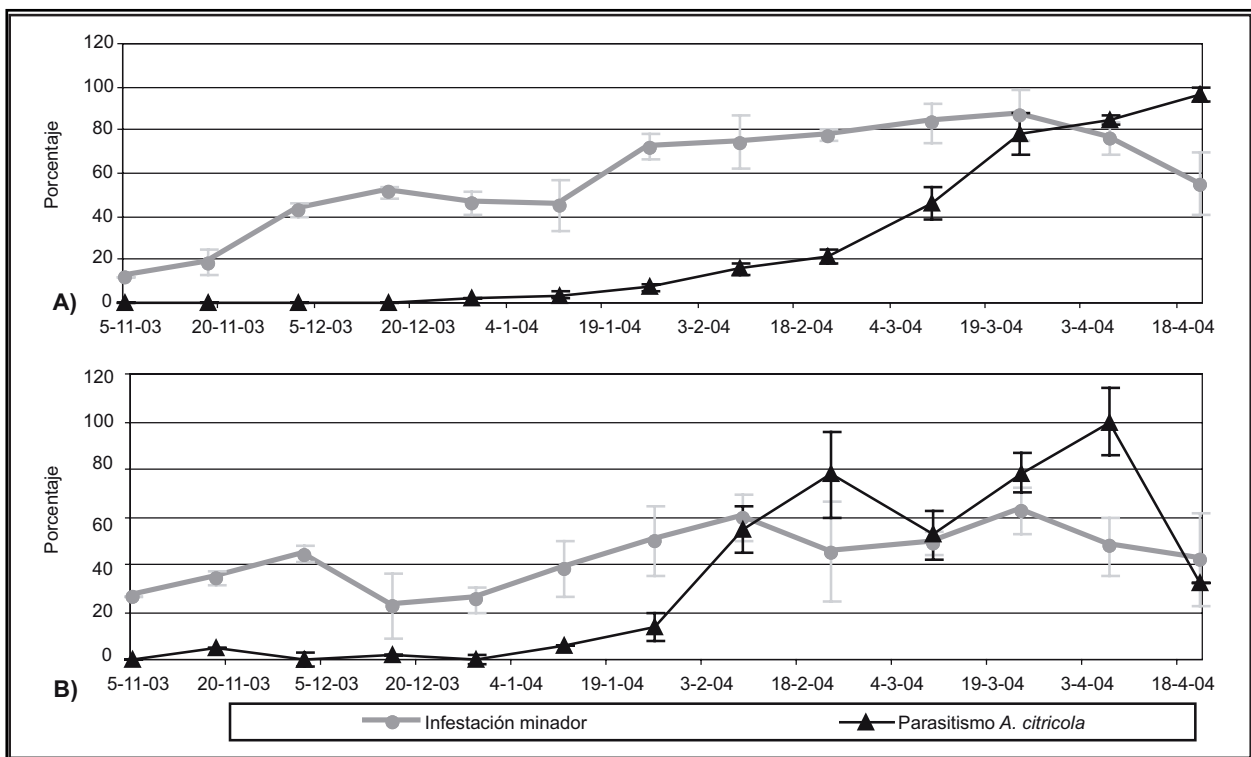


Figura 3. Promedio de la infestación del minador (línea gris) y parasitismo producido por *A. citricola* (línea negra) en la zona norte (A) y sur (B) de la provincia. Muestras quincenales tomadas entre noviembre de 2003 y abril de 2004 en Tucumán.

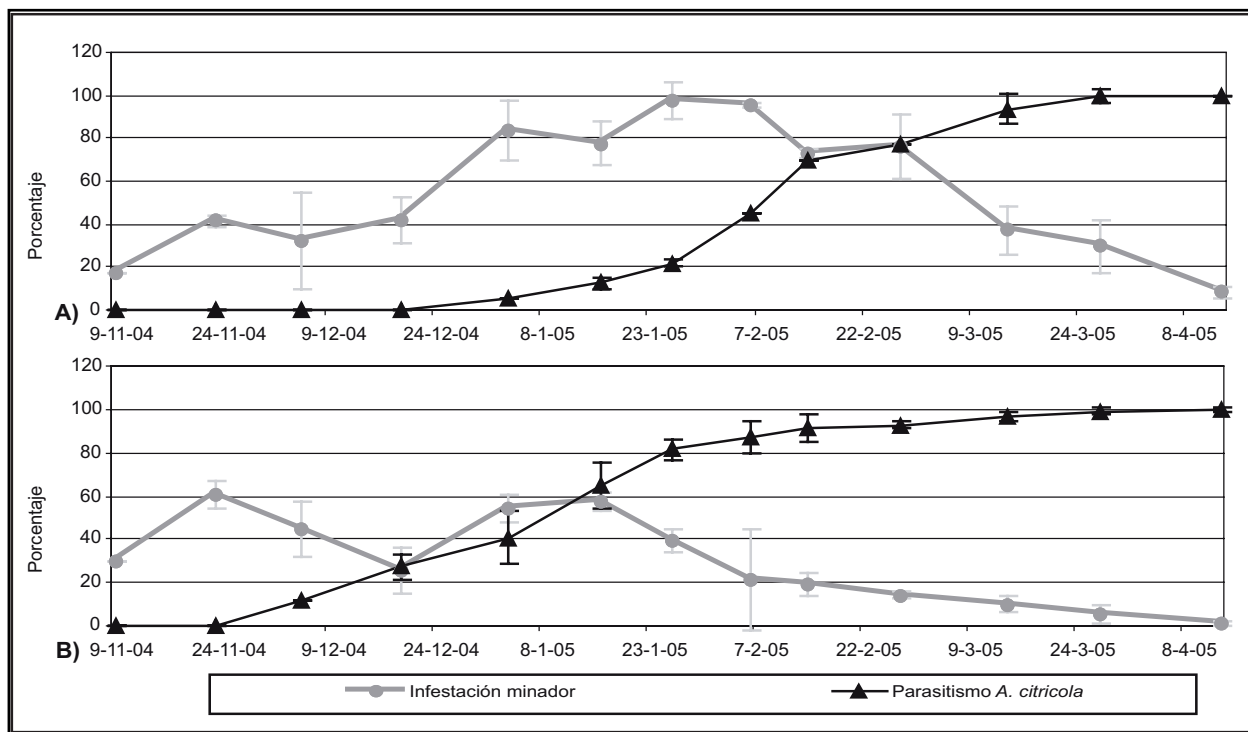


Figura 4. Promedio de la infestación del minador (línea gris) y parasitismo producido por *A. citricola* (negra) en la zona norte (A) y sur (B) de la provincia. Muestras quincenales tomadas entre noviembre de 2004 y abril de 2005 en Tucumán.

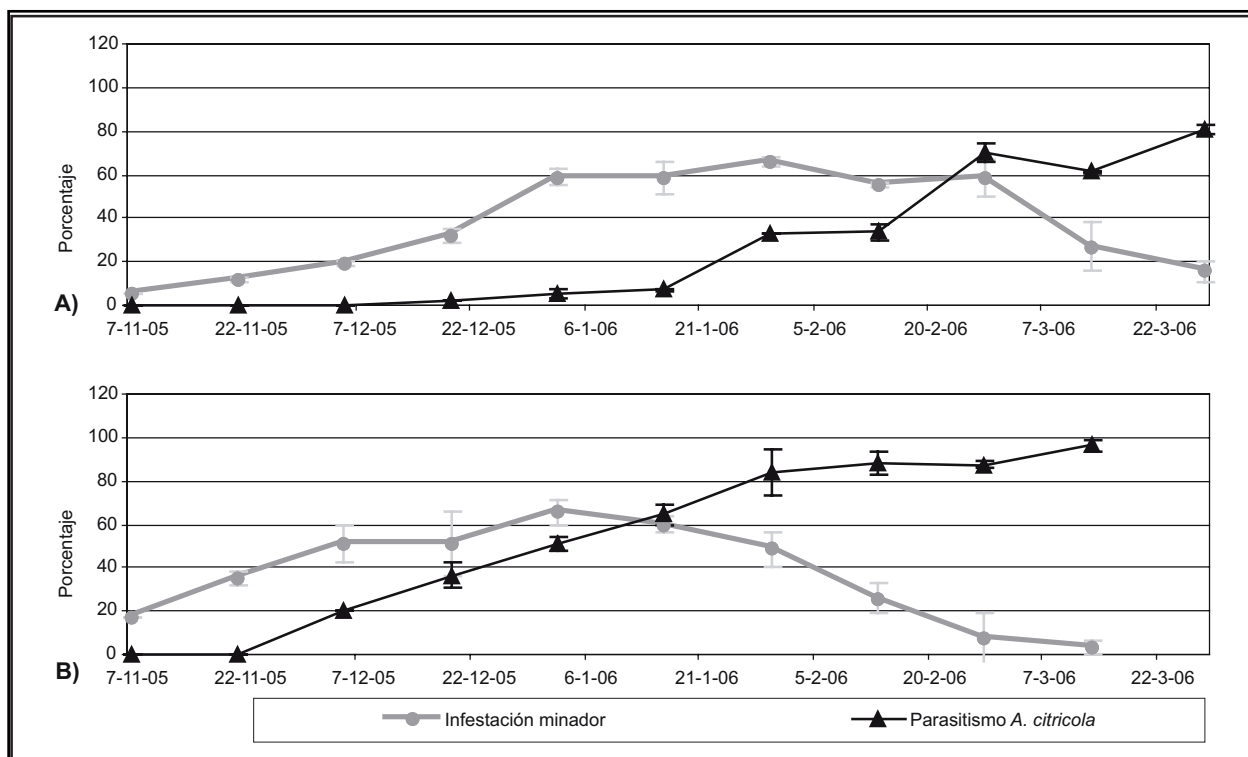


Figura 5. Promedio de la infestación del minador (línea gris) y parasitismo producido por *A. citricola* (línea negra) en la zona norte (A) y sur (B) de la provincia. Muestras quincenales tomadas entre noviembre de 2005 y abril de 2006 en Tucumán.

Tabla 1. Coeficientes de correlación obtenidos entre las variables meteorológicas y la infestación del minador y el parasitismo producido por *A. citricola*, respectivamente en las quintas de limonero ubicadas en la zona norte y sur de la provincia de Tucumán. Muestreos quincenales realizados entre noviembre y marzo durante cuatro campañas cítricas (2002 a 2006). Las correlaciones significativas ($p < 0,05$) están indicadas con asteriscos.

	Infestación <i>P. citrella</i>		Parasitismo <i>A. citricola</i>	
	Norte	Sur	Norte	Sur
Treinta días anteriores				
Temperatura media	0,66*	0,38*	-0,22	0,28
Humedad relativa media	0,29*	-0,05	0,60*	0,67*
Precipitaciones pluviométricas	0,20	0,16	-0,12	0,30*
Quince días anteriores				
Temperatura media	0,50*	0,52*	-0,34*	0,07
Humedad relativa media	0,17	-0,13	0,49*	0,53*
Precipitaciones pluviométricas	-0,04	0,02	-0,12	0,15
Una semana anterior				
Temperatura media	0,25*	0,43*	-0,42*	-0,04
Humedad relativa media	0,26	0,02	0,51*	0,49*
Precipitaciones pluviométricas	0,04	0,00	0,20	0,14

Tabla 2. Promedio y desvío estándar de la infestación del minador y del parasitismo producido por *A. citricola* sobre plantas de limonero en la zona norte y sur de la provincia de Tucumán para las cuatro campañas evaluadas.

Zonas	Norte			Sur			T
Infestación del minador							
2002/2003	56,79	± 4,88	a	36,54	± 3,62	b	3,11
2003/2004	56,95	± 4,78	a	40,37	± 2,88	b	2,97
2004/2005	54,74	± 5,33	a	29,33	± 3,73	b	3,91
2005/2006	36,97	± 4,04	a	36,53	± 4,38	a	0,07
Parasitismo por <i>A. citricola</i>							
2002/2003	35,67	± 5,74	b	53,66	± 5,86	a	-1,79
2003/2004	27,30	± 5,71	a	37,23	± 6,49	a	-1,15
2004/2005	40,40	± 6,55	b	60,99	± 6,29	a	-2,27
2005/2006	27,30	± 5,49	b	52,70	± 6,63	a	-2,97

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (Test de T).

poblaciones de insectos minadores, sino también en forma indirecta, afectando la sincronía entre la planta y el herbívoro (Auerbach *et al.*, 1995). Esta hipótesis se sustenta en la estrecha relación observada entre la fluctuación poblacional del minador y la disponibilidad de brotes tiernos en otras regiones (Greve y Redaelli, 2006; Efrom *et al.*, 2007). Si bien al principio de la campaña los valores de infestación del minador fueron mayores en el sur de la provincia, durante los meses de verano se registró mayor ataque en la zona norte. En esta última, los valores promedio variaron entre el 70 y 90% según la campaña, mientras que en la zona sur no superaron el 70% de hojas infestadas (Figuras 2 a 5). Esta infestación más baja observada en la zona sur también se ve reflejada en los valores promedio significativamente menores obtenidos entre 2002 y 2005, los cuales fluctuaron según la campaña cítrica entre 37 y

57% de hojas infestadas en la zona norte y entre 29 y 40%, en la zona sur (Tabla 2). En las quintas ubicadas en la zona sur, también se registró una caída anticipada de la infestación del minador, a mediados del verano, en casi todas las campañas evaluadas (Figuras 2, 4 y 5). Esta situación, junto con la infestación del minador más baja registrada en la zona sur, podría ser una consecuencia del parasitismo más elevado registrado en dicha zona (ver más abajo).

El parasitismo producido por *A. citricola* sobre el minador de los cítricos se incrementó a partir del mes de noviembre y enero, registrándose hasta un 100% de pupas parasitadas entre marzo y abril, según la quinta muestreada. Estas tasas elevadas de parasitismo sobre las pupas del minador ya se registraron en otras regiones (Lioni y Cividanes, 2004; Hoy *et al.*, 2007; Pomerinke y Stansly 1998; Johnson y Henne 2003). En las cuatro campañas

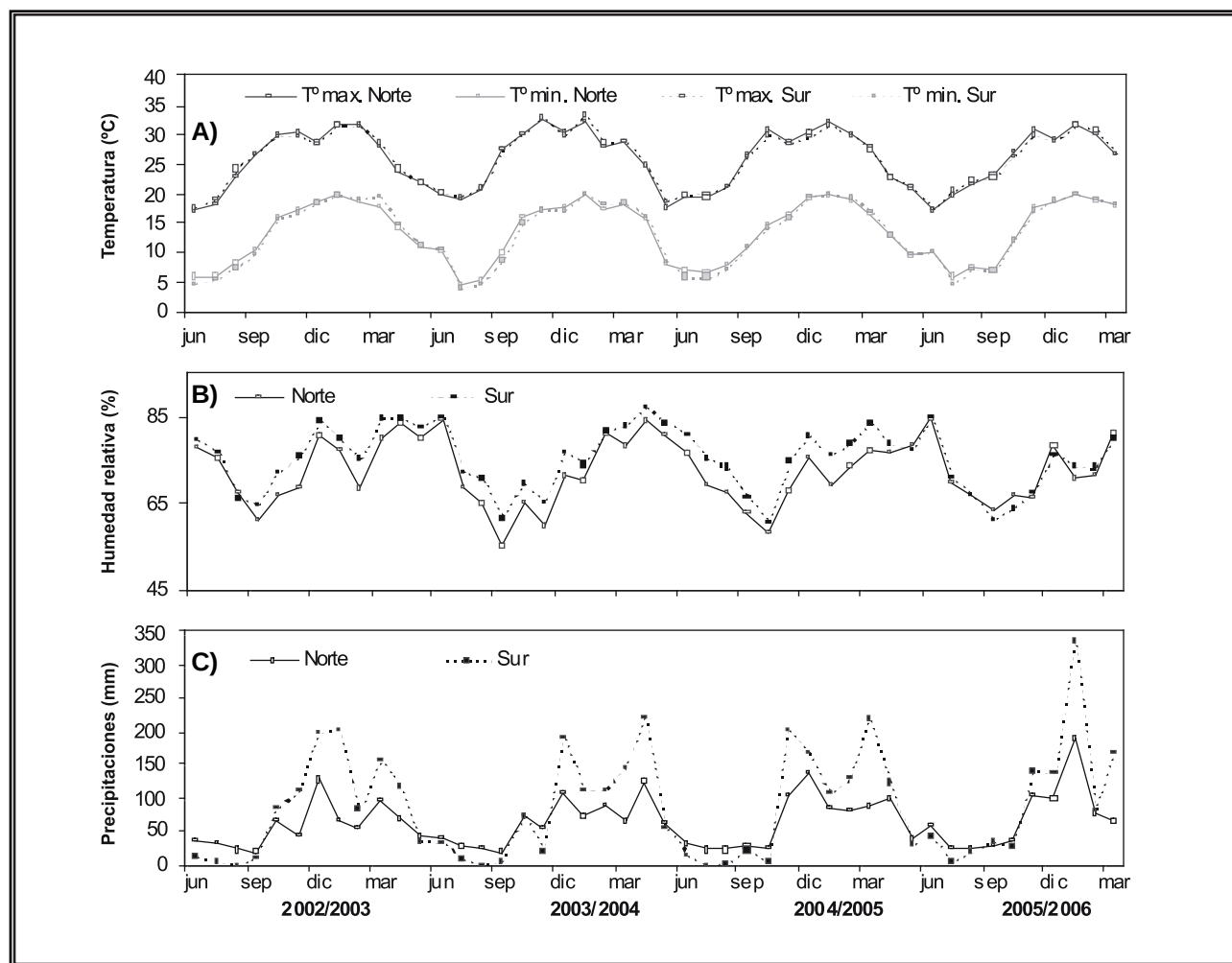


Figura 6. Temperatura máxima y mínima (A), humedad relativa media (B) y precipitaciones pluviométricas (C) registradas en los cuatro períodos de muestreo en la zona norte (línea continua) y sur (línea punteada) de la provincia de Tucumán. Junio de 2002 a marzo de 2006.

evaluadas se observó un comportamiento diferencial de *A. citricola* entre zonas. En las quintas ubicadas al sur de la provincia de Tucumán el incremento del parasitismo tuvo lugar más temprano en la campaña cítrica, a partir del mes de noviembre, alcanzando valores superiores al 60% en el mes de enero. Esta situación se observó en casi todas las campañas muestreadas (Figuras 2, 4 y 5B) y fue diferente a lo observado en las quintas de la zona norte, donde *A. citricola* comenzó a establecerse a partir del mes de enero superando el 50% de parasitismo entre febrero y marzo (Figuras 2 a 5A). Considerando que el ataque del minador a principios de campaña es mayor en el sur de la provincia, es de esperar la acción anticipada del parasitoide específico en dicha zona, donde la abundancia de su hospedero es mayor. Los valores promedio de parasitismo para cada campaña cítrica también fueron diferentes de acuerdo a la ubicación de la quinta muestreada. El parasitismo promedio obtenido en las quintas ubicadas en la zona norte, inferior al 40%, fue significativamente menor

que el parasitismo registrado en la zona sur, donde alcanzó valores superiores al 50% (Tabla 2). Considerando que la humedad juega un papel fundamental en el desempeño de *A. citricola* (Xiao *et al.*, 2007) y que Edwards y Hoy (1998) observaron que la longevidad del parasitoide en laboratorio disminuía con humedades inferiores al 96%, los mayores registros de humedad relativa observados en la zona sur (Figura 6B) posiblemente favorecieron el desempeño del parasitoide. Esta idea se ve respaldada por la relación significativa y positiva observada entre el parasitismo producido por *A. citricola* y la humedad relativa promedio de 30 días atrás a la fecha de muestreo (Tabla 1) en ambas zonas monitoreadas (Norte: $r = 0,60$, $p < 0,001$; Sur: $r = 0,67$, $p < 0,001$). En este contexto, Parra *et al.* (2004) observaron una mejor adaptación del parasitoide en regiones más húmedas de Brasil, mientras que Pomerinke y Stansly (1998) propusieron que la supervivencia de *A. citricola* estaría favorecida por el resguardo y el microclima provisto por las plantas adultas de cítricos. En la zona sur

de la provincia de Tucumán, con altos niveles de precipitaciones pluviométricas anuales (Figura 6), las brotaciones frecuentes y las copas de mayor envergadura son características comunes de las plantas de cítricos que crecen en esta zona. Estas condiciones podrían estar favoreciendo el parasitismo de *A. citricola* sobre el minador en las quintas ubicadas en el sur de la provincia de Tucumán, resultando en una mayor abundancia y una acción anticipada. El mejor desempeño de *A. citricola* observado en la zona sur sería la causa de los valores significativamente menores de infestación del minador y la caída anticipada de la plaga registrados en dicha zona, lo que resultó en los valores de *r* más bajos obtenidos al correlacionar la abundancia del minador con la temperatura media en dicha zona (Tabla 1).

Es importante destacar la situación particular observada en la zona sur de la provincia durante la campaña 2003/2004, donde se observó un retraso en la acción de *A. citricola* en el campo. En dicha campaña el parasitismo aumentó progresivamente desde mediados de enero (Figura 3B), mientras que en las campañas restantes *A. citricola* comenzó su ataque en noviembre (Figuras 2, 4 y 5B). Se ha comprobado que la fluctuación poblacional del minador de la hoja de los cítricos depende, en parte, de la disponibilidad de brotes tiernos en campo (Greve y Redaelli, 2006). Considerando que la presencia de *A. citricola*, al ser un parasitoide específico, depende de la presencia del minador en el campo, el retraso en los picos poblacionales de dicho parasitoide posiblemente sea resultado de las bajas precipitaciones pluviométricas registradas en la zona sur entre octubre y noviembre de 2003 (Figura 7). Esta situación habría provocado la reducción de las brotaciones en las plantas de limonero, afectando la abundancia del minador como consecuencia de la menor

disponibilidad de recursos y finalmente retrasando la acción de su parasitoide específico, *A. citricola*.

CONCLUSIÓN

Los factores meteorológicos tienen una influencia marcada sobre las poblaciones de *P. citrella* y su parasitoide *A. citricola* en Tucumán. El clima cálido subtropical que caracteriza a la provincia garantiza poblaciones altas del minador y favorece el establecimiento del parasitoide específico. En este estudio, la temperatura media resultó ser el principal responsable del incremento de las poblaciones del minador en campo, indicando además niveles de infestación del minador y parasitismo variables según la zona donde se ubicaban las quintas de limonero muestreadas. Si bien en el sur de la provincia de Tucumán se registraron los valores de infestación más altos a comienzos de la campaña cítrica (fines de la primavera), la acción del parasitoide *A. citricola*, favorecido por las mejores condiciones de humedad y la presencia anticipada de su huésped, resultó en valores promedio más bajos de infestación del minador y una caída anticipada de la plaga a mediados del verano. Esta situación justificaría un mayor esfuerzo de control de la plaga en la zona norte por parte del productor y la necesidad de monitoreo no sólo del minador, sino también de su parasitoide específico, especialmente en la zona sur, para evitar posibles efectos perjudiciales sobre el controlador biológico en cuestión. Por otra parte, para las quintas de limonero ubicadas en la zona norte de la provincia, es posible recomendar liberaciones tempranas de *A. citricola*, durante la primavera, y así favorecer el establecimiento de dicho parasitoide y disminuir los niveles de infestación más elevados que caracterizaron a dicha zona.

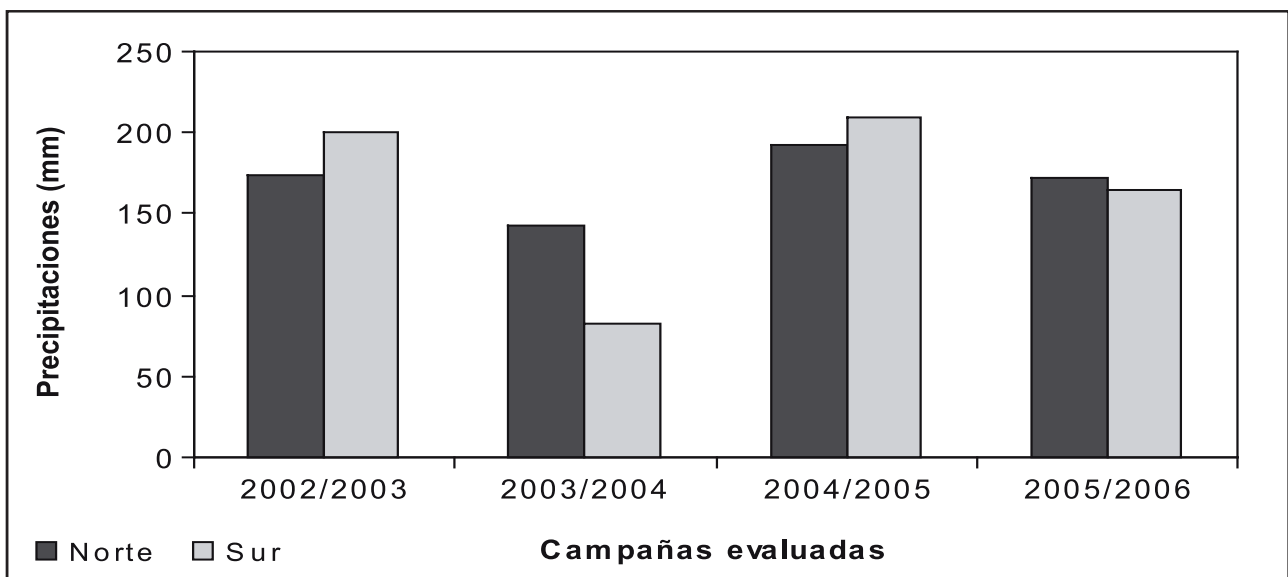


Figura 7. Precipitaciones pluviométricas registradas entre los meses de octubre y noviembre en las cuatro campañas evaluadas. Datos promedio tomados de estaciones meteorológicas ubicadas en la zona norte y sur de la provincia de Tucumán.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal de laboratorio de la Sección Zoología Agrícola de la EEAO, por su valiosa colaboración en la observación de las muestras de campo, y a Jorge Forciniti por facilitar los datos meteorológicos. Agradecemos también las valiosas sugerencias aportadas por un revisor anónimo sobre la primera versión del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Argov, Y. and Y. Rössler. 1996.** Introduction, release and recovery of several exotic natural enemies for biological control of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* in Israel. *Phytoparasitica* 24: 33-38.
- Auerbach, M. J.; E. F. Connor and S. Mopper. 1995.** Minor miners and major miners: population dynamics of leaf-mining insects. En: Cappuccino, N. and P. W. Price (eds.), *Population dynamics, novel approaches and synthesis*, Academic Press, San Diego, California, USA.
- Belasque Jr., J.; A. L. Parra-Pedrazzoli; J. Rodrigues Neto; P. T. Yamamoto; M. C. M. Chagas; J. R. P. Parra; B. T. Vinyard and J. S. Hartung. 2005.** Adult citrus leafminers (*Phyllocnistis citrella*) are not efficient vectors for *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*. *Plant Dis.* 89 (6): 590-594.
- Bergamin Filho, A.; L. Amorin; F. F. Laranjeira and T. R. Gotwald. 2000.** Epidemiology of citrus canker in Brazil with and without the Asian citrus leafminer. En: *Proc. International Citrus Canker Research Workshop*, 1, Fort Pierce, Florida, pp. 6.
- Cáceres, S. 2000.** The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its native parasitoids in Corrientes (Argentina). En: *Proc. Intern. Soc. of Citriculture Congress 2000*, Orlando, Florida, pp. 100.
- Edwards, O. R. and M. A. Hoy. 1998.** Biology of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). (*Annals of the Entomological Society of America*) 91: 654-660.
- Efrom, C. F. S.; L. R. Redaelli e L. M. G. Diefenbach. 2007.** Diversidade de parasitóides de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) em variedades de citros e relação com fatores bióticos e abióticos. *Arq. Inst. Biol. São Paulo* 74 (2): 121-128.
- Federcitrus (Federación Argentina del Citrus). 2007.** Argentina, la tierra de los cítricos en América del Sur. [En línea]. Disponible en <http://www.federcitrus.org/english/index.htm>. (consultado 24 octubre 2007).
- García-Mari, F.; R. Vercher; J. Costa-Comelles; C. Marzal and M. Villalba. 2004.** Establishment of *Citrostichus phyllocnistoides* (Hymenoptera: Eulophidae) as a biological control agent for the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Spain. *Biol. Control* 29: 215-226.
- Greve, C. e L. R. Redaelli. 2006.** Variação sazonal dos estágios imaturos de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) em pomares de *Citrus sinensis* sob dois sistemas de cultivo. *Neotrop. Entomol.* 35 (6): 828-833.
- Hoy, M. A. and R. Nguyen. 1997.** Classical biological control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae): theory, practice, art and science. *Trop. Lepid.* 8 (1): 1-19.
- Hoy, M. A.; R. Singh and M. E. Rogers. 2007.** Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae), and natural enemy dynamics in central Florida during 2005. *Fla. Entomol.* 90 (2): 358-369.
- Jesús Junior, W. C.; J. Belasque Júnior; L. Amorim; R. S. C. Christiano; J. R. P. Parra and A. Bergamin Filho. 2006.** Injuries caused by citrus leafminer (*Phyllocnistis citrella*) exacerbate citrus canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) infection. *Fitopatol. Brasil* 31 (3): 277-283.
- Johnson, S. J. and D. C. Henne. 2003.** Biological control of the citrus leafminer with *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) in Louisiana. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 116: 224-226.
- Kerns, D. L. 2004.** Population dynamics of the citrus leafminer in Arizona. Final report for project supported by the Arizona Citrus Research Council. [En línea]. Disponible en [http://www.azda.gov/CDP/Kerns%20-%20Citrus%20leafminer%20population%20dynamics%20\(2002-03\).pdf](http://www.azda.gov/CDP/Kerns%20-%20Citrus%20leafminer%20population%20dynamics%20(2002-03).pdf) (consultado 20 octubre 2007).
- Knapp, J. L.; L. G. Albrigo; H. W. Browning; R. C. Bullock; J. B. Heppner; D. G. Hall; M. A. Hoy; R. Nguyen; J. E. Peña and P. A. Stansly. 1995.** Citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* Stainton: current status in Florida. *Fla. Coop. Ext. Serv., IFAS, Univ. Florida*, Gainesville, USA.
- Legaspi, J. C.; J. V. French; M. Schauff and J. B. Woolley. 1999.** The citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in South Texas: Incidence and parasitism. *Fla. Entomol.* 82 (2): 306-316.
- Lioni, A. S. R. e F. J. Cividanes. 2004.** Tabela de vida ecológica do minador-do-citros, *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Neotrop. Entomol.* 33 (4): 407-415.
- Mazih, A. and M. S. Chitoukli. 2000.** Studies on annual population dynamics and damage caused by the citrus leafminer in the Souss Area of Morocco. En: *Proc. Int. Soc. Citricult. Congr.*, 9, Orlando, USA, 2000, pp. 839-843.
- Nogueira de Sá, L. A.; V. A. Costa; W. P. de Oliveira and G. R. de Almeida. 2000.** Parasitoids of *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) in

- Jaguariúna, State of São Paulo, Brazil, before and after the introduction of *Ageniaspis citricola*. Scientia Agrícola 57 (4): 799-801.
- Parra, J. R. P.; J. M. S. Bento; M. C. M das Chagas e P. T. Yamamoto. 2004.** O controle biológico da larva-minadora-dos-citros. Visão Agrícola, ESALQ 2: 64- 67.
- Parra, A. G. C; E. F. Vilela e J. M. S. Bento. 2002.** Horário de oviposição e ritmo diário de emergencia de *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) em laboratorio. Neotropical Entomology 31 (3): 365-368.
- Pomerinke, M. A. and P. A. Stansly. 1998.** Establishment of *Ageniaspis citricola* (Hymenoptera: Encyrtidae) for biological control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) in Florida. Fla. Entomol. 81 (3): 361-372.
- Ramallo, J.; N. Vazquez de Ramallo y L. D. Ploper. 2005.** Identificación y caracterización del agente causal de la canchrosis de los citrus (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) en limoneros (*Citrus limon*) en Tucumán, Argentina. En: Resúmenes del Congreso Latinoamericano de Fitopatología, 13, Córdoba, Argentina, pp. 240.
- Salas, H. y L. Goane. 2001.** Control químico del minador de los cítricos mediante el uso de bajo volumen. Avance Agroind. 22 (3): 31-32.
- Salas, H. y L. Goane. 2003.** Evaluación de diferentes dosis de insecticidas sistémicos aplicados en pre-plantación para el control del minador de la hoja de los cítricos (*Phyllocnistis citrella* Stainton). Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 80 (1-2): 33 -36.
- Salas, H.; L. Goane; A. Casmuz y S. Zapatiel. 2006.** Control del minador de la hoja de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton en plantas de limonero en vivero con insecticidas sistémicos. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán 83 (1-2): 1- 8.
- Salas, H.; L. Goane; A. Macián; A. Casmuz; S. Medina y M. Antoni. 2002.** Control del minador de la hoja de los cítricos con abamectin en aplicaciones aéreas. Avance Agroind. 23 (3): 35- 37.
- Salas, H. ; L. Goane ; S. Zapatiel y M. Bernal. 2004.** Spinosad: una nueva alternativa para el control químico del minador de los cítricos. Avance Agroind. 25 (3): 32-33.
- Speight, M. R.; M. D. Hunter and A. D. Watt. 1999.** Ecology of Insects. Backwell Science Ltd., London, England.
- Willink, E.; H. Salas y M. A. Costilla. 1996.** El minador de la hoja de los cítricos, *Phyllocnistis citrella* en el NOA. Avance Agroind. 16 (65): 15-20.
- Willink, E.; H. Salas; D. Figueroa y P. Zamudio. 1999.** Manejo integrado del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en el NOA. Avance Agroind. 20 (78): 23-27.
- Xiao, Y.; J. A. Qureshi and P. Stansly. 2007.** Contribution of predation and parasitism to mortality of citrus leaf-miner *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) populations in Florida. Biological Control 40: 396-404.
- Zaia, G. D.; E. Willink; G. Gastaminza; H. Salas; M. E. Villagrán; L. Augier y D. Figueroa. 2006.** Control biológico clásico del "minador de la hoja de los cítricos": balance de lo realizado en la EEAOC. Avance Agroind. 27 (3): 29-34.
- Zuccardi, R. B. y G. S. Fadda. 1985.** Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. Miscelánea (86). Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán.