



# Contribución de una infraestructura ecológica al control biológico y la polinización en zapallito de tronco (*Cucurbita máxima* var. zapallito)

Beatriz Diaz<sup>1</sup>, Pablo Cavigliasso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Concordia, Grupo Hortícola, Estación Yuquerí s/n (3200), Concordia, Entre Ríos, Argentina. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Concordia, Departamento Frutales, Estación Yuquerí s/n (3200), Concordia, Entre Ríos, Argentina.

diaz.beatriz@inta.gob.ar

## RESUMEN

El zapallito redondo de tronco (*Cucurbita máxima* var. zapallito) es un cultivo dependiente de los servicios de control biológico para mitigar la acción de plagas y de polinización para alcanzar la fructificación. El objetivo de este trabajo fue determinar los beneficios de incorporar una banda floral (*Fagopirum sculentum* y *Lobularia maritima*) sobre el control biológico de la chinche del zapallo *Acanonicus hahni* (Stål, 1860) y la tasa de visita de los polinizadores en flores de zapallito. La hipótesis planteada es que la adición de la banda floral (BF) tendrá un efecto positivo sobre ambos servicios de regulación. Se establecieron dos parcelas de zapallito, una con y otra sin banda floral (CBF/SBF). Se observaron diferencias significativas a favor del tratamiento CBF en el porcentaje de parasitismo de huevos de *A. hahni*, el n.º de visitas totales/pl. y de los grupos dominantes de polinizadores (*Apidae*, *Halictidae*, *Vespidae*). Se registró mayor n.º de frutos y peso de fruto/pl. en la parcela CBF.

## INTRODUCCIÓN

El aumento de la diversidad vegetal en los sistemas productivos permite incrementar las interacciones biológicas generando de esta forma sinergismos claves entre los componentes de la agrobiodiversidad para la promoción de procesos y servicios ecosistémicos (Dainese *et al.*, 2019). En este sentido, la agroecología propone estrategias para hacer que la agricultura sea favorable para la biodiversidad asociada promoviendo los servicios ecosistémicos que provee para la regulación de plagas y

la polinización (Haan *et al.*, 2021). Los beneficios de la diversidad de controladores biológicos y polinizadores sobre el manejo local han quedado demostrados en diferentes cultivos a través de un menor número de organismos plagas y del aumento en cantidad y calidad de los frutos. Por este motivo, una mejora en la integración de la gestión de ambos servicios ofrece buenas posibilidades para reducir el uso de insumos externos, contribuyendo de este modo a la estabilidad del agroecosistema (Egan *et al.*, 2020). Esto se debe a procesos de

complementariedad o sinergias entre las especies que integran las comunidades (Garibaldi *et al.*, 2018).

El uso de los recursos florales, como una estrategia de manejo de hábitat, es una práctica que posee alto potencial para proveer beneficios a los organismos que realizan el control biológico y la polinización en cultivos hortícolas como las cucurbitáceas. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones realizadas hasta el momento han considerado estos servicios en forma separada (Cornelius *et al.*, 2019, Azpiazu *et al.*, 2020).

Dentro de las cucurbitáceas, el zapallito redondo de tronco (*Cucurbita máxima* var. *zapallito*) constituye un cultivo que se ve afectado por diferentes plagas y además es altamente dependiente de la polinización (superior al 90 %) para llegar a fructificar (Chacoff *et al.*, 2010). El cultivo de zapallito de tronco es habitual entre los productores familiares del nordeste de Entre Ríos, muchos de los cuales están en transición agroecológica. Por ello, el objetivo del trabajo fue evaluar los aportes de incorporar una banda floral sobre el control biológico de la chinche del zapallo *Acanonicus hahni* (Stål, 1860) (*Hemiptera: Coreidae*), la tasa de visita de los polinizadores en las flores del zapallito y su aporte en la formación de frutos. La hipótesis planteada en este trabajo es que la adición de una franja floral podría contribuir positivamente al servicio de control biológico de las plagas y de la polinización del cultivo de zapallito de tronco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en los módulos hortícolas de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Concordia (31° 22' Lat. S, 58° 07' Long. O). El zapallito redondo de tronco var. "Clarissimo" (Caps) se sembró en macetas sobre sustrato comercial (2/11/20) y se trasplantó a campo con dos hojas verdaderas (30/11/20). Se establecieron dos parcelas de cultivo separadas a 50 m mediante una cortina forestal. Cada parcela contó con 144 plantas de zapallito que se trasplantaron en 4 camellones (0,80 X 30m). A una de las parcelas se adicionó una franja floral de 1 m de ancho x 30 m de largo compuesta por trigo sarraceno (*Fagopirum esculentum*) y aliso (*Lobularia maritima*) (CBF) (fig. 1a) mientras que la parcela sin flores actuó como control (SBF) (fig. 1b). En la franja floral, el trigo sarraceno se sembró en 3 líneas en una densidad de 60 g/m<sup>2</sup> (28/10/20) y para los plantines de aliso se usó un diseño a tresbolillo en dos líneas a 40 cm entre plantas.

Los muestreos en las plantas de zapallito se realizaron en forma semanal sobre 9 pl./camellón (36 pl./parcela) observándose posturas de *A. hahni* sobre todos los órganos de la planta. Las posturas colectadas se llevaron al laboratorio donde se contabilizó el número de huevos y se conservaron individualmente en recipientes hasta su eclosión. Se contabilizó el número de chinches y de parasitoides emergidos para determinar el porcentaje de parasitismo en cada tratamiento (CBF/SBF). Los censos de visitantes florales se hicieron en

forma semanal en las mismas plantas indicadas anteriormente observándose cada flor durante 1' entre las 9 h-10.30 h. A la cosecha se colectaron los frutos de cada planta evaluada para plagas y polinizadores cada 2-3 días. De cada planta se registró el número de frutos y el peso fresco (g) de estos en cada fecha de muestreo.

El análisis comparativo de los estimadores fue realizado mediante GLMM. Cada una de las variables respuestas cuantificadas para el parasitismo de *A. hahni* y en los censos de interacciones flores C. máxima-polinizador fueron comparadas entre parcelas "CBF/SBF". Se incluyeron los factores "periodo de muestreo, camellón y planta" como aleatorios según el modelo planteado en cada caso particular. Se usó el Software estadístico R (versión 3.6.0) para todos los análisis. Se recurrió a la función "glmer" del paquete "lme4" para determinar las significancias, y las comparaciones entre parcelas fueron presentadas mediante el test de LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

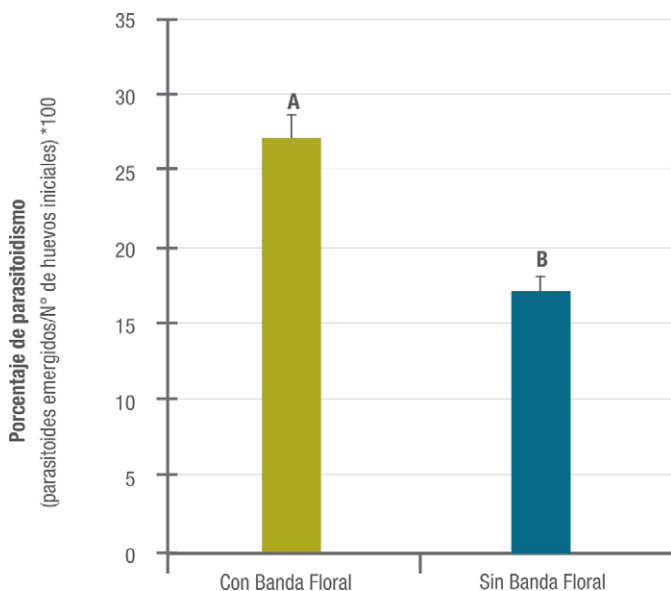
### Parasitismo de huevos de *A. hahni* en parcela con y sin banda floral

El total de posturas colectadas de la chinche del zapallo (*A. hahni*) desde el 11 al 23/12/20 fue de 229 en la parcela CBF mientras que en la parcela SBF ascendió a 267. El número medio de huevos de las posturas ( $\pm$  SE) colectadas en la parcela CBF fue de  $13,7 \pm 6$  (rango de 2-37) y en la parcela SBF fue de  $11,9 \pm 6$  (rango de 2-39 huevos/postura). El porcentaje de parasitismo registrado en los huevos de *A. hahni* mostró diferencias significativas entre ambos tratamientos, observándose un incremento del 10 % en la parcela CBF (fig. 2). Los parasitoides de huevos de *A. hahni* identificados hasta el momento pertenecen a la familia Encyrtidae, (Scelioninae) y a la subfamilia Telenominae. Los resultados obtenidos difieren de los observados por Cornelius *et al.* (2019) en el que no observaron diferencias en el parasitismo en posturas de otras especies de chinches de la familia Coreidae cuando se adicionó una banda

**Figura 1.** Vista de los cultivos de zapallito en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Concordia: a. con banda floral de trigo sarraceno y aliso; b. cultivo sin banda floral.



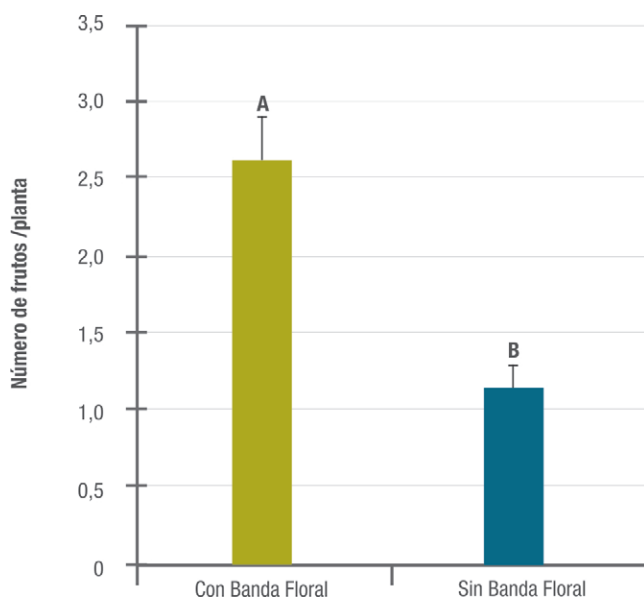
**Figura 2.** Porcentaje de parasitismo de posturas de la chinche *A. hahni* en parcelas de zapallito de tronco con y sin banda floral. Barras con distintas letras indican diferencias significativas (LSD Fischer  $p < 0,05$ ).



**Tabla 1.** Número de visitas totales y por grupo de polinizadores sobre flores de zapallito en parcelas con y sin banda floral.

Estimador (VR)	Parcela con banda floral	Parcela sin banda floral	F	P
Visitas totales	3,65 (0,43) a	0,91 (0,12) b	267,59	<0,0001
Apoideos	1,02 (0,12) a	0,36 (0,06) b	49,07	<0,0001
Formicidae	1,56 (0,35) a	0,34 (0,08) b	199,71	<0,0001

**Figura 3. a.** Comparación del número de frutos/planta entre la parcela con y sin banda floral. Barras con distintas letras indican diferencias significativas (LSD Fischer  $p < 0,05$ ); **b.** Número de frutos/planta en función de las visitas totales; **c.** Rendimiento por planta (g) en función de las visitas totales.



floral de trigo sarraceno a un cultivo de zapallito (*Cucurbita pepo*). En el presente trabajo tanto el trigo sarraceno como el aliso están contribuyendo a la provisión del parasitoides registrado en las posturas de la chinche.

### Visitantes florales del zapallito de tronco

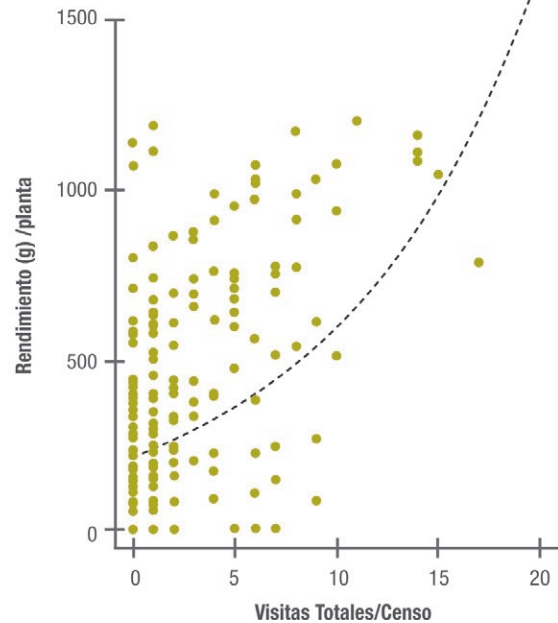
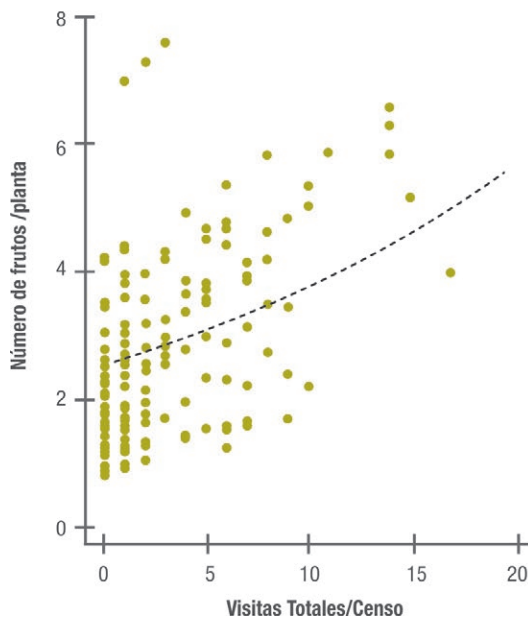
En total se cuantificaron 853 visitas correspondientes a 10 especies/grupos. Los visitantes florales dominantes del zapallito en ambas parcelas fueron la superfamilia Apoidea (familias Apidae, Halictidae, Vespidae), 27,2 % de las visitas, y la familia Formicidae (Orden Hymenoptera), 66,6 % de las visitas. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, CBF/SBF, para el número de visitas total y en los grupos dominantes del ensamble (tabla 1). Tanto las flores del trigo sarraceno como del aliso han sido usadas con éxito en diferentes casos como “plantas insectario” dado sus características melitofilas que las hacen atractivas para diferentes visitantes florales, entre ellos las abejas (Diaz *et al.*, 2018, Diaz, 2020).

Además, hemos observado que el número de frutos/planta de *C. máxima* fue significativamente mayor en la parcela CBF (GLMM,  $\beta = 0,82$ ,  $SE = 0,09$ ;  $Z = 8,85$ ,  $P < 0,0001$ ; poisson) (fig. 3a) aumentando significativamente el número de frutos y el rendimiento (g) por planta a medida que se incrementan las visitas totales/planta ( $\beta_{\text{frutos}} = 0,04$ ,  $SE = 0,01$ ;  $Z = 2,94$ ,  $P = 0,0032$ ;  $\beta_{\text{rendimiento}} = 0,04$ ,  $SE = 0,001$ ;  $Z = 35,23$ ,  $P < 0,0001$ ) (fig. 3b y 3c).

A través de este estudio se pudo observar el efecto positivo y sinérgico de la asociación de recursos florales (CBF) con el cultivo de zapallito (Russo *et al.*, 2013), resultados que están en consonancia con lo propuesto en el modelo de intensificación ecológica para la producción agrícola (Tittonell, 2014).

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que la adición de una banda floral formada por trigo sarraceno y aliso al cultivo de zapallito de tronco tuvo un efecto positivo en el control biológico y en los visitantes florales que contribuyen a la polinización del cultivo. El control biológico se manifestó por un incremento en el parasitismo de huevos de la chinche *A. hahni* y por lo tanto la disminución del número de ninfas y potenciales adultos que provocan un menor desarrollo de plantas y frutos al succionar e inyectar saliva tóxica. Con respecto a los polinizadores, en la parcela con banda



floral se registró un mayor número de visitas totales que incrementó el número de frutos y rendimiento/planta, corroborando así la dependencia del zapallito a la polinización y su efecto positivo sobre la productividad del cultivo.

## FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo está financiado por los proyectos INTA 2019-PE-E1-1500-001 "Intensificación sostenible de sistemas hortícolas" y 2019-PE-E1-1600-001 "Bioecología y estrategias de manejo de organismos perjudiciales y benéficos en escenarios de intensificación perjudiciales y benéficos en escenarios de intensificación sustentable de cultivos".

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Cecilia B. Margaria y al Dr. Daniel A. Aquino por la identificación de los parasitoides. A Iván Villagra y Mario Vergara por el mantenimiento de los cultivos y tareas de campo y a Laura Godoy Suárez por su trabajo de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

AZPIAZU, C.; MEDINA, P.; ADÁN, A.; SÁNCHEZ-RAMOS, I.; DEL ESTAL, P.; FERERES, A.; VIÑUELA, E. (2020). The role of annual flowering strips on a melon crop in centro Spain. Influence on pollinators and crop, *Insects*, 11(66).

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S.; CHRISTENSEN, R.H.; SINGMANN, H.; DAI, B.; SCHEIPL, F.; GROTHENDIECK, G.; GREEN, P.; FOX, J.; BAUER, A.; KRIVITSKY, P. (2015). Package 'lme4', *Convergence*, 12(2). (Disponible: <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/lme4.pdf> verificado: 20 de enero de 2020).

CHACOFF, N.P.; MORALES, C.L.; GARIBALDI, L.A.; ASHWORTH, L.; AIZEN, M.A. (2010). Pollinator dependence of Argentinean agriculture: Current status and temporal analysis. *Global Science Books. The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3 (1), 99-105.

CORNELIUS, M.L.; VINYARD, B.T.; GATE, M.W. (2019). Use of flowering plants to enhance parasitism and predation rates on two squash bug species *Anasa tristis* and *Anasa armígera* (Hemiptera: Coreidae). *Insects*, 10(318).

DAINESE, M.; MARTIN, E.A.; AIZEN, M.A.; ALBRECHT, M.; BARTOMEUS, I.; RICCARDO BOMMARCO, R.; CARVALHEIRO, L.G.; CHAPLIN-KRAMER, R.; GAGIC, V.; GARIBALDI, L.A.; GHAZOU, J.; GRAB, H.; JONSSON, M.; KARP, D.S.; KENNEDY, C.M.; KLEIJN, D.; KREMEN, C.; LANDIS, D.A.; LETOURNEAU, D.K.; MARINI, L.; POVEDA, K.; RADER, R.; SMITH, H.G.; TSCHARNTKE, T.; ANDERSSON, G.K.S.; BADENHAUSER, I.; BAENSCH, S.; BEZERRA, A.D.M.; BIANCHI, F.J.J.A.; BOREUX, V.; BRETAGNOLLE, V.; CABALLERO-LOPEZ, B.; CAVIGLIASSO, P.; ČETKOVIĆ, A.; CHACOFF, N.P.; CLASSEN, A.; CUSSER, S.; DA SILVA E SILVA, F.D.; ARJEN DE GROOT, G.; DUDENHÖFFER, J.H.; EKROOS, J.; FIJEN, T.; FRANCK, P.; FREITAS, B.M.; GARRATT, M.P.D.; GRATTON, C.; HIPÓLITO, J.; HOLZSCHUH, A.; HUNT, L.; IVERSON, A.L.; JHA, S.; KEASAR, T.; KIM, T.N.; KISHINEVSKY, M.; KLATT, B.K.; KLEIN, A.M.; KREWENKA, K.M.; KRISHNAN, S.; LARSEN, A.E.; LAVIGNE, C.; LIERE, H.; MAAS, B.; MALLINGER, R.E.; MARTINEZ PACHON, E.; MARTÍNEZ-SALINAS, A.; MEEHAN, T.D.; MITCHELL, M.G.E.; MOLINA, G.A.R.; NESPER, M.; NILSSON, L.; O'ROURKE, M.E.; PETERS, M.K.; PLEČAŠ, M.; POTTS, S.G.; RAMOS, D.L.; ROSENHEIM, J.A.; RUNDLÖF, M.; RUSCH, A.; SÁEZ, A.; SCHEPER, J.; SCHLEUNING, M.; SCHMACK, J.M.; SCILIGO, A.R.; SEYMOUR, C.; STANLEY, D.A.; STEWART, R.; STOUT, J.C.; SUTTER, L.; TAKADA, M.B.; TAKI, H.; TAMBURINI, G.; TSCHUMI, M.; VIANA, B.F.; WESTPHAL, C.; WILCOX, B.K.; WRATTEN, S.D.; YOSHIOKA, A.; ZARAGOZA-TRELLO, C.; ZHANG, W.; ZOU, Y.; STEFFAN-DEWENTER, I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-

mediated benefits for crop production. *Science Advances* 5, eaax012124.

DIAZ, B.M. (2020) El uso del aliso (*Lobularia maritima*) para promover artrópodos benéficos en el agroecosistema hortícola. Ediciones INTA, 29 p.

DIAZ, B.M.; MARTÍNEZ, M.A.; CAVIGLIASSO, P. (2018) Evaluación del trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) como "planta insectario" en la horticultura agroecológica. X Congreso Argentino de Entomología. Mendoza.

EGAN, P.A.; DICKS, L.V.; HOKKANEN, H.M.T.; STEINBERG, J.A. (2020) Delivering integrated and pollinator management (IPPM), *Trends in Plant Science*, 25(6), 577-598.

GARIBALDI, L.; ANDERSSON, G.K.S.; REQUIER, F.; FIJEN, T.P.M.; HIPÓLITO, J.; KLEIJN, D.; PÉREZ-MÉNDEZ, N.; ROLLIN, O. (2018) Complementarity and synergisms among ecosystem services supporting crop yield. *Global Food Security*, 17, 38-47.

HAAN, N.L.; IULIANO, B.G.; GRATTON, C.; LANDIS, D.A. (2021). Designing agricultural landscapes for arthropod-based ecosystem services in North America. *Advances in Ecological Research*, 64, 191-250.

RUSSO, L.; DEBARROS, N.; YANG, S.; SHEA, K.; MORTENSEN, D. (2013). Supporting crop pollinators with floral resources: network based phenological matching. *Ecology and evolution*, 3(9), 3125-3140.

SHACKELFORD, G.; STEWARD, P.R.; BENTON, T.G.; KUNIN, W.E.; POTTS, S.G.; BIESMEIJER, J.C.; SAIT, S.M. (2013). Comparison of pollinators and natural enemies: a meta-analysis of landscape and local effects on abundance and richness in crops, *Biological Reviews*, 88, 1002-1021.

TITTONELL, P. (2014). Ecological intensification of agriculture-sustainable by nature. *Opinion in Environmental Sustainability* 8, 53-61.

"Este trabajo fue previamente publicado en el 2.º Congreso Argentino de Agroecología (2021) y resulta una revisión con sus agregados y novedades".