

- Sarandón, S. J. y M. A. Chamorro. 2003. Policultivos en los sistemas de producción de granos. *En*: E. Satorre, R. Benech Arnold, G. A. Slafer, E. De la Fuente, D. Miralles, M. E. Otegui, y R. Savin (Editores). Producción de Cultivos de Granos. Bases Multifuncionales para su Manejo. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina. pp. 353 – 370.
- Sinclair, T. R. and Muchow, R. 1999. Radiation use efficiency. *Advances in Agronomy*. 65: 215 – 265.
- Trenbath, B. R. 1986. Resource use by intercrops. In: C. A. Francis (Editor) *Multiple Cropping Systems*. McMillan, New York pp. 82-95.
- Tsubo, M., E. Mukhala, H. O. Ogindo, and S. Walker. 2003. Productivity of maize-bean intercropping in semi-arid region of South Africa. *Water*. 29(4): 381 – 388.
- Tsubo, M. and S. Walker. 2004. Shade effects on *Phaseolus vulgaris* L. intercropped with *Zea mays* L. under well – watered conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 190 (3): 168 – 176.
- Uhart, S. A. and F. H. Andrade. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. *Crop Sc.* 35: 1376-1383.
- Usuda, H., and K. Shimogawara. 1991. Phosphate deficiency in maize: I. Leaf phosphate status, expansion, photosynthesis and carbon partitioning. *Plant Cell Physiol.* 32: 497-504.
- Vandermer, J. H. 1989. *The ecology of intercropping*. Cambridge. Cambridge University Press.
- Villalobos, F. J., Mateos, L. Orgaz, F. y Federes, E. 2002. *Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 349-373.
- Willey, R. W. 1990. Resource uses in intercropping systems. *Agric. Water Management*. 17: 215 – 231.
- Willey, R. W. and D. S. Osiru. 1972. Studies on mixture of maize and beans with particular reference to plant populations. *J. Agric. Sci.* 79: 519 – 529.
- Zhang, F. S. and Li, L. 2003. Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient – use efficiency. *Plant and Soil*. 248(1-2): 305 – 312.

Manejo sustentable de plagas de algunos cultivos de importancia económica en el estado de México

OMAR FRANCO-MORA
ÁLVARO CASTAÑEDA-VILDÓZOLA
JESÚS RICARDO SÁNCHEZ-PALE*

Resumen

La creciente demanda de productos hortícolas saludables y de bajo riesgo para la salud humana representa un desafío para los productores agrícolas del Estado de México, en especial cuando se requiere de insumos de bajo impacto al ambiente y sustentables para controlar plagas. Ante esta área de oportunidad, en el presente capítulo se indican los resultados obtenidos con el uso de hongos antagonistas nativos para el manejo de *Sphacelia* spp. (Teleomorfo: *Claviceps gigantea*) en maíz (*Zea mays*); con el uso de insumos biorracionales y biológicos (*Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp.) en el manejo de manchas foliares causados por diversos hongos en cempasúchitl (*Tagetes erecta*); así como con el embolsado de frutos en chirimoya (*Annona cherimolla*) como barrera física para el control del barrenador de frutos *Talponia batesi* (Lepidoptera: Tortricidae); y con el uso de abonos para la mejora de calidad hortícola de *Lilium* sp. Los resultados indican que las diferentes estrategias de manejo sustentable tiene el potencial de ser incluidas como parte del manejo integrado de cada cultivo, y sobre todo representan alternativas sustentables y de fácil acceso para los productores hortícolas.

Palabras clave: Control biológico, control biorracional, embolsado de frutos y potencializadores orgánicos.

Introducción

Las actuales condiciones de mercado de productos agropecuarios exigen alimentos sanos e inocuos, lo que obliga a buscar alternativas de manejo de plagas (insectos, patógenos y malezas) con menor impacto al ambiente y salud humana, lo que lleva a un menor uso de plaguicidas de origen sintético. La menor

* Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Campus "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, C.P. 50200, México.

utilización conlleva al fomento de organismos de control biológico natural que son los responsables de regular directamente las poblaciones de insectos plaga. Efecto similar se observa con el menor uso de fungicidas sintéticos que impiden la proliferación de organismos antagonistas responsables de regular de manera natural la microflora del suelo. Paralelamente la cría de insectos benéficos (depredadores y parasitoides) así como de hongos antagonistas ha sido exitosa y empieza a despertar interés entre los productores, sin embargo su implementación en campo ha presentado limitaciones que ha impedido su desarrollo. Por esta razón se buscan alternativas que complementen la eficiencia del control como es el uso de abonos orgánicos y lixiviados que potencializan las defensas de la planta (Guillermo, 2015).

En este escenario de nuevas propuestas de manejo de plagas, los centros de investigación como el de la Facultad de Ciencias Agrícolas han enfocado sus recursos para el desarrollo de tecnologías de manejo alternativo como es el uso de controladores biológicos, biorracionales, de origen físico y potencializadores. En este sentido la Facultad de Ciencias Agrícolas a través del cuerpo académico “Cultivos Básicos y Hortalizas” así como estudiantes de licenciatura y maestría comparten sus avances de investigación y desarrollo de tecnologías para productores locales o nacionales que se interesen por ellas. En este capítulo se abordan temas en fertilización orgánica y control biológico mediante uso de antagonistas o productos biorracionales, así como barreras físicas mediante el embolsado de frutos, todas estas propuestas bajo un manejo sustentable que busca minimizar el uso indiscriminado de agroquímicos y resalta la búsqueda de alternativas para una agricultura más sana al hombre, al ambiente y primordialmente productiva.

A continuación se mencionan los avances significativos que han desarrollado los integrantes del cuerpo académico de cultivo Básico y Hortícolas con estudiantes Licenciatura y Maestría.

Uso alternativo de abono en ornamentales

En México, la floricultura es una actividad con alta tasa de retorno de capital (Ramírez y Chávez, 2014). *Lilium* (L) es una de las especies más explotadas, en 2014 su valor de producción nacional fue aproximadamente de 300 millones de pesos (SAGARPA, 2012; SIAP, 2014). Si bien, para el productor es importante la mejora continua del manejo agronómico, existe preocupación por ambientalistas y autoridades sanitarias por el empleo de excesivas cantidades de plaguicidas y fertilizantes (Oliva *et al.*, 2005; Martínez-Luna *et al.*, 2014). Por ello, existe interés multidisciplinario por ejemplo ecológico, económico y horticultural para optimizar los insumos de producción en la floricultura del Estado de México.

Particularmente, el uso excesivo de fertilizantes causa contaminación de los yacimientos de agua y reduce la materia orgánica del suelo, entre otros factores (Pérez y Aguilar, 2012; Singh y Ryan, 2015; Yu *et al.*, 2016); y eleva el costo de producción (Yu *et al.*, 2016). Desde el punto de vista calidad, la dosificación correcta de nutrimentos contenidos en fertilizantes y/o abonos puede modular aspectos de calidad ornamental, es decir, color, tamaño, olor, producción de metabolitos secundarios y vida postcosecha (Rodríguez-Landero *et al.*, 2012; Ying *et al.*, 2014).

El uso de abonos orgánicos representa una alternativa viable que busca maximizar los recursos, reducir el impacto de los insumos agrícolas en el ambiente, así como limitar el riesgo en la salud tanto del productor como del consumidor (Félix-Herrán *et al.*, 2008). En diferentes productos agrícolas, la aplicación de abonos orgánicos ha sido exitosa. En conjunto con el fertilizante químico, el humus de lombriz incrementó el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) (Álvarez-Solís *et al.*, 2010). En gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) se observó mayor crecimiento de la planta con la aplicación de lixiviado de composta (dos Santos *et al.*, 2016); mientras que la aplicación de lombricomposta redujo la pérdida de peso postcosecha en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) (Hernández-Fuentes *et al.*, 2010).

A nivel mundial, existe demanda por productos hortícolas cultivados orgánicamente (Burnett *et al.*, 2016); debido a la importancia económica, social y de salud pública de la floricultura en el sur del Estado de México, es importante observar la respuesta en cuanto a factores de calidad hortícola de cultivos ornamentales, particularmente de *Lilium*, a la adición de abonos orgánicos. Guillermo (2015) cultivó bajo condiciones experimentales de invernadero *Lilium* "Pensacola" abonando con lixiviado de lombricomposta (LL) (456 mg N/maceta/20 días), LL más 180 mg Zn/maceta/20 días (LL + Zn), o fertilización química (FQ) con 213 mg N/maceta/20 días; los costos de abono o fertilización no difirieron entre si más de 10%. A la cosecha, ambos abonados con LL incrementaron más de 10 cm la altura de planta, pero presentaron, ambos, 4 unidades SPAD (por sus siglas en inglés Análisis de Desarrollo Suelo-Planta [Soil, Plant Analysis Development]) menos que el índice de verdor foliar de FQ. Por otro lado, los tallos abonados con lixiviado de lombriz no requirieron de la aplicación de fungicidas, mientras que los tallos con FQ requirieron de 4 aplicaciones de fungicidas para disminuir la incidencia de *Botrytis* sp. Además, los tallos de LL duraron de 3 a 4 días más en florero que los tallos de LQ, sin embargo, las hojas de los tallos de FQ mantuvieron su índice de verdor por 18 días, mientras que los tallos de LL, en dicha fecha, perdieron de 50 a 33% de su verdor, para LL + Zn y LL, respectivamente.

En un cultivo posterior con *Lilium* "Concador" se empleó FQ, mientras que el lixiviado de lombriz se aplicó completo cada 20 días (LL100%) o a la mitad de

la dosis del experimento anterior cada 10 días (LL50%). Los 456 mg N/maceta, proporcionados por LL, pueden distribuirse en una aplicación cada 20 días o dividirse en 50% cada 10 días y aumentan altura de planta y vida postcosecha, y disminuyen la incidencia de *Botrytis* sp., sin embargo generan menor índice de verdor foliar y se presenta alta tasa de clorosis foliar en postcosecha. La calidad de follaje en postcosecha fue mejor cuando se tuvo FQ, tratamiento que contenía menor dosis de N, pero mayor de P y K, en relación a LL (Guillermo, 2015). Así, las condiciones propias de cada cultivar de *Lilium* como los nutrimentos aplicados en cada tratamiento de este trabajo y, posiblemente, las condiciones ambientales de cada ciclo de cultivo, sean factores a considerar para las recomendaciones de fertilización en plantas de este género.

El trabajo de Guillermo (2015) sugiere el potencial de uso de lixiviado de lombriz para producir plantas de *Lilium* con mayor tamaño y de mayor vida postcosecha, así como menor presencia de *Botrytis* sp., sin embargo con la desventaja de mayor presencia de clorosis foliar en la postcosecha. Como se indicó el costo de la aplicación química y el abonado no difirió más de 10% en el costo, así, cuando los lilis abonados no requirieron de la aplicación de fungicidas para controlar *Botrytis* sp., el costo de producción fue menor para aquellos abonados con lixiviado de lombriz. En trabajos posteriores se sugiere comparar la adición de la misma cantidad de, al menos, los tres macronutrimentos, es decir nitrógeno, fósforo y potasio, con fuentes químicas y orgánicas, así como la sinergia entre la fertilización química y la orgánica.

Alternativas biológicas de manejo de enfermedades del suelo

Las enfermedades radiculares son uno de los problemas fitosanitarios más recurrentes en los diferentes cultivos del Estado de México, en especial en ornamentales y hortalizas, aunque en los últimos años se ha incrementado la incidencia de enfermedades en la producción de grano, específicamente en maíz. Meléndez-Carbajal (2015) reporta que dentro de la diversidad de enfermedades que afectan al maíz de Valles Altos, existe una que ha cobrado gran importancia en variedades de maíz criollo e híbridos sembrados en el Valle de Toluca, considerada la mayor región productora del Estado de México, es el llamado “diente de caballo” o “Ergot” ocasionada por el hongo *rez de Juo Calimaya Y Tenango del Vallen algunoi hentes en el Valle de Toluca Claviceps gigantea* Fuentes *et al.* (Anamorfo *Sphacelia* spp.), enfermedad endémica y propia de esta región desde hace muchos años (Romero, 1993) aunque también se reporta en el estado de Michoacán y Amecameca, Estado de México (Fuentes *et al.*, 1964). Con la introducción de nuevos híbridos al Valle de Toluca para incrementar la productividad de este cultivo, se reportan fuertes daños por la enfermedad, alcanzado

incidencias del 100% en localidades como Metepec, Calimaya, Tenango del Valle y Almoloya de Juárez. Por las características del sistema de producción de maíz, pocos son las alternativas de control que se han implementado, salvo la eliminación del esclerocio al momento de la cosecha manual o al momento de realizar el cernido o selección del grano cosechado. Otra enfermedad recurrente en la producción del grano de maíz es la pudrición de mazorca ocasionada por *Fusarium verticilloides* (Teleomorfo: *Gibberella fujikuroi*), que llega alcanzar pérdidas del 15-20% del producto final en México, y el Estado del México no es la excepción (De León, 2008). Para ambas enfermedades, una posible alternativa de control es el uso de hongos antagonistas nativos, que representan una opción de origen biológico para el control de las dos enfermedades, sobre todo en las etapas que permanecen en el suelo, que permita reforzar el manejo de ambas enfermedades. En este sentido, Meléndez-Carbajal (2015) reporta el aislamiento e identificación de hongos antagonistas nativos con capacidad de inhibir a *Claviceps gigantea* en su fase anamórfica (*Sphacelia* spp.) y *Fusarium verticilloides* provenientes de suelos naturalmente infestados de las localidades de Calimaya (San Andrés), Almoloya de Juárez (Mina México) y Villa Victoria (Laguna seca) del Estado de México, por medio de la confrontación *In vitro* entre los hongos antagonistas y los patógenos, considerando cinco repeticiones de cada confrontación. Los resultados indicaron que 10 cepas se comportaron como antagonistas, siete pertenecieron al género *Penicillium* spp., uno a *Pythium* spp. y uno a *Alternaria* spp. De las cuales, siete cepas de *Penicillium* spp. y *Pythium* spp., presentaron una mayor capacidad antagonista contra *Fusarium verticilloides*; mientras que dos cepas de *Penicillium* spp., la cepa *Pythium* spp., *Alternaria* spp. y *Trichoderma* spp., mostraron antagonismo contra *Sphacelia* spp. Los anteriores resultados sugieren la posibilidad de usar los referidos hongos como agentes de control biológico nativo a través del incremento de las cepas para su posterior aspersión e inoculación al suelo, o bien a través de la adición de materia orgánica al suelo que le permitan ser usada como sustrato que induzca el incremento del inóculo natural del suelo, considerando que todos los antagonistas determinados presentan una etapa saprófita.

Alternativas biorracionales de manejo en enfermedades foliares

Una de las actividades agrícolas de mayor importancia en el Estado de México es la floricultura que aporta el 80% de las ornamentales exportadas a Estados Unidos y Canadá, y el 61,5% del valor total de la producción de ornamentales del país (SAGARPA, 2013). La superficie sembrada va incrementándose año con año, explorando nuevas áreas. A pesar de las condiciones climáticas poco favorables para la producción de ornamentales en el Valle de Toluca, el cempa-

súchitl y gladiolo son las especies que destacan como promisorias debido a la adaptación que han mostrado a cielo abierto. La flor de cempasúchil es utilizada en las festividades de día de muertos, así como en la industria para la elaboración de colorante, harinas y dulces (Del Villar *et al.*, 2007), de igual forma, tiene demanda en la elaboración de alimento para aves y para aumentar el color de la yema del huevo (Méndez-García, 2009); además es una especie apreciada por su capacidad de repeler plagas (insectos, hongos y nematodos) (Gómez-Rodríguez y Zavaleta-Mejía, 2001). Sin embargo a pesar de esta característica también es atacada por insectos, hongos, nematodos y fitoplasmas, capaces de reducir de manera significativa los rendimientos (Romero, 1996).

En el Valle de Toluca se ha observado la prevalencia de algunas enfermedades del follaje como cenicilla por *Oidium* spp., mildiu asociado con *Plasmopara* spp., mancha foliar por *Septoria* spp., y tizón foliar ocasionado por *Alternaria* spp., que en algunos ciclos llegan a afectar la calidad estética del follaje de forma significativa, ameritando realizar algún tipo de control. Actualmente, en las prácticas de manejo de plagas en la agricultura se busca que las diferentes alternativas de control sean altamente eficientes y sustentables, con un especial cuidado al ambiente, es por ello que se ha enfatizado la búsqueda de alternativas de tipo biológico y/o biorracional. Uno de los trabajos pioneros en el control de enfermedades del follaje en ornamentales de campo abierto es el desarrollado por Vázquez-Moreno (2016) que tuvo por objeto el controlar enfermedades foliares ocasionadas por *Plasmopara* spp., *Septoria* spp. y *Alternaria* spp., con productos elaborados a base de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en cultivo cempasúchil establecido en el Valle de Toluca, bajo condiciones de cielo abierto. Para tal fin, se establecieron y evaluaron programas de aspersión siguiendo un patrón de combinaciones de los dos agentes biológicos con Bicarbonato de Potasio y Tiabendazol, así como un testigo absoluto. Se realizaron muestreos en un intervalo de diez a quince días, para evaluar la variable severidad media ponderada, basándose en escalas diagramáticas de seis clases para cada uno de estos patógenos. Los resultados indicaron que *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp. presentaron la capacidad de reducir la severidad ocasionada por *Plasmopara* spp. y *Alternaria* spp., mientras que *Bacillus* spp., tuvo potencial para ser utilizado en el control de *Septoria* spp., efecto similar se determinó con Bicarbonato de Potasio. De tal forma que los programas de aspersión a base de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, redujeron la severidad ocasionada por *Plasmopara* spp. y *Alternaria* spp. en el Valle de Toluca, presentado valores de severidad media ponderada similar a los determinado con Tiabendazol y con Bicarbonato de Potasio. También se observó que los productos biológicos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* permitieron expresión de severidad por *Septoria*, pero es importante mencionar que en los programas de aspersión donde se asperjaban en forma combinada, aplicando inicialmente *Bacillus* y después *Trichoderma*,

decremento la severidad, caso contrario cuando se aplicó primero *Trichoderma* y después *Bacillus*, no se logró reducir la severidad. Por otro lado, cuando se utilizaron de forma combinada, independientemente de su orden, *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* mostraron la capacidad de reducir la severidad ocasionada por *Alternaria*. Los resultados encontrados permiten considerar a *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* como un agente promisorio en el control biológico de las enfermedades foliares en cempasúchitl a campo abierto.

Los resultados encontrados indican las alternativas de manejo de enfermedades de origen biológico y biorracional representan herramientas factibles de ser implementadas para el control de enfermedades, que inducirá el manejo ecológico y sustentable de la agricultura en el Valle de Toluca.

Manejo físico de insectos plaga en frutales

En el Estado de México, el chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.: Anonaceae), se cultiva a nivel traspatio y en huertos familiares, sus frutos son muy apreciados por su agradable sabor y buen precio que alcanzan en el mercado local; sin embargo en los últimos años la incidencia de plagas ha reducido significativamente la calidad y el valor comercial de los frutos; el barrenador de frutos *Talponia batesi* (Lepidoptera: Tortricidae), representa una de las principales limitantes para el cultivo de esta especie frutal; previamente este insecto fue documentado en Guatemala, Costa Rica y Venezuela. En México, se tienen registros de su presencia en Morelos, Puebla, Querétaro, Oaxaca, Veracruz, Hidalgo Guanajuato, Michoacán (Castañeda-Vildózola *et al.*, 2013); en estos Estados, es el principal insecto plaga y las pérdidas que se le atribuyen son del 33 a 100% de la producción de frutos de chirimoya (Castañeda-Vildózola *et al.*, 2013).

De acuerdo a Castañeda-Vildózola *et al.* (2013), los frutos que muestran daño ocasionado por *T. batesi* como primer signo se observa un orificio de entrada de 1.0 mm de diámetro de color negro del que fluye una secreción de consistencia gomosa que es un signo visible de la introducción de una larva al interior del fruto, posteriormente se alojan en las semillas y se alimenta del endospermo, destruyéndolo en su totalidad. Próxima a la pupación, la larva barrena hacia el exterior del fruto para abandonarlo. En esta etapa es común la presencia de numerosos orificios de salida de 2.0 mm de diámetro, que es un indicativo que las larvas lo abandonaron para pupar en el exterior. La pupación ocurre en una cápsula de residuos vegetales construido previamente por la larva. El adulto de *T. batesi* es una palomilla de hábitos nocturnos que en el día permanece oculta en las hojas de los árboles.

Las medidas de control implementadas para reducir los daños causados por *T. batesi* basan en el de insecticidas químicos de amplio espectro, a pesar de la

existencia de otras opciones de control como el embolsado de frutos; sin embargo su uso aún no se ha implementado como parte de un programa de manejo integrado de plagas en cultivos frutales de alto valor comercial. Estudios realizados por Carneiro y Becerril (1993), Broglio-Micheletti *et al.*, (2001), Peña *et al.*, (2002), Toledo-Pererira *et al.*, (2009) demostraron que el embolsado de frutos es una práctica rentable, eficiente y ecológica para el control de insectos barrenadores de las especies *Cerconota anonella* y *Bephratelloides cubensis*, consideradas como plagas primarias de anonáceas de clima tropical. Sin embargo el material más apropiado para la elaboración de las bolsas constituye una parte importante del objetivo de estudio de muchos investigadores. Además el tipo de bolsa y material tiene un efecto significativo en el fruto ya que puede funcionar en una determinada especie o en otro caso incidir negativamente sobre el fruto (Sharma *et al.* 2014) (Cuadro 1).

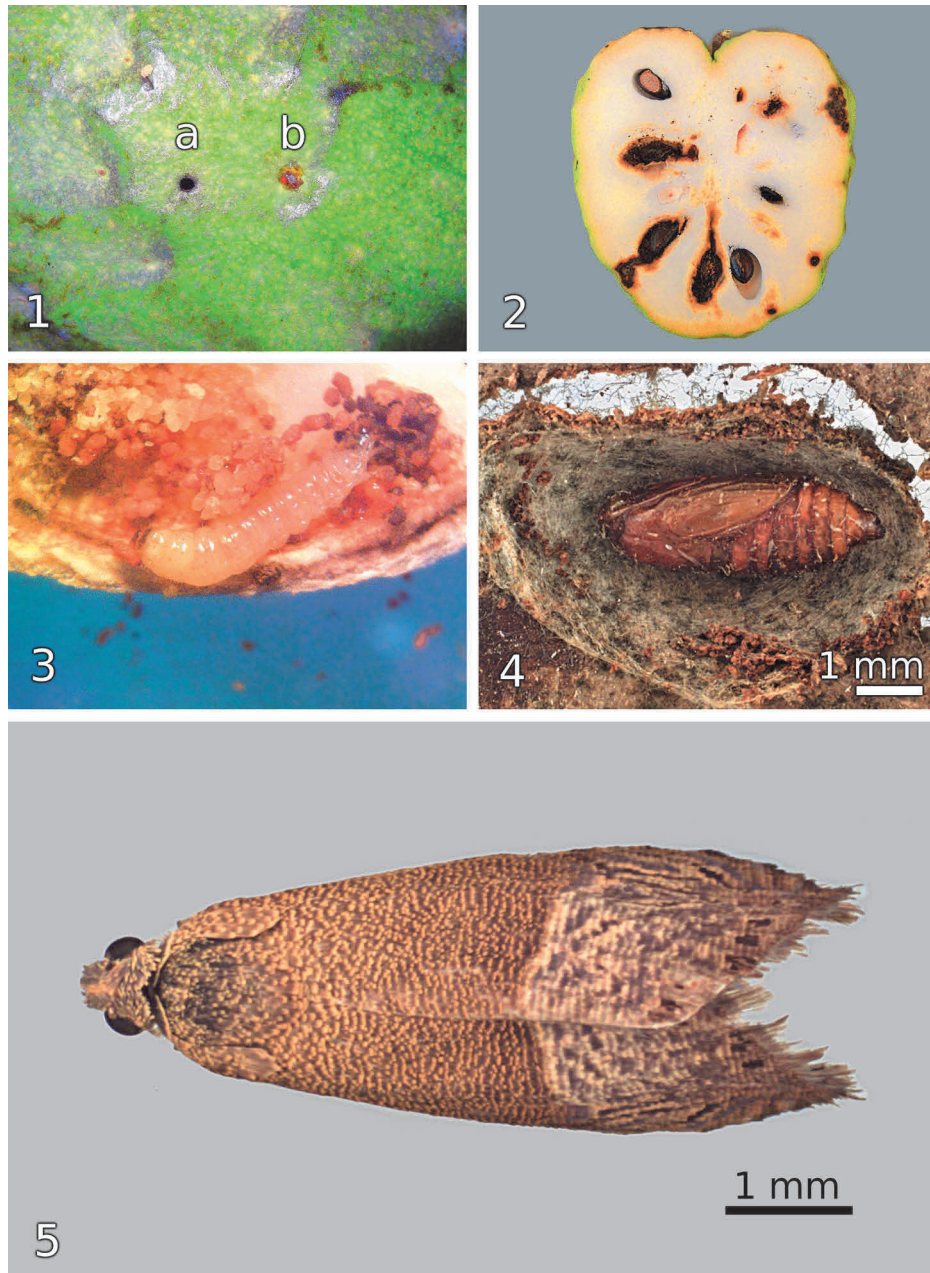
Como parte de las actividades de enseñanza, investigación y servicio por parte de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, a través de las experiencias del cuerpo académico Cultivos Bá-

CUADRO 1. Efecto de diferentes tratamientos de embolsado en características¹ fenotípicas en frutos de chirimoya en tres variedades, Bays, Concha Lisa y Selene.

Cultivar	Tratamiento	OS	TS	SD	PT	DE	DP
Bays	Testigo	34.80 ^a	63.55	50.40a	747.20	34.84	17.82
	Polipropileno	16.60 ^b	61.25	21.60b	794.04	36.31	18.09
	Polietileno	6.20 ^c	66.80	10.80c	764.59	35.28	18.78
	Encerado	2.40 ^d	55.55	4.80d	678.67	33.83	16.63
Concha lisa	Testigo	33.40 ^a	51.80	52.40a	627.03	32.11	16.33
	Polipropileno	15.20 ^b	51.66	27.40b	607.90	35.40	17.80
	Polietileno	4.80 ^c	49.05	8.60d	486.73	31.84	16.19
	Encerado	4.20 ^d	58.00	10.40c	521.61	32.82	16.71
Selene	Testigo	27.00 ^a	49.35	28.80a	823.94	36.55	18.25
	Polipropileno	9.40 ^b	57.70	13.40b	1083.17	40.78	20.60
	Polietileno	4.20 ^d	49.30	7.00d	1228.49	43.36	22.00
	Encerado	5.20 ^c	48.12	8.20c	1000.72	38.69	19.40

¹ Promedio marcados con letras distintas en la misma columna denotan diferenciación significativa ($P < 0.05$). OS: orificios de salida ocasionados por *T. batesi*, TS: total de semillas, SD: semillas dañadas, PT: peso total, DE: diámetro ecuatorial y DP: diámetro polar.

Tomado de: García-Nava *et al.*, 2016, Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle.



FIGURAS 1a y 1b) Orificios de entrada y salida causados por la larva de *Talponia batesi*, 2) Fruto de chirimoya mostrando daño en la pulpa y semillas, 3) Larva alimentándose de la semilla, 4) Pupa, 5) Adulto en vista dorsal. (Tomado de: Castañeda et al., 2013). *Southwestern Entomologist* 2013.

sicos y Hortícolas se realizaron actividades de manejo del cultivo del chirimoyo con la finalidad de incrementar la productividad del cultivo y reducir el efecto de plagas implementando medidas sustentables amigables con el ambiente como la polinización manual para incrementar la cantidad y calidad de frutos y control de plagas. La baja productividad del chirimoyo se atribuye a la dicogamia protoginica y a la falta de insectos polinizantes eficientes que trae como consecuencia un limitado amarre de frutos a causa de una mala polinización en condiciones normales de cultivo; esta metodología mejoro la producción de frutos en un 80% según Apolonio-Rodríguez (2015). Dominada la técnica de la polinización manual, se procedió a reducir el impacto de insectos plaga como el barrenador de frutos *Talponia batesi*, mediante la implementación de embolsado de frutos. En este experimento se utilizaron 400 frutos para su evaluación; se seleccionaron visualmente para realizar el embolsado tomando en cuenta la ausencia de perforaciones atribuidas a *T. batesi* y que presentaran un diámetro de 2.5 - 3.5 cm o su equivalente a cinco semanas después de haber realizado la polinización manual de las flores. El embolsado se llevó a cabo de julio a septiembre de 2012, debido a que los frutos tuvieron distintas fechas de polinización y por lo tanto distintos periodos de desarrollo. Se embolsaron 270 frutos con los siguientes tratamientos: embolsado con polietileno (25.5 x 35 cm), embolsado con papel encerado (23.5 x 26.5 cm) y embolsado con polipropileno (23.5 x 26.5 cm). Los frutos empleados como testigos no se embolsaron y se evaluaron 30 frutos por cultivar y/o selección.

El embolsado de frutos, sin importar el material de elaboración de las bolsas, redujo significativamente el número de perforaciones y semillas dañadas ocasionadas por *T. batesi* en los tres materiales de chirimoya evaluados (Cuadro 1). Las otras variables morfológicas mostraron diferencias distintivas en cada cultivar y/o selección como era de suponerse y a lo reportado previamente por Anderson y Richardson (1990).

Los tratamientos con bolsas de papel encerado y polietileno tuvieron una eficiencia del 70 y 60%; los tratamientos con polipropileno y testigo fueron los más afectados con 82 y 92% de fruta dañada. Los resultados obtenidos, difieren a los reportados previamente por Broglio-Micheletti *et al.* (2001) y Toledo-Pererira *et al.* (2009), para el control de *Bephratelloides pomorum* y *C. anonella*, en guámbana, saramuyo y atemoya. La eficiencia del embolsado contra las plagas señaladas fue del 80 a 90% y pueden atribuirse a la capacidad de las larvas de *T. batesi* de perforar las bolsas principalmente las de polipropileno y causar el mayor número de perforaciones en el fruto.

Los resultados obtenidos por cultivar y/o selección (Cuadro 1) difirieron en cuanto a la efectividad de los tratamientos. En las variedades Concha lisa y Bays se observó que el tratamiento con mejores resultados fueron las bolsas de papel encerado con el menor número de orificios de salida 4.2 y 2.4; mientras que,

Selene tuvo mejor efecto el polietileno con un promedio de orificios de salida de 4.2 por fruto pero en las tres variedades embolsadas con polipropileno fue el menos efectivo seguido del testigo.

El tipo de material en la elaboración de las bolsas, juega un papel importante en la reducción de daños atribuidos a plagas. Broglio-Micheletti *et al.* (2001), concluyeron que el embolsado de frutos con tela y papel impermeable redujeron significativamente el número de perforaciones atribuidas a *B. pomorum* y *C. anonella* en frutos de guanábana, cuantificando en promedio 0.38 a 3.26 perforaciones por fruto. Resultados similares fueron reportados por Hernández-Fuentes *et al.* (2008) quienes reportaron 1.6 perforaciones de *B. cubensis* por fruto de guanábana con el uso de embolsados con tela de organza.

El embolsado con polipropileno, no fue el mejor tratamiento; *T. batesi* logró ovipositar sobre los frutos embolsados con este material y las larvas perforaron las bolsas, provocando daño en los frutos; aunque este tipo de material favoreció una mejor coloración de los frutos. Este comportamiento fue reportado previamente por Hernandez *et al.* (2013), quienes concluyeron que el embolsado de frutos de durazno con polipropileno mejoró la calidad estética de los frutos, pero el daño por moscas de la fruta (*Anastrepha* sp. y *Ceratitis capitata*) fue mayor que en los otros tratamientos evaluados. El embolsado con papel encerado tuvo la desventaja de infestarse por hongos en el interior y exterior de la bolsa, lo cual afectó la piel de los frutos aunque no la pulpa, el material exhibió resistencia a las lluvias, pero algunas bolsas se rompieron de la parte lateral en las dos últimas semanas previas a la cosecha a causa de daños mecánicos por las ramas y el desarrollo de los frutos; por otra parte las bolsas de polietileno permitieron la visualización y facilitaron la manipulación de los frutos tanto para embolsar e identificar el momento adecuado de cosecha; sin embargo permitieron acumulación de agua, favoreciendo un ambiente de mayor humedad, como consecuencia también hubo problemas por hongos (Nava-García *et al.*, 2016).

Para el número de semillas dañadas el embolsado de frutos con papel encerado y polietileno presentaron un menor porcentaje con respecto a polipropileno y este a su vez mejores resultados que los frutos sin embolsar. Referente al tipo de cultivar, el número de semillas dañadas por tratamiento la variedad Concha lisa fue la que presentó mayor daño seguida de Bays y Selene, cabe mencionar que esto pudiera reflejar que el insecto no tiene una preferencia por el número de semillas como se sospechaba, puesto que la variedad Bays mostró mayor peso total de las semillas seguida de Concha lisa y Selene, esto aunado a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en el número total de semillas por variedad, reflejando que *T. batesi* no fue selectivo al elegir un fruto por la cantidad de semillas presentes. El tamaño final del fruto por cultivar en términos de diámetro y peso en los tratamientos de embolsado no fueron más altos que en el control, por lo que el embolsado con estos trata-

mientos no favoreció un aumento en el crecimiento de los frutos (Nava-García *et al.*, 2016).

La relación más representativa en cuanto al control de *T. batesi* se observó entre el número de semillas dañadas y los orificios de salida, por lo que conforme se incrementó el número de larvas de *T. batesi* se incrementó el número de semillas dañadas por fruto, trayendo como resultado no solo la afectación de la calidad externa, sino del interior y hasta la pérdida total del fruto, debido que se observó que el daño que causa el barrenador en el interior del fruto propicia la contaminación de la pulpa con excretas y favorece el ataque por microorganismos oportunistas como hongos; esto aunado a que el promedio de los 50 frutos en observación para la cuantificación de orificios de entrada fue de 11.7 orificios por fruto, con mayor incidencia en los meses de julio y agosto (Nava-García *et al.*, 2016).

El embolsado de frutos de chirimoya, independientemente del tipo de material utilizado, es una técnica eficiente para el control de *T. batesi*, los tratamientos de encerado y polietileno mostraron ser efectivos en contra del ataque por este insecto, evitando el daño externo e interno, además evitó la deformación del fruto por los orificios de entrada; en trabajos posteriores se sugiere la aplicación de un biofungicida previo al embolsado como lo menciona Coelho *et al.*, (2008), para evitar daños por patógenos.

Conclusiones

La creciente demanda de alimentos por una población creciente, obliga al uso indiscriminado de insumos de origen sintético que traen como consecuencia alteraciones ambientales que finalmente se revierten negativamente al hombre. La polinización artificial y el embolsado de frutos implementados en el cultivo de chirimoyo son una muestra de mejora en la productividad y sanidad de los frutos a cosechar, estas medidas sustentables pueden contribuir en la mejora económica de los productores locales, haciendo más rentable el cultivo de esta especie frutal, altamente cotizada y apreciada en los mercados locales de México e internacional.

Finalmente, las diferentes alternativas sustentables de manejo de insectos plagas y enfermedades descritas en el presente capítulo permiten sugerir su posible uso como una alternativa adicional en el manejo ecológico de plagas de sistemas orgánicos o en el tradicional manejo integrado de liliun, cepasúchitl, maíz y chirimoya que redunden en una reducción en los costos de producción así como en un menor impacto en la contaminación del ambiente.

Literatura citada

- Álvarez-Solís J. D., D. A. Gómez-Velasco, N. S. León-Martínez, y F. A. Gutiérrez-Miceli. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia* 44: 575-586.
- Anderson, P., y A. Richardson. 1990. Which cherimoya cultivar is best? *Orchardist of New Zealand*, 63: 17-19.
- Apolonio I., A. Castañeda, O. Franco, E. J. Morales, y A. González. 2015. Influencia de la fuente de polen y su efectividad en la calidad de frutos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Agron. Costarric.* 39(1): 61-69.
- Broglio-Micheletti, A. G., S. de Melo-Agra, G. V. S. Barbosa, y F. L. Gomes. 2001. Controle de *Cerconota anonella* (Sepp.) (Lep.: Oecophoridae) e de *Bephratelloides pomorum* (Fab.) (Hym.: Eurytomidae) em frutos de graviola (*Annona muricata* L.). *Rev. Bras. Frut.*, 23: 722-725.
- Burnett, S. E., Mattson N. S., y K. A. Williams. 2016. Substrates and fertilizers for organic containers production of herbs, vegetables, and herbaceous ornamental plants grown in greenhouses in the United States. *Sci. Hort.* 208: 111-119.
- Carneiro, J. S., y E. F. Becerril. 1993. Controle das brocas dos frutos (*Cerconota anonella*) e das sementes (*Bephratelloides maculicolis*) da graviola no planalto da Ibiapaba, CE. *Ana. Soc. Entomol. Bras.*, 22:155-160.
- Castañeda-Vildózola, A., O. Franco-Mora, J. Valdez-Carrasco, S. Aguilar-Medel, S. Ortiz-Curiel, y C. Ruiz-Montiel. 2013. New Records of Chirimola Fruit Borer *Talponia batesi* Heinrich (Lepidoptera: Tortricidae) in Mexico. *Southwest Entomol.*, 38: 535-540.
- Coelho, L. R., S. Leonel, y B. W. Crocomo. 2008. Avaliação de diferentes materiais no ensacamento de pêssegos. *Rev. Bras. Frut.*, 30: 822-826.
- De León, C. 2008. Principales enfermedades. En: De León, C., y R. Rodríguez-Montessoro (eds) *El cultivo del maíz. Temas selectos*. *Mundi-Prensa*, México. 127 p.
- Del Villar-Martínez A. A., M. Á. Serrato-Cruz, A. Solano-Navarro, M. L. Arenas-Ocampo, A. G. Quintero-Gutiérrez, J. L. Sánchez-Millán, S. Evangelista-Lozano, A. Jiménez-Aparicio, F. A. García-Jiménez, y P. E. Vanegas-Espinoza. 2007. Carotenoides en *Tagetes erecta* L. La modificación genética como alternativa. *Rev. Fitot. Mex.* 30(2): 109-118.
- dos Santos, F. T., F. Ludwig, L. A. M. Costa, M. S. S. M. Costa, M. B. Remor, y P.E.R. Silva. 2016. Growth analysis of potted gerbera conducted with mineral fertilization and organic fertigation. *Cienc. Inv. Agra.* 43: 415-425.
- Félix-Herran J. A., R. R. Sañudo-Torres, G. E. Rojo-Martínez, R. Martínez-Ruíz, y V. Olalde-Portugal. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* 4: 57-67.

- García-Nava E. S., A. Castañeda-Vildozola, O. Franco-Mora, J. R. Sánchez-Pale, R. Vaca-Paulín, y L. M. Hernández-Fuentes. 2016. Control de *Talponia batesi* Henrich (Lepidoptera: Tortricidae) mediante embolsado de frutos en chirimoya (*Annona cherimola* MILL.). Bol. Mus. Entomol. Uni. Valle 17(1):1-7.
- Gómez-Rodríguez O., y E. Zavaleta-Mejía. 2001. La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con *Tagetes* spp. Rev. Mex. Fitopatol. 19(1): 94-99.
- Guillermo G. A. 2015. Evaluación de la calidad de *Lilium* cv. Pensacola abonado con lixiviados de lombríhumus. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México.
- Fuentes, S. F., M. De L. De la Isla, A. J. Ullstrup, y E. Rodríguez, A. 1964. *Claviceps gigantea*, a new pathogen of maize in México. Phytopathology 54:379-381.
- Hernández-Fuentes A. D., M. R. Campos, y J. M. Pinedo-Espinoza. 2010. Comportamiento poscosecha de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) var. California por efecto de la fertilización química y aplicación de lombríhumus. Rev Iberoam. Technol. Postcos. 11: 82-91.
- Hernandes, J. L., B. G. Constantino, y P. M. J. Júnior. 2013. Controle de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em cultivo orgânico de ameixa pelo ensacamento dos frutos com diferentes materiais. Rev. Bras. Frut., 35: 1209-1213.
- Hernández-Fuentes L M., N. Bautista-Martínez, J. L. Carrillo-Sánchez, H. Sánchez-Arroyo, M. A. Urías-López, y M. D. Salas-Araiza. 2008. Control del barrenador de las semillas, *Bephratelloides cubensis* Ashmead (Hymenoptera: Eurytomidae) en guanábana, *Annona muricata* L. (Annonales: Annonaceae). Acta Zool. Mex., 24: 199-206.
- Martínez-Luna, G, F. Mejía-Sánchez, J. H. Serment-Guerrero, y J. Castillo-Cadena. 2014. Quality spermatic alterations in floriculturist exposed to pesticides in Villa Guerrero, State of Mexico. Ame. J. Agr. For. 2: 284-288.
- Meléndez-Carbajal, B. 2015. Control biológico de *Claviceps gigantea* Fuentes *et al.* y *Fusarium verticilloides* (Sacc.) Nirenberg con hongos antagonistas nativos del valle de Toluca, México en condiciones *In vitro*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad autónoma del Estado de México. Toluca Estado de México. 82 p.
- Méndez-García, E. F. 2009. Cultivo de marigol (*Tagetes erecta* L.) en el Perú: presente y futuro. Tesis de Postgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado. Lima, Perú. 114 p.
- Oliva, M., C. Rodríguez, J., y G. Silva. 2005. Estudio exploratorio de los proble-

- mas de salud humana derivados del uso de plaguicidas en Bella Vista, Estado de México, México. Man. Integ. Plag. Agroecol. 76: 71-80.
- Peña, J. E., H. Nadel, M. Barbosa-Pereira y D. Smith. 2002. Pollinators and Pests of *Annona* Species, pp. 197-222. In J. E. Peña, J. L. Sharp, and M. Wysocky [eds.], *Tropical Fruit Pest. Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control*. CAB International, London, UK.
- Pérez, E. R., y I. A. Aguilar. 2012. *Agricultura y contaminación del agua*. UNAM, Cd. México, México. 288 p.
- Ramírez, Z. G., y J. L. Chávez, S. 2014. *Mejoramiento genético de ornamentales en el estado de México*. Gobierno del Estado de México, Toluca, México. 16 p.
- Rodríguez-Landero, A. C., O. Franco-Mora, E. J. Morales-Rosales, D. J. Pérez-López, y A. Castañeda-Vildózola. 2012. Efecto del 1-MCP en la vida postcosecha de *Lilium* spp. fertilizado foliarmente con calcio y boro. *Rev. Mex. Cienc. Agrí.*, 3: 1623-1628.
- Romero, C. S. 1993. *Hongos Fitopatógenos*. Universidad autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 347 p.
- Romero, C. S. 1996. *Plagas y Enfermedades de Ornamentales*. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México. 244 p.
- SAGARPA. 2012. Garantizada la disponibilidad de flores para cubrir la demanda nacional. Comunicado de prensa Num.098/12. México, D.F. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Documents/B0122012.pdf> (Consulta: 14 de febrero 2012).
- SAGARPA. 2013. Boletín de prensa Delegación Federal del Estado de México. <http://www.sagarpa.gob.mx/delegaciones/edomex/boletines/2013/octubre/Documents/B0602013.pdf>. [Consulta: 2 abril de 2017].
- Sharma, R. R.; S. V. R. Reddy, y M. J. Jhalegar. 2014. Pre-harvest fruit bagging: a useful approach for plant protection and improved post-harvest fruit quality – a review. *J Hortic Sci Biotech*, 89:101-113.
- SIAP. 2014. Cierre de la producción agrícola por cultivo. <http://infosiap.siap.gob.mx> (Consulta: 13 agosto de 2016).
- Singh, B., y J. Ryan. 2015. *Managing fertilizers to enhance soil health*. IFA, Paris, France. 23 p.
- Toledo-Pereira, M. C., N. Bandeira, R. C., A. Júnior, S. Nietsche, M. X. de Oliveira-Junior, C. D. Alvarenga, T. M. Dos Santos, y J. R. Oliveira. 2009. Efeito do ensacamento na qualidade dos frutos e na incidência da broca-dos-frutos da atemoieira e da pinheira. *Bragantia*, 68: 389-396.
- Vázquez-Moreno, C. 2016. *Manejo de enfermedades foliares con Trichoderma spp. Bacillus subtilis en cempasúchil (Tagetes erecta) del Valle de Toluca*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. 77 p.

- Ying, K., J. R. Bai, X. D. Kong, X. Y. Dou, y N. Y. Wang. 2014. Floral scent composition of *Lilium* 'Regale' Wilson. *Acta Hort.*, 1027: 81-86.
- Yu, L.H., J. Wu, H. Tang, Y. Yuan, S. M. Wang, Y. P. Wang, Q. S. Zhu, S. G. Li y C. B. Xiang. 2016. Overexpression of *Arabidopsis* NLP7 improves plant growth under both nitrogen-limiting and -sufficient conditions by enhancing nitrogen and carbon assimilation. *Sci. Rep.-UK* 6: 27795.