

Artículo científico

Control orgánico de minador (*Liriomyza* spp.) con nanomanganeso en el cultivo de *Gypsophila paniculata* variedad *Xlence* en la etapa vegetativa

Organic control of leafminer (*Liriomyza* spp.) with nano-manganese in *Gypsophila paniculata* 'Xlence' crop during the vegetative stage

Alejandra Galarza Valenzuela^{*1} , Yamil Cartagena² 

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra: Ibarra, Imbabura, EC

²ACI Avances en Ciencias e Ingenierías

Recepción: 13/03/2026

Aceptación: 22/05/2026

Publicación: 01/06/2026

Correspondencia: acgalarzav@pucesi.edu.ec

Resumen

El minador de las hojas (*Liriomyza* spp.) es una plaga importante que afecta a cultivos florales como *Gypsophila paniculata*, variedad *Xlence*, causando daños en la calidad y el desarrollo de las plantas. La dependencia de pesticidas químicos ha generado impactos negativos tanto en el ambiente como en la salud humana, lo que ha llevado a la búsqueda de métodos alternativos orgánicos como el uso de nanomanganeso, que se postula como una solución sostenible. Bajo este enfoque, el objetivo fue evaluar la efectividad del uso de nanomanganeso en el control del minador en *Gypsophila paniculata*. La investigación se desarrolló en la empresa florícola "Flodecol" S.A., ubicada en la parroquia Otón, perteneciente al cantón Cayambe, provincia Pichincha, Ecuador, donde se aplicaron dos dosis T1 (1.25 cc L⁻¹) y T2 (2.50 cc L⁻¹) de nano manganeso y un tratamiento T0 con el manejo convencional de finca (sin nano manganeso) a las plantas en la etapa vegetativa, utilizando un diseño completamente aleatorizado (DCA). Los resultados indicaron que el T2 (2.50 cc L⁻¹) tuvo diferencias estadísticamente significativas con respecto al T0 (testigo) y T1 (1.25 cc L⁻¹) en el número de adultos; estos datos muestran que el uso de nano manganeso se presenta como una alternativa orgánica para disminuir poblaciones del minador de la hoja (*Liriomyza* spp) en *Gypsophila paniculata*.

Palabras clave: *Liriomyza*. *Gypsophila*. Nano partículas. Manganeseo.

Abstract

The leafminer (*Liriomyza* spp.) is a significant pest affecting flowering crops such as *Gypsophila paniculata*, variety *Xlence*, causing damage to plant quality and development. The reliance on chemical pesticides has generated negative impacts on both the environment and human health, leading to the search for alternative organic methods such as the use of nano-manganese, which is proposed as a sustainable solution. Following this approach, the objective was to evaluate the effectiveness of nano-manganese in controlling the leafminer in *Gypsophila paniculata*. The research was conducted at the "Flodecol" S.A. flower farm, located in the Otón parish, Cayambe canton, Pichincha province, Ecuador. Two doses of nano-manganese (T1 (1.25 cc L⁻¹) and T2 (2.50 cc L⁻¹) were applied to

plants in the vegetative stage, along with a control (T0) using conventional farm management without nano-manganese, in a completely randomized design (CRD). The results indicated that T2 (2.50 cc L⁻¹) showed statistically significant differences compared to T0 (control) and T1 (1.25 cc L⁻¹) in the number of adult insects. These data suggest that the use of nano-manganese presents itself as an organic alternative to reduce populations of the leafminer (*Liriomyza spp.*) in *Gypsophila paniculata*.

Keywords: Miner. *Gypsophila*. Nanoparticles. Manganese.

Introducción

El sector florícola en el Ecuador se estableció en el año 1982, teniendo una trayectoria de 43 años (Fárez, 2020); la *Gypsophila paniculata* es originaria de Europa y se introdujo al continente Americano como planta ornamental de jardín y con el tiempo ha logrado ser una flor de corte muy cotizada a nivel mundial por la delicadeza y ligereza de sus flores (Darwent & Coupland, 1966). En el Ecuador, se siembra mayoritariamente en zonas de la Sierra (Guayllabamba, Ibarra, Salinas, Otavalo y Tababela), localizadas en altitudes de 1.620 y 2.554 m.s.n.m.;

Uno de los principales problemas que presenta el cultivo de *Gypsophila paniculata* es el "Minador" (*Liriomyza spp.*); este insecto no solo se destaca por la intensidad de su ataque, sino también por su presencia a lo largo de gran parte del ciclo vegetativo de la planta (Valenzuela et al., 2010). Se desarrolla más rápido en temperaturas de 20–30 °C (óptimo 25–28 °C) y humedad relativa (HR) de 60–90%, factores que propician su ciclo biológico (Moposa et al., 2022).

El uso intensivo de agroquímicos ha ocasionado impactos negativos, como la creciente resistencia del minador, lo que dificulta cada vez más su control (Gutiérrez, 2017). En las empresas florícolas, los costos de producción han aumentado debido a la aplicación frecuente de estos productos, lo que a su vez reduce los ingresos al afectar la calidad de las flores destinadas a la exportación; perdiendo aproximadamente el 5% de las cosechas.

Para identificar la sintomatología que presenta una planta con problemas de minador, es fundamental colocar placas acrílicas (amarillo, azul); estas trampas de captura adhesiva facilitan la detección y el manejo parcial de esta plaga, especialmente de insectos voladores (López, 2020). Además, según Gutiérrez (2017) la evaluación periódica de estas trampas permite obtener datos relevantes sobre las poblaciones de plagas y los organismos naturales presentes en sistemas de cultivo bajo invernadero o a campo abierto.

El uso de nano partículas (NPs) como el nano manganeso, representa estrategias innovadoras con un gran potencial en la agricultura, debido a que el manganeso (Mn) es un micronutriente esencial para las plantas, interviniendo en procesos como la fotosíntesis, activación de enzimas antioxidantes, síntesis de enzimas, formación de lignina, este último importante

para el enfoque del estudio debidos a que, es un compuesto estructural que fortalece los tejidos de la planta (Reyes, 2018).

Peña, (2018), realizó un estudio sobre el desarrollo de plantas de chile mediante el uso de NPs de óxido de manganeso en donde se obtuvieron plantas con mayor vigor, sanas y resistentes a plagas y enfermedades; así mismo un estudio realizado por Ontiveros et al. (2025), sobre las nanopartículas en el manejo de ácaros e insectos, en donde las NPs por su tamaño nanométrico afectan al exoesqueleto de los insectos (alteración de quitina), especialmente las nanopartículas de plata (Ag), cobre (Cu), silicio (Si).

Este estudio busca encontrar métodos alternativos, de bajo impacto ambiental y económico para el control de la plaga de *Liriomyza spp* y que utilicen los productores de *Gypsophila paniculata*, aportando una solución innovadora en cuanto al uso de nano partículas de manganeso para.

Métodos

El estudio fue realizado en la empresa florícola "FLO-DECOL", establecida en la provincia de Pichincha, cantón Cayambe, parroquia Otón; en las coordenadas 0°02'27" latitud norte y 78°08'42" longitud oeste, a 2 628 m.s.n.m. Se estructuró bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Los datos registrados fueron evaluados usando un análisis de varianza (ANOVA) para comparar las diferencias entre tratamientos. Se utilizó la prueba de Tukey para identificar las diferencias significativas entre los tratamientos considerando un nivel de confianza del 95%.

Los materiales biológicos utilizados fueron plantas de *Gypsophila paniculata* variedad Xlence, con seis semanas de edad y cuatro pares de hojas; la unidad experimental estuvo conformada por 51 840 plantas, agrupadas en repeticiones de 5 760 ejemplares (720 plantas por 8 camas).

El factor de estudio fue el nanomanganeso, con una composición del 6% de Mn. Se estudió un testigo T0 sin aplicación y dos dosis: T1 (1.25 cc L⁻¹) y T2 (2.50 cc L⁻¹).

Las aplicaciones de nanomanganeso se realizaron mediante pulverización foliar, con 7 litros por cama, repitiéndose cada 7 días durante el período vegetativo del cultivo.

La evaluación del experimento se realizó con un monitoreo frecuente de las poblaciones de minador mediante inspecciones visuales de las hojas; el ensayo se desarrolló a la intemperie bajo las condiciones ambientales propias de la zona de estudio; sin embargo, todas las unidades experimentales recibieron un manejo agronómico uniforme en cuanto a riego, fertilización y labores culturales, con el fin de reducir la variabilidad experimental. Para capturar adultos de minador se utilizaron trampas amarillas adhesivas.

La efectividad de los tratamientos se evaluó mediante un indicador cuantitativo denominado el Índice de Control (IC), que sirve para estimar la disminución de las poblaciones de las plagas como el minador de la hoya (*Liriomyza spp.*); este índice se obtiene mediante la siguiente fórmula (Maldonado & Valencia, 2018).

$$IC = \left(\frac{X_0 - X_t}{X_0} \right) \times 100$$

Donde; X_0 corresponde al valor medio del testigo y X_t al valor medio del tratamiento.

Se evaluaron las variables:

Las variables evaluadas fueron seleccionadas con el propósito de analizar de manera integral el efecto del nano manganeso sobre el minador de la hoja (*Liriomyza spp.*) y su interacción con el cultivo de *Gypsophila paniculata*. El número de picas y galerías se consideró como un indicador directo del daño ocasionado por la plaga sobre el tejido foliar, debido a que las hembras realizan perforaciones para alimentación y oviposición, mientras que las larvas generan galerías al consumir el parénquima de la hoja (Navarro, 2009). Por otra parte, el número de larvas y adultos permitió evaluar la dinámica poblacional del insecto en diferentes etapas de su ciclo biológico, aspecto fundamental para comprender la evolución de las infestaciones (Reitz & Trumble, 2002). Adicionalmente, la concentración foliar de manganeso fue utilizada para verificar la absorción del producto aplicado y establecer una posible relación entre la disponibilidad del micronutriente y la respuesta observada frente al ataque del minador (Millaleo et al., 2010).

- Número de minadores capturados en trampas amarillas: Se colocaron trampas amarillas (una por repetición), relacionadas con los tres tratamientos, y cuatro trampas extras en la periferia del lote; estas trampas se reemplazaron periódicamente cada siete días.
- Número de picas y galerías foliares: Se monitoreó semanalmente 10 hojas por repetición, seleccionadas aleatoriamente del tercio medio de las plantas. La magnitud del daño se clasificó en tres

rangos: bajo (0-10), medio (10-20) y alto (superior a 20 picas o galerías por hoja).

- Concentración de manganeso en las hojas: Se recolectaron muestras foliares correspondientes a cada tratamiento en la semana 11 del cultivo para su análisis subsiguiente en el laboratorio con la finalidad de identificar la proporción de manganeso (Mn 6%) en partes por millón (ppm).

Resultados y discusión

Según Lizárraga (1990), el minador tiene una metamorfosis holometábola (huevo-larva-pupa-adulto) y su ciclo se lleva a cabo en aproximadamente 21 a 28 días (~25 a 27°C) y con el 70% HR. Los daños que ocasiona esta plaga en la *Gypsophila paniculata* presentan dos tipos: por las hembras adultas al realizar picaduras para su alimentación y ovoposición en las hojas; y la más severa, son las producidas por las larvas al extraer su alimento del parénquima foliar, generando túneles de larvas (galerías) (Navarro, 2009).

El uso del IC (%) permitió evaluar el grado de efectividad de los tratamientos con respecto a *Liriomyza spp.* en *Gypsophila paniculata*, facilitando una comparación objetiva para la reducción de individuos comparada con el testigo. Esta metodología ha sido muy utilizada en investigaciones afines. Maldonado y Valencia (2018) emplearon el IC en crisantemo, y lograron eficacias por encima del 60 % usando extractos orgánicos de neem, ajo y cebolla, para el control del minador de hojas. Otra investigación realizada por Morsy et al. (2019), en frejol, registró resultados con buenos niveles de eficacia, con hasta el 87 % con el uso del insecticida Trigard para controlar la misma plaga.

Los estudios anteriormente mencionados confirman que el IC es una herramienta válida y funcional para realizar el monitoreo de los métodos de control, tanto orgánicos como químicos. A continuación, se presentan los análisis semanales (%IC) del número de picas, galerías, larvas y adultos:

El número de picas de *Liriomyza spp.*; el índice de control mostró, al T2 (2.50 cc L⁻¹), una reducción positiva desde la semana 3, obteniendo una considerable eficacia en la semana 11 con el 59.99% de control sobre la plaga; por otro lado, en el T1 (1.25 cc L⁻¹) se observaron valores negativos, lo cual indicó que no existió efectividad del producto e inclusive se presentó un incremento en el número de picas de minador con respecto al T0 (testigo) (**Tabla 1**).

Las hembras de *Liriomyza spp.* efectúan la oviposición en el tejido epidérmico de la hoja a través de perforaciones; los huevos presentan una longitud de 0.25 mm, con tonalidad blanquecina y eclosionan

Tabla 1. Porcentaje del índice de control con respecto al número de picas, en el cultivo de *Gypsophila paniculata*, variedad Xlence. Cayambe, Pichincha. 2025.

Semana	T0 (0.00 cc L ⁻¹)	T1 (1.25 cc L ⁻¹)	T2 (2.50 cc L ⁻¹)
1	0.00	-1.25	1.88
2	0.00	-12.00	1.33
3	0.00	-21.49	9.35
4	0.00	-15.38	10.26
5	0.00	-20.97	9.68
6	0.00	-30.43	17.40
7	0.00	-37.50	25.00
8	0.00	-60.01	30.00
9	0.00	-71.45	42.86
10	0.00	-57.18	42.86
11	0.00	-79.96	59.99

entre 2 a 3 días cuando la temperatura es de 25 a 30 °C; al realizarse las picas, se genera una liberación de jugos celulares (agua, azúcares, aminoácidos y sales minerales) provenientes del parénquima foliar, los mismos que son absorbidos por los adultos (Parella & Bethke, 1984).

El número de larvas, para el T2 (2.50 cc L⁻¹), tuvo una mejora positiva únicamente en la semana 5, con el 37,5% de control. Es importante mencionar que desde la semana 6 hasta la 11 no hubo presencia de minador en estado larval en ninguna de las aplicaciones realizadas; la ausencia de larvas observada entre las semanas 6 y 11 puede atribuirse a posibles factores ambientales propios del cultivo, como variaciones de temperatura, humedad relativa, precipitación o la presencia de enemigos naturales, que hayan influido en la disminución de la población larval. Asimismo, la dinámica poblacional de *Liriomyza spp.* presenta fluctuaciones naturales asociadas a la disponibilidad de tejido foliar susceptible y a la duración de su ciclo biológico. Por lo tanto, aunque el tratamiento T2 mostró una tendencia favorable en la semana 5, los resultados posteriores deben interpretarse con cautela debido a la ausencia generalizada de larvas en todas las unidades experimentales (**Tabla 2**).

Las larvas de la plaga estudiada presentaron tres estadios durante cinco a nueve días, observándose que en el primer estadio se alimentan de las células

superficiales del parénquima (duración aproximada de 1 a 2 días), el segundo estadio de dos a tres días con una alimentación más profunda del tejido interno y en el último estadio la larva se encuentra totalmente desarrollada y está lista para emerger y pupar fuera de la hoja (2 a 4 días) (Parella & Bethke, 1984).

Durante su fase larval, el minador disminuye la eficiencia fotosintética de la planta y, además, provoca la caída prematura de las hojas, lo que afecta negativamente a la producción y a la calidad de la flor.

Tupiza (2021) suministró extractos de origen vegetal (ruda, tabaco e higuerrilla), los cuales repelían a los adultos, disminuyendo de esta forma la ovoposición y, por ende, el número de larvas.

El número de galerías demostró al T2 (2.5 cc L⁻¹) un control moderado a partir de la semana 7, con una disminución del índice de control del 50,07% en la semana 8. A diferencia del T1 (1.25 cc L⁻¹) que presentó índices negativos en la mayoría de las semanas, es decir, que no hubo un buen efecto en la disminución del daño foliar en la *Gypsophila paniculata*. En las semanas 9, 10 y 11, las galerías presentaron valores de cero; esto se debió a una menor actividad del minador en el campo y un clima poco favorable para su crecimiento poblacional (**Tabla 3**).

Tabla 2. Índice de control (%) para el número de larvas, en el cultivo de *Gypsophila paniculata* variedad Xlence. Cayambe, Pichincha. 2025.

Semana	T0 (0.00 cc L ⁻¹)	T1 (1.25 cc L ⁻¹)	T2 (2.50 cc L ⁻¹)
1	0.00	-44.43	-77.77
2	0.00	-16.65	-33.35
3	0.00	-66.70	-66.70
4	0.00	-50.04	-25.06
5	0.00	-24.97	37.50
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00

Tabla 3. Índice de control (%) para el número de galerías en el cultivo de *Gypsophila paniculata* variedad Xlence. Cayambe, Pichincha. 2025.

Semana	T0 (0.00 cc L ⁻¹)	T1 (1.25 cc L ⁻¹)	T2 (2.50 cc L ⁻¹)
1	0.00	-38.88	-44.45
2	0.00	-7.68	-23.08
3	0.00	-17.23	-10.34
4	0.00	-52.94	-35.29
5	0.00	-64.28	-21.43
6	0.00	-74.99	0.00
7	0.00	-39.95	40.01
8	0.00	-49.93	50.07
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00

El daño ocasionado por las galerías afecta estéticamente la calidad de las flores; como estrategia, se ha implementado el uso de nanopartículas de manganeso, tomando como referencia el estudio de Thabet et al. (2021), el cual realizó aplicaciones foliares de nanopartículas. Si, redujeron la supervivencia larval al alterar la digestión de los minadores.

Tabla 4. Índice de control (%) para el número de adultos, en el cultivo de *Gypsophila paniculata*, variedad Xlence. Cayambe, Pichincha. 2025.

Semana	T0 (0.00 cc L ⁻¹)	T1 (1.25 cc L ⁻¹)	T2 (2.50 cc L ⁻¹)
1	0.00	-13.34	-6.66
2	0.00	-15.39	-15.39
3	0.00	-25.00	-8.33
4	0.00	-55.57	-44.43
5	0.00	-33.33	-11.10
6	0.00	-28.59	28.55
7	0.00	33.35	50.00
8	0.00	24.98	24.98
9	0.00	-100.30	0.00
10	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00

El número de adultos, en el intervalo de la semana 1 a la 5, T1 (1.25 cc L⁻¹) y T2 (2.50 cc L⁻¹) no tuvo un buen control en comparación con T0; como se muestra en la Tabla 4, los valores del IC son negativos. No obstante, en la semana 6 hubo un control progresivo en el T2 (2.50 cc L⁻¹), alcanzando hasta el 50% de efectividad en la semana 7 (**Tabla 4**).

La investigación de Parrella & Bethke (1984) señala la importancia de analizar cuantitativamente el daño del minador de la hoja en cultivos florales, debido a que la considerable afectación en hojas influye directamente en el proceso fotosintético y, por ende, en la calidad del cultivo. En este estudio, el índice en cuestión permitió medir la eficacia de acción que tiene el nano manganeso como control orgánico específicamente en *Gypsophila paniculata*; más allá de los resultados, este enfoque representa una opción más amigable con el medio ambiente frente al uso excesivo de químicos, ya que actualmente la nanotecnología es considerada una alternativa prometedora para reducir la dependencia de insecticidas. Esto se puede corroborar con el proceso investigativo de Agrivita (2017), el cual evaluó extractos botánicos (hojas de cenizo, flores de piretro) como alternativa orgánica, mostrando una reducción del 62% en cuanto a los ataques del minador de la hoja en crisantemo.

Para determinar el efecto del nano manganeso sobre la variable “número de adultos” al control del minador, se realizó el análisis de varianza ANOVA (**Tabla 5**), el

Tabla 5. Análisis de la varianza para el número de adultos en el cultivo de *Gypsophila paniculata* variedad Xlence. Cayambe, Pichincha. 2025.

Fuente de variación	Cuadrado medio
Tratamientos	201.1*
Error	57.15
Total	
Coefficiente de variación (%)	38.86

cual mostró que el valor de F calculado fue 3.52 con un p-valor de 0.035, indicando diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$).

El coeficiente de variación fue aceptable con 38.86 %, lo cual refleja la variabilidad natural entre cultivo – insecto, junto con la probable incidencia de factores no controlados durante el desarrollo del estudio. Según Montgomery (2017), este comportamiento suele presentarse en investigaciones agrícolas y biológicas, donde las diferencias naturales de las unidades experimentales pueden aumentar la varianza del error.

Reitz & Trumble (2002), en investigaciones de *Liriomyza spp.* realizadas en hortalizas, como en pimiento (*Capsicum annum*), registraron que las poblaciones

Tabla 6. Prueba de Tukey, para el número de adultos, en el cultivo de *Gypsophila paniculata*, variedad Xlence. Cayambe, Pichincha. 2025.

Comparación	Diferencia de medias	Valor p ajustado	Límite inferior	Límite superior	Rechaza H ₀
T0 vs T1	2.29	0.54	-2.93	7.51	No
T0 vs T2	-3.45	0.25	-8.68	1.76	No
T1 vs T2	-5.75	0.02	-10.97	0.52	Sí

del minador varían aun en entornos controlados; en experimentos entomológicos, los cambios en la densidad poblacional de la plaga, condiciones microambientales y respuesta fisiológica del cultivo contribuyen a que pueda existir heterogeneidad dentro de los estudios biológicos.

Aunque existe variación residual, la respuesta del número de adultos al tratamiento aplicado tuvo una significación estadística ($p = 0.035$), por lo cual se hizo la prueba de Tukey para identificar las diferencias entre tratamientos, como se muestra en la **Tabla 6** (Montgomery, 2017).

La disminución de adultos, dentro del manejo integrado, resulta particularmente importante, debido a que este estadio es responsable de la oviposición y, por ende, del comienzo de nuevos focos poblacionales; el T2 no solo minimiza la población actual, sino que podría mitigar el crecimiento de infestación en ciclos posteriores (Ahmed *et al.*, 2023).

Los datos indican que el T2 (2.50 cc L⁻¹) fue el más eficaz, comparándolo con el T0 (testigo) y el T1 (1.25 cc L⁻¹) en lo referente al control de adultos de *Liriomyza spp.*, específicamente desde la cuarta semana; Ahmed *et al.* (2023) afirman que las formulaciones de NPs (plata, zinc, silicio o manganeso) poseen mayor solubilidad, alta dispersión y penetración al cuerpo de los insectos, generando un estrés oxidativo, lo cual puede dañar los tejidos y/u órganos de la plaga.

Además de una posible acción directa sobre la plaga, el efecto observado en el tratamiento T2 podría estar relacionado con respuestas fisiológicas inducidas en la planta. El manganeso participa en procesos esenciales como la fotosíntesis, la activación enzimática y la síntesis de lignina, contribuyendo al fortalecimiento de los tejidos vegetales y a la activación de mecanismos de defensa frente a factores bióticos (Millaleo *et al.*, 2010).

Bhattacharyya *et al.* (2016) notificaron mortalidades mayores al 80% cuando aplicaron nanopartículas de plata en el pulgón de rosa (*Macrosiphum rosae*); esto

demostró que, en el sector florícola, las NPs metálicas pueden tener una buena capacidad de acción contra insectos chupadores o minadores, porque se introducen en las membranas celulares y alteran actividades enzimáticas. La gran parte de estudios actuales se centra en nanopartículas de plata o silicio; este trabajo presenta evidencia inicial en un ámbito poco investigado. Con base en lo anterior, resulta importante seguir haciendo aportes adicionales en NPs de Mn.

La concentración foliar de manganeso nos indicó que los tratamientos T1 (1.25 cc L⁻¹) y T2 (2.50 cc L⁻¹) tuvieron más asimilación del manganeso; sin embargo, según el reporte de Millaleo *et al.* (2010), los datos obtenidos están por debajo del umbral óptimo para plantas ornamentales (20 a 300 mg kg⁻¹); debido a lo anterior, no existió toxicidad de manganeso en las plantas y existe una mejora progresiva en cuanto a la asimilación del producto en el T2 (2.5 cc L⁻¹) (**Tabla 7**).

El nano manganeso empleado en este estudio podría tener otros beneficios debido a que el manganeso es un micronutriente fundamental para las plantas, debido a que interviene en varios procesos fisiológicos, entre los más importantes, la fotosíntesis, activación enzimática, síntesis de la lignina; estas funciones también ayudan a mejorar los mecanismos de defensa interna y externa ante el ataque de insectos (Millaleo *et al.*, 2010).

Tabla 7. Concentración foliar de manganeso, en el cultivo de *Gypsophila paniculata*, variedad Xlence. Cayambe, Pichincha. 2025.

Tratamiento		Promedio (mg kg ⁻¹)
T0	(Testigo)	2.33
T1	(1.25 cc L ⁻¹)	7.66
T2	(2.50 cc L ⁻¹)	9.70

Conclusiones

- El tratamiento T2 (2.50 cc L⁻¹) demostró tener mayor efectividad en la disminución del minador de la hoja en todos los parámetros analizados (picas, larvas, galerías y adultos), obteniendo niveles más elevados del índice de control, lo que respalda como una opción orgánica viable para el cultivo de *Gypsophila paniculata*.
- El uso de nano manganeso en el cultivo presenta pruebas iniciales de su viabilidad para disminuir poblaciones del minador de la hoja (*Liriomyza spp.*); a pesar de ello, es necesario realizar más investigaciones para comprender con mayor claridad la eficacia de emplear productos orgánicos que sean amigables con el ambiente.

Agradecimientos

A la empresa AGROVITECH por proporcionar el producto "FITTGROW" de nanopartículas de Mn; su colaboración fue fundamental para la adecuada ejecución del ensayo realizado en campo para el control orgánico del minador (*Liriomyza spp.*) en *Gypsophila paniculata* en la etapa vegetativa. De igual manera, se valora la disponibilidad del asesor comercial de la empresa, el ingeniero Diego Cortés, cuya experiencia aportó conocimientos sobre el producto en estudio.

A la empresa "FLODECOL" S.A. por permitirme realizar el ensayo experimental en sus instalaciones, con la finalidad de aportar el conocimiento científico en el manejo del minador (*Liriomyza spp.*) mediante métodos orgánicos en *Gypsophila paniculata*.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a mi tutor, el Doctor Yamil Cartagena, por su asesoría, apoyo y guía durante el desarrollo del trabajo de investigación; su experiencia, dedicación, paciencia y compromiso fueron de suma importancia para la planificación experimental, interpretación de resultados y redacción del documento para fomentar el rigor científico sobre el control orgánico del minador mediante el uso de nano-manganeso.

Expreso mi sincero agradecimiento al ingeniero Richard Artos por su constante apoyo, motivación, apoyo técnico y energía positiva, los cuales fueron esenciales para la realización de esta investigación; además de incentivarme a estudiar e impulsarme a ser una mejor profesional.

Finalmente, expreso mi agradecimiento y reconocimiento a mi familia: Edison Galarza, Verónica Valenzuela y Luis Galarza, por su confianza, inspiración, respaldo y constante apoyo para seguir preparándome tanto en lo personal como en lo profesional.

Contribución de los autores

La autora diseñó y llevó a cabo la investigación sobre el manejo del minador (*Liriomyza spp.*) utilizando un control orgánico en *Gypsophila paniculata* durante la etapa vegetativa mediante el uso de nanomanganeso, que involucra el diseño experimental, obtención e interpretación de datos, junto con la redacción del documento científico.

Fuente de financiamiento

La implementación del experimento fue financiada por la empresa florícola Flores de la Colina "Flodecol" S.A., que proporcionó los esquejes de la planta, materiales (pambiles, trampas cromáticas, alambres), personal de campo para fumigar, realizar las labores culturales (siembra, limpieza, escarificado y otras actividades) y la empresa AGROVITECH, que proporcionó el nano manganeso (FITTGROW), así como la ayuda técnica para la realización del estudio. Las empresas anteriormente mencionadas no intervinieron en el desarrollo experimental, análisis de datos y tampoco en la elaboración del presente escrito.

Conflicto de intereses

La autora declara que este estudio se desarrolló con apoyo técnico y provisión de nanopartículas de manganeso por parte de la empresa AGROVITECH, fabricante y proveedora de insumos para la agricultura; esta conexión podría generar un conflicto de interés, puesto que la empresa podría obtener un impacto favorable sobre los resultados obtenidos sobre la eficacia del nano-manganeso en el control orgánico de *Liriomyza spp.* en *Gypsophila paniculata*. Sin embargo, la empresa no contribuyó en el diseño experimental y tampoco en la elaboración del manuscrito.

Referencias

- Agrivita. (2017). Efficacy of botanical insecticides on the control of *Liriomyza spp.* in chrysanthemum. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 39(3).
- Ahmed, A. A., Ahmed, E. A., & El-Sayed, M. M. (2023). Chronic effects induced by zinc oxide nanoparticles against larvae of the northern house mosquito *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 43, Article 92
- Darwent, A. L., & Coupland, R. T. (1966). Life history of *Gypsophila paniculata*. *Weeds*, 14(4), 313-318.
- Fárez Sánchez, J. V. (2020). *Estudio de la evolución del comercio exterior del Ecuador en función del grado de apertura comercial en el periodo 2007-2017* (Bachelor's thesis).
- Figueroa, R. J. (2020). Efecto de la aplicación de iluminación artificial sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de *Gypsophila paniculata* l. var. Over Time.
- Gutiérrez Ortiz, W. E. (2017). Tratamiento químico y orgánico del minador de hojas del cafeto (*Leucoptera coffella* Green.) en la zona de Satipo.
- Lizárraga, A. D. (1990). Biología de la mosca minadora *Liriomyza*

- huidobrensis Blanchard (Diptera, Agromyzidae). *Revista Latinoamericana de la Papa*, 3(1), 30-40.
- López, N. (2020). Identificación y conteo de insectos (mosca blanca, trips y minador de hoja) capturados en trampa adhesiva mediante visión e inteligencia artificial. Caso Flores El Trigo.
- Maldonado, M. L., & Valencia, F. (2018). Evaluación de insecticidas botánicos para el control de *Liriomyza* spp. en cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1), 93–100.
- Millaleo, R., Reyes-Díaz, M., Ivanov, A. G., Mora, M. L., & Alberdi, M. (2010). Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10(4), 470–481.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons.
- Moposa, E., Abrahán, L., & Prado Beltrán, J. K. (2022). Liberación inoculativa de *Coenosia attenuata* stein en el cultivo de *Gypsophila paniculata* para el control de *Liriomyza* spp. en la empresa "Clarivel Ltda.", Chavezpamba.
- Morsy, A. R. M., El-Shewy, A. M., & Elgizawy, K. K. H. (2019). Comparative study on the effectiveness of chemical versus biological control against *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) under field and greenhouse conditions. *European Journal of Biological Sciences*, 11(1), 1–7.
- Navarro, M. D. M. T. (2009). Enemigos naturales para el control de minador en cultivos hortícolas. In XXXVII. *Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura: Almería, 2007*. 127-138. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ontiveros, J. G., Hernández, A., Ramírez, S. N., & Chacón, J. C. (2025). Nanopartículas en el control de insectos y ácaros plaga: Nanoparticles in the control of pest insects and mites. *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*, 18(34), e69833-e69833.
- Parrella, M. P., & Bethke, J. A. (1984). Biology of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae): Status and need for future research. *Journal of Economic Entomology*, 77(5), 1322–1327.
- Peña García, M., Ruiz Torres, N. A., Mancera Rico, A., & García López, J. I. Respuesta de la germinación y el desarrollo de plantas de chile ancho (*capsicum annuum* L.) a la aplicación de nanopartículas de óxido de manganeso.
- Reitz, SR y Trumble, JT (2002). Desplazamiento competitivo entre insectos y arácnidos. *Revista anual de entomología*, 47 (1), 435-465.
- Reyes Fernández, H. (2018). Respuesta a la aplicación de nano partículas de Manganeso (NPsMn2O3) del desarrollo de planta, asimilación de CO2 y rendimiento en chile poblano (*Capsicum annuum* L.) variedad San Luis.
- Thabet, A. F., Boraie, H. A., Galal, O. A., El-Samahy, M. F. M., Mousa, K. M., Zhang, Y. Z., Tuda, M., Helmy, E. A., Wen, J., & Nozaki, T. (2021). *Silica nanoparticles as pesticide against insects of different feeding types and their non-target attraction of predators*. *Scientific Reports*, 11(1), 15899. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95389-6>
- Tupiza Navarrete, M. A. (2021). *Control de minador (Liriomyza sp) mediante la aplicación de tres hidrolatos a tres dosis, en el cultivo de gypsophila (Gypsophila sp), en la finca Flor Eterna, El Quinche (La Victoria), Provincia de Pichincha* (Doctoral dissertation, PUCE Ibarra).
- Valenzuela, F. A., Bautista, N., Lomelí, J. R., Valdez, J. M., Cortez, E., & Palacios, R. E. (2010). Identificación y fluctuación poblacional del minador de la hoja *Liriomyza trifolii* en chile jalapeño en el norte de Sinaloa. *Acta zoológica mexicana*, 26(3), 585-601.