

Monitoreo de la Presencia de *Psittacanthus calyculatus* en Mezquites de El Copal con Fotografía Aérea

Monitoring the Presence of *Psittacanthus calyculatus* in Mesquites of El Copal Using Aerial Photography

Margarita del Carmen Aguilera-Corona¹, Daniela Paola Bravo-Delgado¹, Aurora Elizabeth Castillo-Rodriguez³, Francisco Souza¹, Ramos Patlán Francisco Daniel², Ramírez Mosqueda Elizabeth^{3*}

¹ División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato

² Departamento de Agronomía, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca

³ Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus-Irapuato Salamanca
ramirez.e@ugto.mx^{3*}

Resumen

La plaga *Psittacanthus calyculatus* en áreas rurales no ha recibido la atención adecuada, a pesar de su impacto negativo en la salud de los mezquites. La falta de un manejo efectivo ha llevado a una disminución significativa en la vitalidad de estos árboles, afectando la estabilidad del ecosistema local. Por lo tanto, es fundamental implementar medidas de monitoreo y control efectivas para preservar la salud de los mezquites y mitigar los efectos adversos de esta maleza invasora. El uso de drones equipados con cámaras de alta resolución se presenta como una herramienta prometedora para llevar a cabo este monitoreo de manera rápida y precisa. En este estudio se realizó la evaluación in situ de la infestación por *P. calyculatus* para compararla con las imágenes aéreas tomadas mediante un dron. Los resultados mostraron que los niveles de infestación más severos y establecidos son los que se pueden identificar fácilmente utilizando dicha tecnología. Es necesario seguir mejorando el desarrollo de un procedimiento simplificado utilizando drones para evaluar la infestación de *Psittacanthus* en áreas afectadas.

Palabras clave: *Prosopis*, muérdago verdadero, ecosistema local, dron.

Introducción

Psittacanthus calyculatus es una planta hemiparásita que produce su propia clorofila, pero obtiene agua, soporte y minerales de su hospedero. Sus efectos son locales y no invaden el sistema vascular del hospedero, ocasionando únicamente tumores o abultamientos locales (Naturalista México). Este hemiparásito se adhiere a algunas especies arbóreas para germinar y alimentarse, tomando nutrientes de los árboles (Salas et al., 2016). El mezquite (*Prosopis*) es uno de sus hospederos más importantes y en caso de infestación sin tratamiento, puede causar la muerte del árbol (SEMARNAT, 2018). La dispersión se realiza a través de aves frugívoras, ya que las semillas se adhieren a sus picos y pueden transportarlas de un individuo a otro. El ciclo de vida de *P. calyculatus* dura 5 años, desde que el ave deposita la semilla en el árbol y se inicia el proceso de germinación. El crecimiento vegetativo de hojas y ramas continúa durante el primer año y las ramas de las plantas se expanden durante los siguientes 3 años a una tasa de 30 cm/año. Para mayo del cuarto año, los botones florales comienzan a producirse y la floración se alcanza a los seis meses. Las flores senescentes se desprenden y, entre noviembre y febrero del quinto año, se realiza la maduración de la fruta, completando su ciclo. Las plantas establecidas continúan floreciendo y creciendo, variando según el hospedero (Ochoa-Cruz, 2021). La implementación de medidas efectivas de monitoreo y control de la plaga es crucial para preservar la salud de los mezquites y mitigar los efectos adversos de esta maleza invasora. Existen manuales con metodologías para la obtención del grado de infestación en árboles (Manual de Sanidad Vegetal, CONAFOR), que recomiendan la poda de las ramas afectadas para evitar el crecimiento de las parásitas. En este contexto, la tecnología de drones con cámaras de alta resolución es una herramienta prometedora para realizar tareas de diagnóstico de infestación de manera rápida y precisa. Los drones pueden inspeccionar de forma más eficiente que las humanas tradicionales, ya que pueden cubrir grandes áreas en menos tiempo y acceder a zonas difíciles sin necesitar equipos especializados. Esto permite una evaluación más amplia y detallada de la distribución y severidad de la infestación de *P. calyculatus*. Además, los drones reducen la necesidad de operativos de reparación costosos al detectar problemas en sus etapas iniciales, antes de que se conviertan en grandes problemas. Esta capacidad de identificación temprana es crucial para implementar estrategias de manejo preventivo que pueden salvar muchos árboles y mantener la estabilidad del

ecosistema. El uso de drones no solo disminuye los costos y el tiempo requerido para el monitoreo, sino que también minimiza el impacto ambiental en el área de estudio. El objetivo del estudio es realizar un diagnóstico del muérdago presente en las especies arbóreas de la División Ciencias de la Vida en El Copal, para obtener datos que permitan determinar el grado de infestación en los árboles de esta área. Además, se busca contrastar estos resultados con imágenes aéreas para obtener información de geolocalización, lo que permitirá una evaluación más precisa y eficaz de la infestación de *P. calyculatus*.

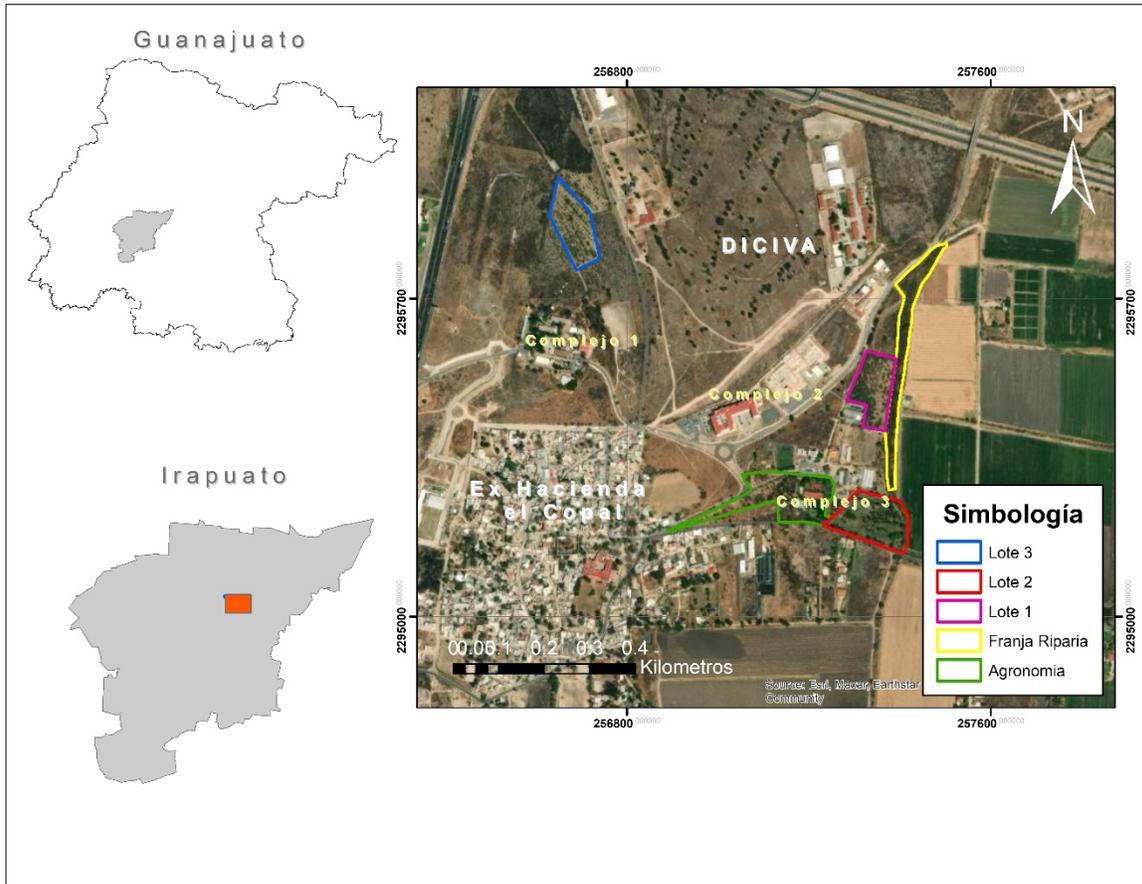


Figura 1. Sitio de estudio. Se visualiza las áreas de estudio elegidas en el Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la vida, para el monitoreo de la infestación por *Psittacanthus calyculatus*.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio

La División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, está en la comunidad de la Ex. Hacienda El Copal, a 2.2 Km al noreste de Irapuato, Guanajuato. Esta comunidad se encuentra entre los paralelos 20° 44' 20" y 20° 45' 10" de latitud norte, y los meridianos 101° 19' 50" y 101° 19' 0" de longitud oeste, con una altitud media de 1760 msnm (León-Galván et al., 2020). El área se caracteriza por la presencia de elementos de pastizal, matorral xerófito, bosque espinoso y selva baja caducifolia (Challenger y Soberón, 2008), presenta un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (94.9%), templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad (2.8%) y templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media (2.3%) (INEGI, 2005). La temperatura promedio anual es de 22°C y la precipitación promedio anual es de 650 mm (García, 2004). Se eligieron 5 áreas en donde se concentraba la mayor cobertura por árboles en el Campus, teniendo un área total de 73,175.37 m² (Figura 1).

Monitoreo de la infestación por *Psittacanthus*

El monitoreo de la infestación por *Psittacanthus* se realizó basándose en el Manual de Sanidad Vegetal de la Comisión Nacional Forestal. En la tabla 1 se muestran los niveles de infestación utilizados. El muestreo se realizó del 1 al 5 de julio de 2024, fechas en las que la maleza se encuentra en floración. Los puntos muestreados se registraron con un GPS Garmin 64S.

Tabla 1. Grados de infestación. Obtenida de Manual de Sanidad Forestal CONAFOR

Grado de infección	Daño	% Volumen infectado de la copa
0	Sano	Sin Infección
1	Leve	1-30
2	Medio	31-60
3	Fuerte	61-90

Se planificó el vuelo, utilizando un dron DJI Phantom 4 para la captura de imágenes. Los parámetros del vuelo fueron los siguientes: un traslape frontal y lateral del 70%, una velocidad de 3.5 m/s y una altitud de 55 metros. Se utilizaron tres puntos de control terrestre para la georreferenciación de las imágenes. El procesamiento de las imágenes se hizo en Pix4D, con una resolución final de 1.5 cm/píxel. La georreferenciación de las imágenes se realizó con el programa ArcGIS 10.8. Se realizó una comparación entre los resultados obtenidos en campo y los obtenidos con la imagen del dron de la zona elegida.

Tabla 2. Porcentajes de infestación en cada sitio de estudio.

Infestación	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Agronomía	Zona Riparia
	Porcentajes (%)				
sano	12.16	76.81	41.67	53.33	0.00
Leve	29.73	13.04	53.33	13.33	0.00
Medio	37.84	5.80	3.33	17.78	0.00
Fuerte	20.27	4.35	1.67	15.56	100.00

Resultados y Discusión

Se realizó un vuelo preliminar capturando video de la zona para reconocer visualmente el área con el uso del dron. Los resultados indicaron que la mayoría de la infestación leve puede catalogarse como una infestación temprana de los mezquites la cual no ha completado su ciclo de la planta hemiparasita. Sin embargo, no se puede diferenciar de los mezquites no infectados, excepto mediante un reconocimiento in situ de la infestación. Las zonas con fuerte infestación son identificables porque la maleza está muy establecida en la parte aérea de la copa del árbol, lo que se diferencia rápidamente con un levantamiento con el dron (Ver Figura 2). Durante el monitoreo in situ de las áreas seleccionadas para el proyecto, se observó que en el Lote 1, el Lote 3 y la franja riparia, la única especie presente era el mezquite.

En el Lote 3, todos los mezquites estaban sometidos al control de la maleza mediante poda, con la última realizada en abril de 2024. Aunque estos mezquites mostraban una baja infección en el momento de la inspección (Tabla 2), se detectó un resurgimiento significativo de la maleza en casi todos los árboles dos meses después de la poda. Mientras que en la franja riparia sitio en donde se encuentran los árboles de mayor edad y con altos niveles de infestación, fue el sitio en donde se realizó la comparación entre el monitoreo in situ y las imágenes tomadas por el dron debido a que visualmente se alcanza a discriminar la fuerte infección por la maleza en los mezquites. Donde se puede mostrar los niveles alarmantes de maleza en la parte superior de la copa de los árboles, especialmente durante esta temporada (ver Figura 2).

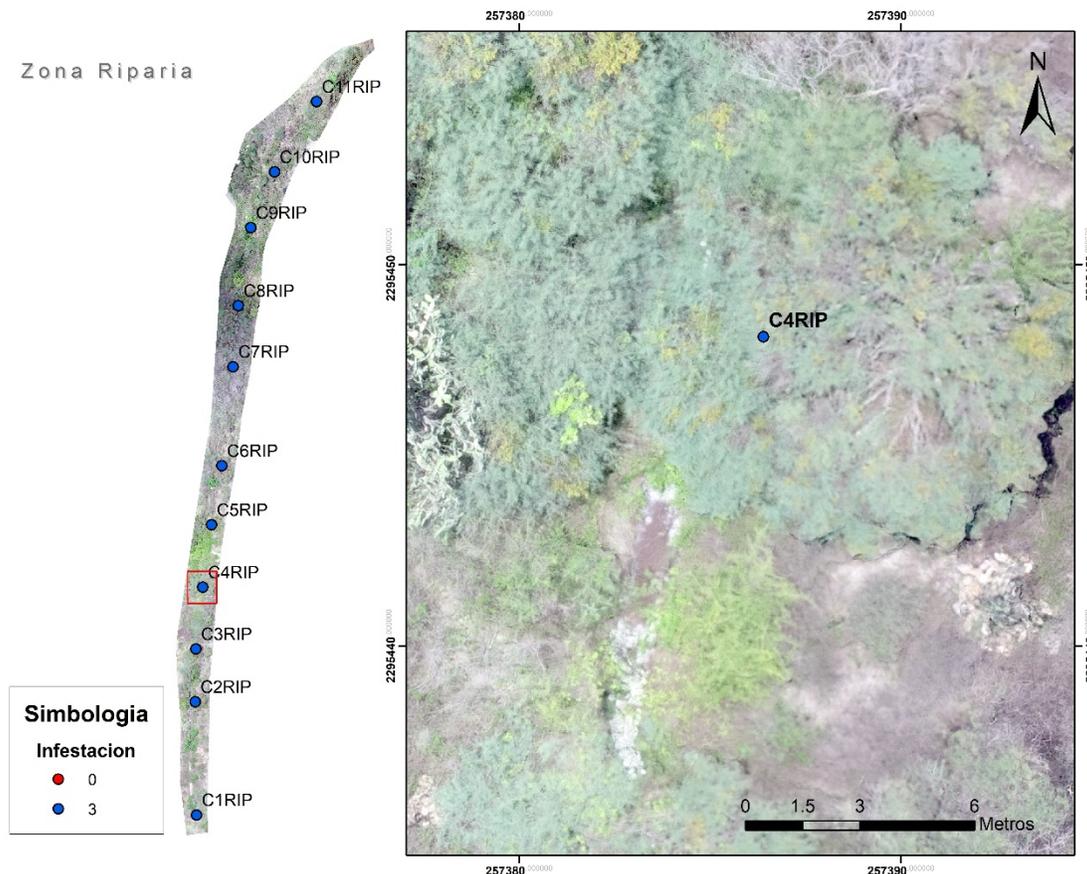


Figura 2. Zona Riparia. Se visualiza la imagen aérea tomada con el dron, las áreas de infestación fuerte por *P. calyculatus* en la parte superior de la copa del mezquite.

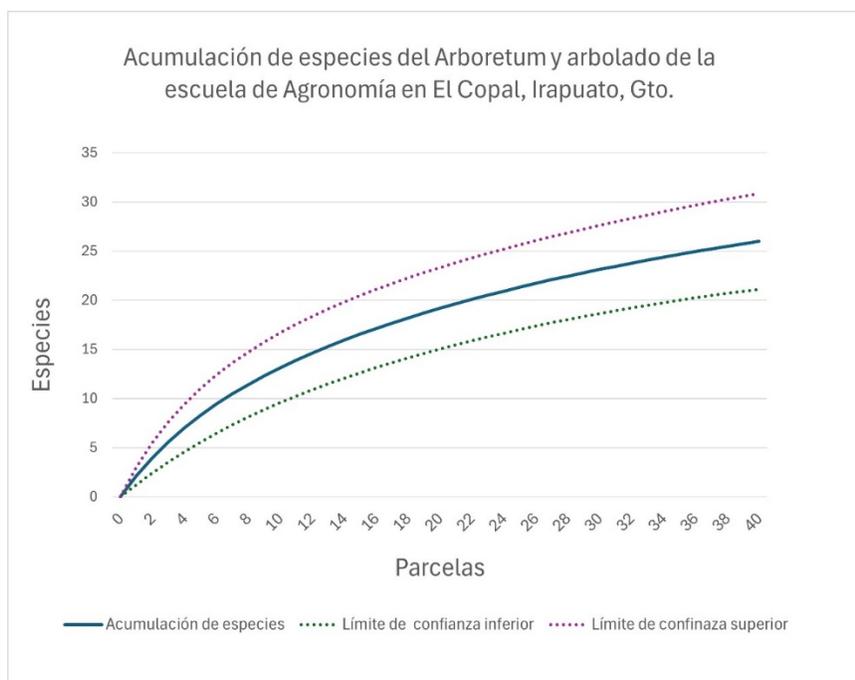


Figura 3. Curva de acumulación de especies de árboles en las zonas de estudio.

En el lote 3 el cual pertenece al Arboreto de la División de Ciencias de la Vida y en el arbolado del Departamento de Agronomía se censaron 214 individuos de plantas fanerófitas siendo más abundantes aquellas pertenecientes a los géneros *Prosopis* (38), *Lysiloma* (32), *Eucalyptus* (18), *Pinus* (14), *Jacaranda* (13), *Schinus* (12) y *Fraxinus* (12). Los géneros con menor abundancia fueron *Quercus* (1) y frutales como *Psidium* (4), *Morus* (1) y *Panicum* (1). Con los datos del censo se realizó una curva de acumulación de especies (Figura 3) la cual sugirió la probable aparición de especies si se incrementara el esfuerzo de muestreo. Se observó que en las plantas de *Prosopis* se encuentra la mayor incidencia de invasión de *Psittacanthus* seguido por plantas de *Fraxinus*. En plantas de *Lysiloma*, *Eucalyptus*, *Pinus*, *Jacaranda*, *Schinus*, *Psidium*, *Morus* y *Panicum* no se encontró invasión de la planta hemiparásita.

Conclusión

Este estudio representa un primer esfuerzo para desarrollar un procedimiento simplificado utilizando drones para evaluar la infestación de *Psittacanthus* en áreas afectadas. Se recomienda calibrar la altura de vuelo del dron según la altura de los árboles, para mejorar la resolución espacial de las imágenes capturadas. En paisajes que contienen los tipos de árboles analizados en este estudio, se sugiere una altura máxima de 35 metros para la toma de imágenes. Además, para optimizar el uso de sensores remotos, se aconseja emplear sensores multispectrales que permitan obtener índices como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada de la Banda Verde (NDVI-Green). Estos índices ayudarán a mejorar la discriminación entre árboles infectados y no infectados. También es recomendable incorporar la variable tiempo mediante un análisis multitemporal para observar cómo cambia el verdor de la vegetación y evaluar el impacto de la maleza en los árboles a lo largo de diferentes temporadas. Del monitoreo realizado en campo sobre la infestación de *P. calyculatus* en el campus, se puede concluir que los mezquites son la especie arbórea más afectada. Estos árboles actúan como huéspedes idóneos para la maleza en la región. La plaga requiere un control mecánico intensivo y, a menudo, resurge a los pocos meses de su control, invadiendo las zonas previamente afectadas. Por lo tanto, se recomienda la reforestación con otras especies de árboles, como el palo blanco o el pirul que, según los resultados de este estudio, muestran una nula infestación incluso estando cerca de áreas de mezquites con altos niveles de infestación.

Agradecimientos

Este proyecto se desarrolló en el Herbario de la División de Ciencias de la Vida. Agradecemos al Dr. Rogelio Costilla Salazar por facilitarnos el dron para la realización de este estudio.

Bibliografía

- Salas-Araiza, M. D., Lara-Álvarez, L., & Martínez-Jaime, O. A. (2016). Primer Registro de *Zamagiria* spp. 1 en Semillas de *Psittacanthus calyculatus* Don. (Loranthaceae) en México. *Southwestern Entomologist*, 41(1), 297-300.
- Naturalista México. Injerto de Huizache *Psittacanthus calyculatus*. Consultado en: <https://mexico.inaturalist.org/taxa/278953-Psittacanthus-calyculatus>.
- Cuevas-Reyes, P., Pérez-López, G., Maldonado-López, Y., & González-Rodríguez, A. (2017). Effects of herbivory and mistletoe infection by *Psittacanthus calyculatus* on nutritional quality and chemical defense of *Quercus deserticola* along Mexican forest fragments. *Plant Ecology*, 218, 687-697.
- Ochoa-Cruz, Z. (2021). Fitoquímica y actividades biológicas de frutos de muérdago (*Psittacanthus calyculatus*). Tesis para obtener el grado de maestro en Ciencias de producción agrícola Sustentable. Instituto Politécnico Nacional.
- León-Galván, G. D. C., Guzmán-Mendoza, R., Salas-Araiza, M. D., Felipe, L., Ramírez-Santoyo, L. P. M., y Núñez-Palenius, H. G. (2020). Patrones de riqueza y diversidad de insectos en tres cultivos de la localidad de El Copal, Irapuato, Guanajuato, México. *Entomología mexicana*, 6: 69-74.
- Challenger, A. y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. Capital natural de México, 1, 87-108.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2005). Censo de población y vivienda 2005. Indicadores del censo general de Población y vivienda, Ed. INEGI, México.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.11111.