



<https://doi.org/10.5154/r.ctasci.2025.05.06>

Versión en español

Muérdago en el siglo XXI: un análisis bibliométrico desde la perspectiva fitosanitaria

Caín Zapata-Carreño^{1,2}; Carlos Arturo Aguirre-Salado³; Jaime Olaguez-Martínez⁴; Eduardo Daniel Vivar-Vivar²; Marín Pompa-García^{2*}; Pablito Marcelo López-Serrano⁵

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales, MICAFA, Boulevard Guadiana núm. 501, Fraccionamiento Ciudad Universitaria, C. P. 34120, Durango, Durango. México.

²Universidad Juárez del Estado de Durango, Laboratorio de Dendroecología, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Río Papaloapan, Valle del Sur, C. P. 34120, Durango, Durango. México.

³Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, Manuel Nava núm. 8, Zona Universitaria, C. P. 78290, San Luis Potosí, México.

⁴Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Integral Topia, Proformex s/n. Los Nogales, C. P. 34636, Santiago Papasquiaro, Durango. México.

⁵Universidad Juárez del Estado de Durango, Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Boulevard del Guadiana núm. 501, Ciudad Universitaria, Torre de Investigación. C. P. 34120, Durango, Dgo. México.

Historial del artículo:

Recibido: 20 de mayo, 2025

Aceptado: 19 de septiembre, 2025

Publicado en línea:

5 de noviembre, 2025

*Autor de correspondencia:

mpgarcia@ujed.mx

Resumen

En los últimos años el estudio del muérdago ha presentado un notable incremento, centrándose en sus propiedades medicinales. Sin embargo, esto ha dejado un vacío en el impacto fitosanitario que representa en los ecosistemas forestales. En este trabajo se analizaron diferentes parámetros bibliométricos para caracterizar la investigación publicada sobre muérdago entre 2004 y 2025 a nivel global. Este periodo se estableció debido a los avances tecnológicos y alteraciones climatológicas ocurridos en la última década. Se utilizaron 2 bases de datos: una integrada por 253 artículos de Web of Science y otra base de datos de 104 artículos referentes a temas forestales obtenidos de Scopus, PubMed, Lens.org y Google Scholar. Los resultados muestran que las especies de muérdago más estudiadas fueron *Viscum*, *Phoradendron* y *Arceuthobium*, típicas de ecosistemas templados, mientras que el hospedero más mencionado fue *Pinus sylvestris* L. Los países con mayor producción científica fueron Estados Unidos, México y Brasil. El 48.9 % de los estudios analizados se enfocó en ciencias de las plantas, el 22.8 % en temas de ciencias forestales, el 4.3 % en farmacología y el 4.1 % en medicina integrativa y complementaria. Se concluye que la investigación sobre el muérdago en ecosistemas forestales sigue siendo limitada y que hace falta integrar nuevas tecnologías en futuras investigaciones. Además, los estudios existentes se centran en géneros de zonas templadas y deja poco exploradas las especies de ecosistemas subtropicales o áridos. Esto representa un área de oportunidad para futuras investigaciones.

► **Palabras clave:** Plagas, hemiparásitos, ecosistema forestal, bibliométrica, ecología.

Introducción

Los bosques son vitales para el funcionamiento de la Tierra, tanto por los servicios ecosistémicos de abastecimiento, regulación y apoyo que brindan (Pan et al., 2011), como por su papel importante en las dinámicas ecológicas interespecíficas (Watson et al., 2018). Sin embargo, en los últimos años, factores como el cambio climático han intensificado su vulnerabilidad (Bell et al., 2020), alterando su equilibrio ecológico (Ndagurwa et al., 2014) y reduciendo significativamente el vigor de los individuos (Allen et al.,

2015). A su vez, se vuelven más susceptibles a ser atacados por factores bióticos como insectos, patógenos y plantas hemiparásitas (Camarero et al., 2025). Bajo este escenario, uno de los agentes más destacables por su amplia distribución y su notable afectación son los muérdagos (Ayres & Lombardero, 2000), cuya proliferación ha incrementado de manera alarmante en las últimas décadas a nivel global (Sturrock et al., 2011).

Muérdago es el nombre común de las plantas hemiparásitas que infestan árboles y arbustos con el propósito de obtener

Please cite this article as follows (APA 7): Zapata-Carreño, C., Aguirre-Salado, C. A., Olaguez-Martínez J., Vivar-Vivar, E. D., Pompa-García, M., & López-Serrano, P. M. (2025). Muérdago en el siglo XXI: un análisis bibliométrico desde la perspectiva fitosanitaria. *Current Topics in Agronomic Science*, 5, e2506. <https://doi.org/10.5154/r.ctasci.2025.05.06>

los elementos necesarios para subsistir (Endara-Agramont et al., 2022). Aquellas especies de importancia forestal son las pertenecientes a tres familias: i) *Santalaceae* que abarca alrededor de 550 especies de 40 géneros entre los que destacan algunos de gran relevancia como *Viscum* (muérdago europeo) (González de Andrés et al., 2024), *Phoradendron* (muérdago americano) (Dawson et al., 1990) y *Arceuthobium* (muérdago enano) (Tinnin et al., 1999), estos géneros afectan principalmente especies leñosas de los géneros *Pinus*, *Juniperus*, *Arbutus*, *Populus*, *Abies*, característicos de ecosistemas templados (Der & Nickrent, 2008). ii) *Loranthaceae*, una familia que agrupa alrededor de 73 géneros y 1 000 especies, es considerado uno de los grupos de plantas hemiparásitas más diversos. *Cladocolea* (Díaz-Limón et al., 2016), *Psittacanthus* (Silva et al., 2021) y *Struthanthus* (González & Morales, 2004) son tres géneros importantes de esta familia y son comúnmente conocidos como injertos, término que, aunque no se trata de un injerto en el sentido tradicional de horticultura, ha adquirido ese nombre por la manera similar a la que se une a otro árbol (Coria Ávalos et al., 2018). Se distribuyen principalmente en zonas tropicales y subtropicales, aunque también pueden encontrarse en zonas templadas, sus principales hospederos pertenecen a los géneros *Quercus*, *Alnus*, *Cedrela* y *Ficus* (Grajales et al., 2022). Finalmente, iii) la familia *Misodendraceae* que solo posee especies del género *Misodendrum* (Henríquez-Velásquez et al., 2012) los cuales son muérdagos confinados a América del sur ya que únicamente parasitan individuos del género *Nothofagus* (Leadley & Jury, 2006) (Ver Material Suplementario 1).

En respuesta a esta problemática, algunos estudios recientes han explorado cómo la dinámica de los muérdagos de importancia fitosanitaria altera la fisiología de sus hospederos (Das et al., 2016). Particularmente, se habla de que su expansión descontrolada, además de disminuir la salud forestal, compromete la resiliencia de bosques, de por sí ya vulnerables por las condiciones climáticas en entornos adversos (Rigling et al., 2010).

Pese a la importancia ecológica de estos organismos parásitos en la dinámica de los bosques (Press & Phoenix, 2005), el estudio de su impacto en la salud forestal se encuentra fragmentado (Lira-Noriega et al., 2013), tanto en términos conceptuales como geográficos (Mellado & Zamora, 2017). Esta dispersión surge de la diversidad de enfoques empleados en el estudio del muérdago, donde muchos trascienden lo estrictamente forestal (e.g., medicina, fauna, biología, taxonomía) (Mathiasen et al., 2008). Por lo tanto, se destaca la importancia de hacer un análisis crítico que no solo integre hallazgos relevantes sobre el impacto fitosanitario del muérdago en los bosques, sino que también incorpore técnicas vanguardistas de detección y monitoreo a nivel global (Zhang et al., 2020). Este enfoque integral permitirá enriquecer la cantidad de conocimientos disponibles y favorecer la transferencia entre regiones geográficas afectadas. Al mismo tiempo dará pauta al desarrollo de un estado del arte que brinde a la comunidad

una perspectiva más amplia, que permita identificar vacíos y tendencias capaces de orientar el desarrollo de futuras investigaciones.

En virtud de lo anterior, este análisis bibliométrico integra evidencia multidisciplinaria sobre el muérdago en sistemas forestales. El objetivo principal de este trabajo es construir un documento que sirva como estado del arte de la investigación global sobre esta planta hemiparásita y su impacto fitosanitario. Se hipotetiza que las investigaciones existentes se han centrado principalmente en enfoques descriptivos y de distribución geográfica (Bilgili et al., 2020), y que se centra en ciertos géneros de muérdago, generando así un vacío en el estudio de otros géneros de importancia fitosanitaria, revelando áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

Materiales y Métodos

Recopilación de publicaciones

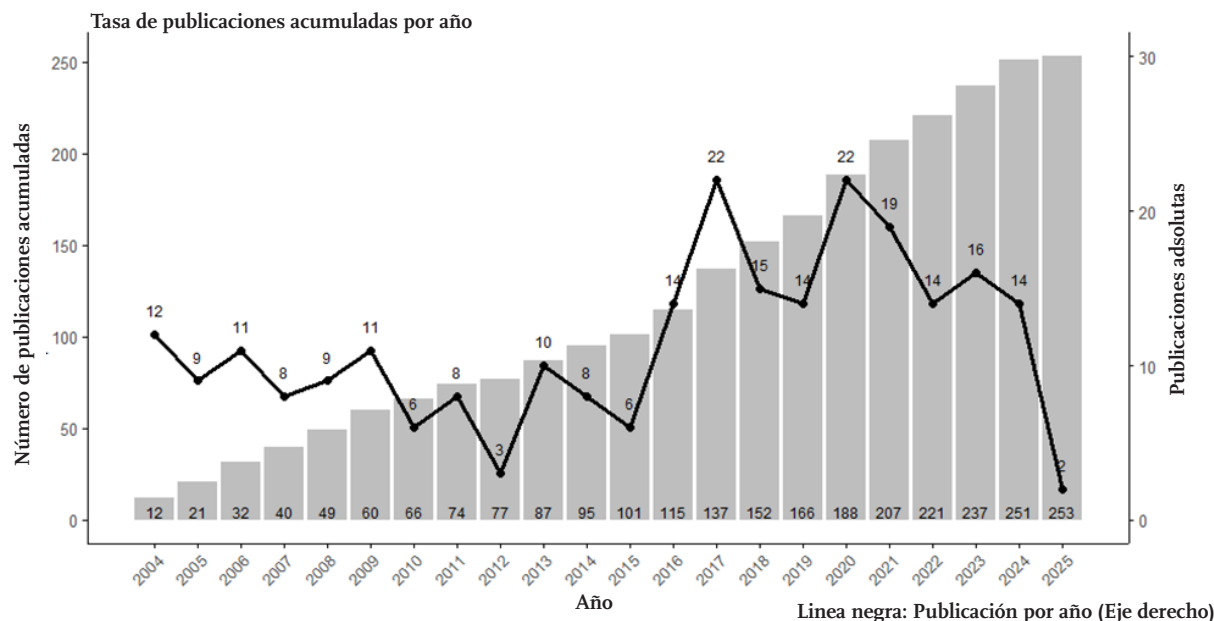
Se consideraron publicaciones en revistas científicas (artículos científicos), descartando literatura gris. El propósito fue sistematizar el estado del arte del estudio sobre el muérdago bajo la perspectiva y condiciones globales actuales, considerando publicaciones en los últimos 21 años (Desde enero 2004 a enero 2025) para incluir estudios científicos relevantes y alineados con la época contemporánea. La determinación de este periodo (21 años) se basa en los avances tecnológicos importantes desarrollados a inicios del siglo XXI, estos avances refieren un incremento en el uso de sensores remotos, teledetección, programación etc. Con fines de monitoreo urbano, agrícola y ambiental (Cheng et al., 2024). Aunado a esto, el cambio climático de la última década ha fomentado el desarrollo y propagación de plagas y enfermedades a nivel mundial (Sturrock et al., 2011). La indagación se realizó a través de diferentes motores de búsqueda científica como Web of Science, Scopus, PubMed, Lens.Org, Google Scholar.

En todas las plataformas se realizó una búsqueda extensa utilizando las siguientes palabras clave: “mistletoe”, “forest”, “*Viscum*”, “*Arceuthobium*”, “*Phoradendron*”, “parasitic plant”, “pest”, “tree”, “forest health” y “canopy”.

Los artículos recopilados se organizaron en una base de datos (Ver Material suplementario 2) en el programa Microsoft Excel®. Dentro de dicha base de datos se capturaron datos importantes de cada artículo encontrado: DOI, citas bibliográficas, título, autores, revista de publicación, factor de impacto de la revista, objetivos del estudio, país de origen del estudio, especie arbórea estudiada, especie de muérdago estudiado, metodología empleada en el estudio, software e insumos utilizados, dron empleado (cuando aplica) y resultados del estudio. Esta base de datos se conformó por 104 artículos.

Como complemento de la base de datos anterior, se utilizó una base de datos obtenida de la plataforma Web of

Figura 1. Tasa de publicaciones acumuladas vs tasa de publicaciones absolutas para el aporte científico del estudio del muérdago para el periodo 2004-2024. N = 253.



Science con la palabra clave “mistletoe”. Esta base de datos incluyó todas aquellas publicaciones del periodo 2004 a 2025 en diversas áreas de investigación, arrojando un total de 253 artículos, esta base de datos incluyó más artículos que la anterior debido a que no se limita solo a estudios de índole forestal.

Análisis de datos

Se realizó un análisis bibliométrico utilizando la base de datos obtenida en Web of Science (de 253 artículos) utilizando el software VosViewer versión 1.6.20 (van Eck & Waltman, 2010), donde mediante el algoritmo de análisis “visualization of similarities” se elaboraron redes bibliométricas para diferentes parámetros (coautoría, principales países, acoplamiento bibliográfico). Uno de estos análisis fue el de ocurrencia de palabras clave, para visualizar los temas más destacables en la literatura consultada. Esto se hizo para aquellas palabras clave con más de 5 ocurrencias. Para esta misma base de datos se utilizaron scripts de RStudio (R: The R Project for Statistical Computing, 2010) y librerías como “ggplot2” (Wickham, 2016) para realizar el análisis estadístico de métricas de importancia bibliográfica como: i) tasa de publicación temporal, se realizó el conteo anual y absoluto del número de artículos publicados. Este conteo ayuda a determinar cuáles son los años más importantes respecto al aporte científico realizado, ii) áreas de investigación en el estudio general del muérdago, se clasificaron los artículos de la base de datos de Web of Science dentro de un área de investigación y poder poner en perspectiva cuales son aquellos temas que mayor atención captan dentro de la comunidad científica y cuales temas presentan un área de oportunidad para futuras investigaciones, el resultado fueron 7 áreas de investigación siendo 4 las más resaltantes. iii) mapa de distribución de

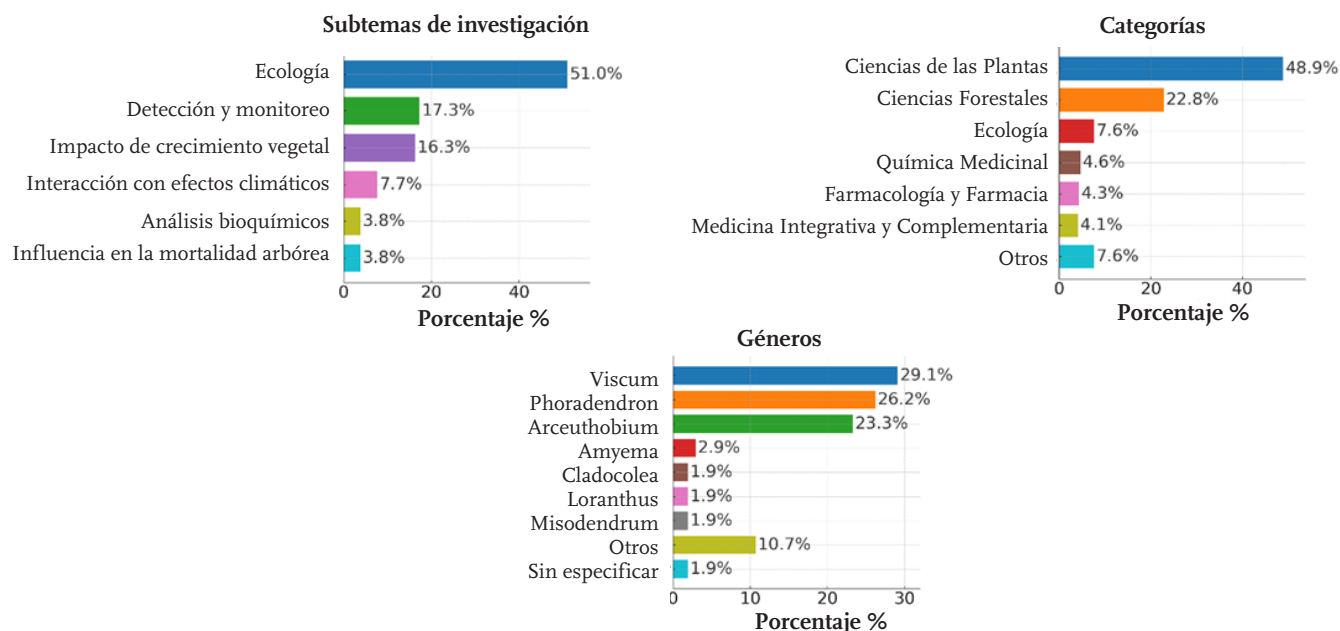
publicaciones, para conocer la distribución geográfica que ha tenido el aporte científico al estudio de muérdago y determinar cuáles son aquellos países que más publicaciones han realizado en el periodo estudiado en este análisis. iv) principales revistas de publicación, con el propósito de conocer en cuales se publican artículos sobre este tema en el periodo del análisis bibliométrico. Scripts de RStudio fueron utilizados también para la segunda base de datos de estudios de muérdago relacionados al ámbito forestal (104 artículos) con el fin de obtener gráficas de métricas relacionadas a: i) subtemas de investigación relacionados al área forestal; que se clasificaron respecto a los objetivos y metodología del estudio, resultando en las siguientes categorías: Ecología, detección y monitoreo, impacto en el crecimiento vegetal, interacción con efectos climáticos, análisis bioquímicos e influencia en la mortalidad. Y ii) géneros de muérdago estudiados en el ámbito forestal, los cuales fueron: *Viscum*, *Phoradendron*, *Arceuthobium*, *Amyema*, *Cladocolea*, *Loranthus*, *Misodendrum*, entre otros sin especificar. Esta agrupación y clasificación de los datos facilitó la elaboración de cuadros y figuras comparativas que ayudaron a cumplir con el objetivo del presente estudio.

Resultados

Publicaciones por año y área de investigación

Para poner en perspectiva el aporte científico realizado en los últimos 21 años, se compararon las tasas de publicación acumuladas y absolutas (Figura 1). En las últimas décadas la publicación por año se ha mantenido constante con ligeros aumentos y decrementos. Resaltando los años 2017 y 2020 como los de mayor número de publicaciones hasta ahora (22 artículos).

Figura 2. Áreas de investigación, subtemas de investigación y géneros de muérdago más estudiados en términos fitosanitarios.



Las publicaciones se clasificaron en cuatro principales áreas: i) “Ciencias de las plantas” (48.9 %), donde se ubican estudios de carácter biológico, en su mayoría con análisis descriptivos, taxonómicos, de distribución geográfica y de dinámica de poblaciones; ii) “Farmacología y Farmacia” (4.3 %), con estudios enfocados a las propiedades farmacológicas de los compuestos bioactivos presentes en algunas especies de muérdago y que analiza sus efectos en el organismo humano; iii) “Medicina integrativa y complementaria” (4.1 %), donde se integran artículos que estudian el uso del muérdago en prácticas médicas complementarias o alternativas que se combinan con la medicina convencional, esta categoría es más amplia ya que puede abarcar no solo efectos farmacológicos del muérdago, si no también algunos efectos culturales y espirituales en su uso medicinal; finalmente iv) “Ciencias forestales”, enfocado al estudio de la interacción de estas plantas hemiparásitas con los ecosistemas forestales, representando el 22.8 % de todas las publicaciones encontradas en el periodo estudiado. Este análisis de clasificación de áreas de investigación permitió identificar tendencias en los estudios, revelando un área de oportunidad para la investigación en los impactos que presentan los muérdagos en los bosques, ya que este tema representa menos de una cuarta parte de los artículos encontrados.

Subtemas forestales y principales géneros de muérdago

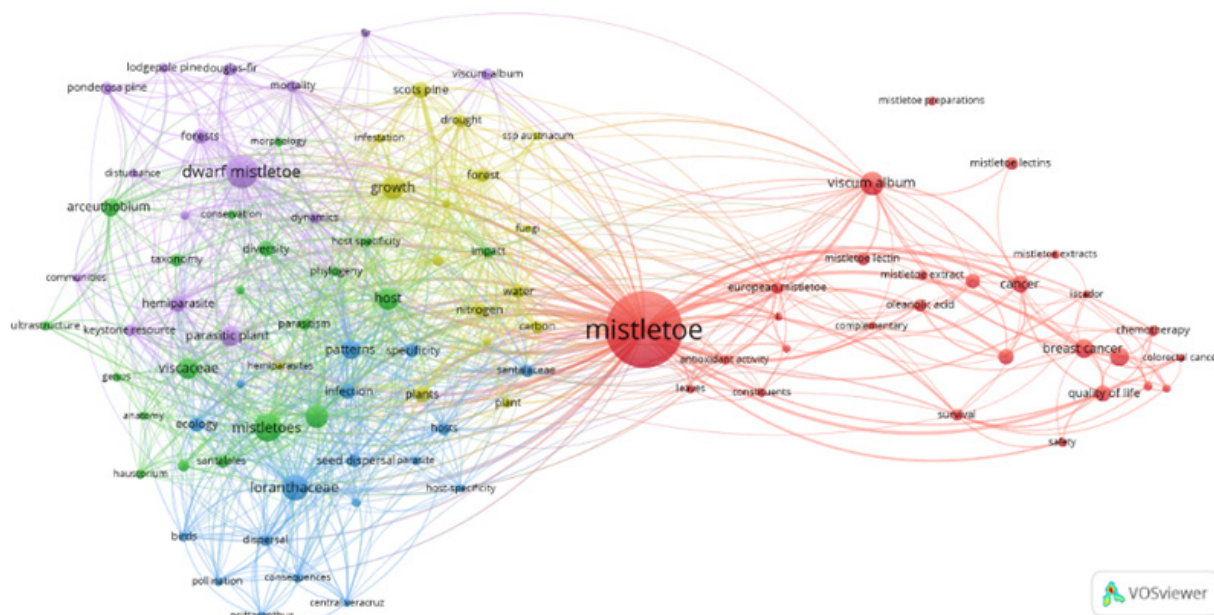
Para contextualizar el estado del arte referente al estudio del muérdago en ecosistemas forestales, se clasificaron los artículos de esta área en subtemas de investigación, con el propósito de visualizar las aplicaciones desarrolladas en los últimos años.

El área de la ecología es la más estudiada, albergando trabajos relacionados con la dinámica de los muérdagos en

los ecosistemas, su descripción taxonómica, distribución, interacción con otras especies de plantas, etc. En segundo lugar, se ubica el área de la “Detección y Monitoreo” que involucra estudios que han utilizado tecnologías emergentes como Vehículos aéreos no tripulados (VANTs), imágenes satelitales y LiDAR para detectar y monitorear la presencia del muérdago en bosques, destacando el potencial de estas tecnologías que aún es poco estudiado. Finalmente, en la categoría “Impacto en el crecimiento vegetal” se incluyen aquellos estudios donde se evaluó el efecto del muérdago en el crecimiento de su hospedero (Figura 2).

En la Figura 2 también se muestran los géneros de muérdago que han sido objeto de estudio en publicaciones del área forestal. Los tres géneros más importantes fueron: *Viscum* (29.1 %), *Phoradendron* (26.2 %), *Arceuthobium* (23.3 %). Estos géneros son representativos de ecosistemas templados, cuyos hospederos son especies de coníferas y latifoliadas que habitan en estos ecosistemas. El género más mencionado en la literatura es *Pinus*, asimismo, la principal especie de pino que ha sido objeto de estudio por su interacción con el muérdago (del género *Viscum*) es el *Pinus sylvestris* L., ambos característicos de los bosques del norte de Europa. Esto explica por qué gran parte de las investigaciones se han desarrollado en esta parte del mundo. De igual manera, se mencionan los géneros *Quercus* (particularmente las especies *Q. douglasii* Hook. & Arn., *Q. lobata* Née y *Q. agrifolia* Née), *Eucalyptus* (*E. fibrosa* F. Muell. y *E. moluccana* Roxb.), *Abies* (*A. alba* (Aiton) Michx., *A. nordmanniana* (Steven) Spach y *A. concolor* (Gordon & Glend.) Lindl. ex Hildebr.), así como *Juniperus deppeana* Steud. La mayoría de estas especies habitan en bosques templados y son características de ecosistemas del hemisferio norte del planeta, principalmente de Europa, algunas partes de Asia y menormente en regiones de América. Esto indica una fragmentación geográfica en cuanto al estudio del

Figura 3. Red de coocurrencia de palabras clave para estudios de muérdago a nivel mundial en el periodo de 2004 a 2025. N = 253.



muérdago en bosques y como este campo se ha desarrollado más en esas regiones del mundo. Finalmente se encontraron géneros de muérdago poco estudiados como *Amyema* (2.9 %), *Cladoclea* (1.9 %), *Loranthus* (1.9 %) y *Misodendrum* (1.9 %), que son característicos de otros ecosistemas como tropicales y subtropicales. Tal es el caso de *Misodendrum* que se limita solamente a ecosistemas del hemisferio sur, afectando solamente a individuos del género *Nothofagus*.

Ocurrencia de palabras clave en la investigación

Este análisis permitió generar una red temática compuesta por cinco clústeres que resultaron representativos dentro del campo de estudio (Figura 3):

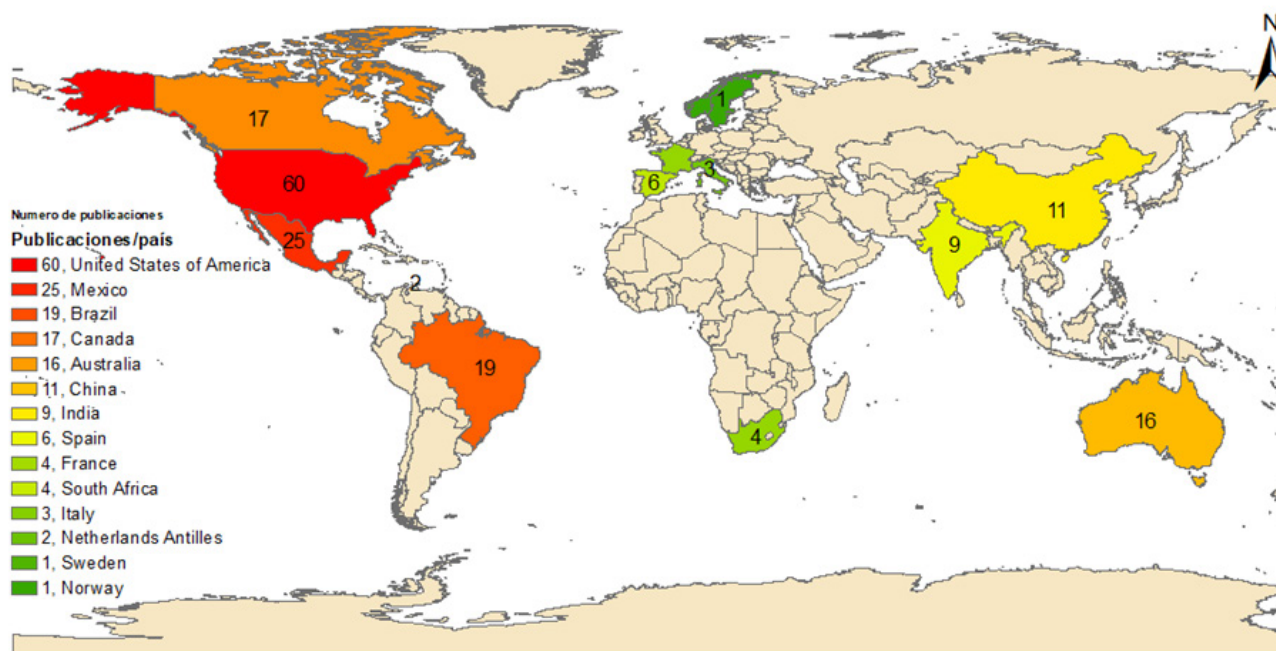
- El clúster rojo, 28 elementos, albergó el elemento más relevante de la base de datos “mistletoe” (Elemento con 199 ocurrencias, la más alta dentro de la base de datos) que funcionó como nodo central en la conexión de este grupo con los demás clústers de la red, de igual manera se incluyeron elementos como: “cáncer”, “quality of life”, “breast cancer”, “oleoanolic acid”. Este clúster es el más extenso dentro de la red bibliométrica debido a que es el que posee un mayor número de elementos (28 elementos). Debido a la fuerte tendencia en esta última década de estudios que describen las propiedades medicinales del muérdago y sus efectos en enfermedades humanas. También se incluye otro elemento con alta ocurrencia dentro de la base de datos, este elemento es “*Viscum álbum*” (29 ocurrencias), especie de muérdago europeo.
- En el clúster verde, donde se agrupan 20 elementos como: “host”, “viscaceae”, “mistletoes”, “santales”,

“anatomy”. Estos elementos sugieren una agrupación en términos biológicos, indicando que la investigación que se ha centrado en la descripción de las especies de muérdago y su impacto en ecosistemas.

- En el clúster azul se agrupan 18 elementos y destacan algunos como: “loranthaceae” (Con 34 ocurrencias, uno de los más mencionados), “seed dispersal”, “patterns”, “birds”, “dispersal”, “pollination”. Este clúster agrupa palabras clave en términos ecológicos como la dispersión de los muérdagos en ecosistemas y su interacción con la fauna.
- El clúster amarillo, con 16 elementos, integró elementos destacables como: “growth”, “plants”, “infestation”, “forest”, “scots pine”. En este clúster se agruparon aquellos elementos del campo forestal, indicando los estudios que se han realizado respecto al impacto del muérdago en los bosques.
- El clúster morado abarca 15 elementos. En los cuales se incluyen elementos de índole forestal como “dwarf mistletoe” que integra estudios que se centran en muérdagos del género *Arceuthobium*, uno de los más relevantes en términos fitosanitarios a nivel mundial. Este elemento también es uno de los que mayor ocurrencia tiene dentro de la base de datos (48 ocurrencias) Es importante destacar como este clúster (junto con el clúster amarillo) fue de los más pequeños (16 y 15 elementos respectivamente) dentro de la red bibliométrica, lo que sugirió una limitada publicación de artículos científicos en este campo.

Países y revistas que han aportado a la investigación

Figura 4. Publicaciones realizadas por país respecto al estudio de muérdago en bosques en el periodo 2004 a 2025. N = 253.



Se contabilizó el número de publicaciones que cada país ha realizado en las últimas décadas con el fin de analizar en que parte del mundo se ha priorizado la investigación del muérdago en bosques. En la Figura 4 se muestran los países que más han aportado a la investigación en el periodo estudiado, siendo Estados Unidos el país con mayor número de publicaciones (60), seguido por México (25) y en tercer lugar Brasil (19). Saber en qué partes del mundo se le ha dado prioridad a la investigación del muérdago, pone en perspectiva aquellas regiones en las que esta planta hemiparásita ha impactado significativamente en diferentes ecosistemas forestales.

De igual manera, se pudo observar el principal género estudiado que fue *Viscum*, presente en algunas regiones de Europa, Oceanía y parte de África. El género *Phoradendron* fue el segundo género de muérdago más estudiado y que se distribuye en regiones de Estados Unidos y México, países con mayor aporte al estudio de esta planta.

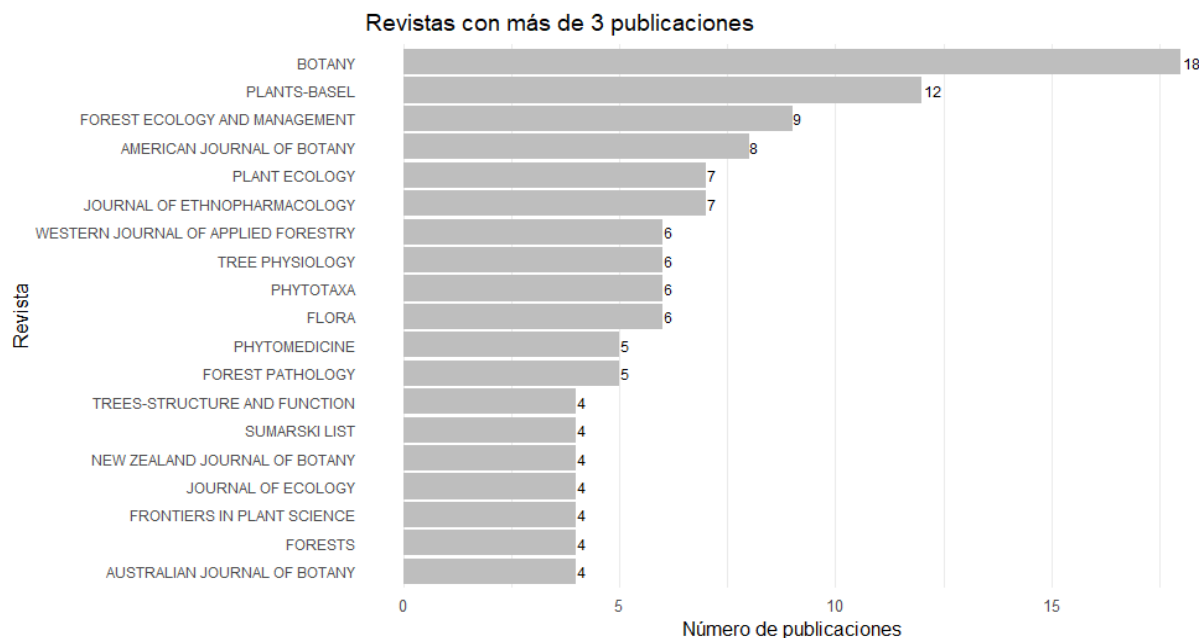
En la Figura 5 se muestran las revistas con más publicaciones sobre el muérdago durante el periodo 2004 a 2025. El análisis incluyó artículos multidisciplinarios; medicina, ecología, biología, ciencias forestales y zoología, esto con el objetivo de identificar las áreas donde se ha priorizado el estudio de esta planta hemiparásita. La agrupación resalta que las revistas “Botany”, “Plants Basel” y “Forest Ecology and Management” fueron las principales en ámbitos ecológicos (18 publicaciones), biológicos (12 publicaciones) y forestales (9 publicaciones). Sin embargo, el número total de artículos en estas áreas es bajo, lo que indica una limitada producción científica

relacionada a estas áreas de estudio respecto a las 253 publicaciones contenidas en la base de datos.

Discusión

Este análisis bibliométrico reveló un crecimiento constante en el interés científico por el estudio de muérdago desde el año 2016, donde comenzó una etapa de mayor productividad de material científico. Esto pudo deberse a los avances tecnológicos correspondientes a dicho año, la tendencia en el uso de nuevas tecnologías como UAV o drones, imágenes de satélite, sistemas de información geográfica, etc. (Shahi et al., 2023). Se pudo haber provisto a la comunidad científica de una nueva línea de investigación en el estudio del muérdago más allá de la descripción taxonómica de la especie o su distribución geográfica. En los años 2017 y 2020 se encontraron los picos de aporte científico (22 publicaciones para cada uno) del periodo. Sin embargo, a partir de 2020 se aprecia un decremento en el número de publicaciones por año. Esto puede revelar un área de oportunidad para futuras investigaciones que busquen integrar tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y algoritmos de aprendizaje automática en el estudio de muérdago, aunado al constante cambio climático que enfrenta el planeta en los últimos años y que podría estar incidiendo directamente en el desarrollo ecológico de estas plantas hemiparásitas. El conocer cómo el aporte científico a la investigación de muérdago ha cambiado a través del tiempo, ayuda a identificar tendencias aunadas a otros factores como el avance tecnológico o las condiciones climáticas globales que explican el motivo del aumento en las publicaciones realizadas.

Figura 5. Número de artículos sobre muérdago, agrupados de acuerdo con la revista donde fueron publicados en el periodo 2004-2025. N = 253.



Hasta donde se tiene conocimiento, este análisis bibliométrico es el primero que describe la perspectiva actual de los estudios del muérdago y sus limitaciones en el campo forestal. Trabajos realizados por (Szmidla et al., 2019) y (Shaw & Agne, 2017) se enfocaron en una sola especie de muérdago y su impacto en ecosistemas forestales, dejando rezagado todo aquel grupo de géneros de importancia fitosanitaria.

También se identificó un vacío en estudios que utilizan herramientas de monitoreo y detección vanguardistas. Como se explicó en (Missarov et al., 2024), el uso de sensores remotos para el estudio de muérdago, emerge con un gran potencial; pero aún en la actualidad requiere más investigación debido a las limitaciones técnicas como la dificultad de implementar diversas metodologías en bosques densos y condiciones climáticas adversas, incluyendo su elevado costo operativo. Estas condiciones disminuyen la capacidad de replicar estas técnicas a nivel global, aislando este tipo de estudios a un número limitado de países que invierten suficientes fondos en la investigación de esta disciplina. A pesar de esto, el estudio se enfocó en realizar una sistematización de los géneros de muérdago de importancia fitosanitaria que se han estudiado, descubriendo un área de oportunidad para futuras investigaciones profundizando en la interacción de los muérdagos con sus correspondientes ecosistemas.

El autor Těšitel, 2016 menciona cómo el muérdago cumple con ciertos papeles importantes dentro de los ecosistemas como ser un hábitat para especies de aves o funcionar como control biológico. Esto dispersa el interés de estudiar el impacto de las poblaciones desmedidas de este hemiparásito en los bosques.

El análisis de co-ocurrencia de palabras clave brindó una perspectiva general de los temas de mayor peso dentro del estudio del muérdago a nivel mundial. Los enlaces entre palabras clave proveen una perspectiva de cuáles elementos suelen aparecer junto con otros en las publicaciones científicas encontradas y cuáles son los subtemas de estudio más investigados respecto al muérdago. Por ejemplo, la fuerte conexión entre el elemento “mistletoe” y “cáncer” indicaron una gran presencia de estudios que analizan como las propiedades medicinales de esta planta ayuda al tratamiento de esta enfermedad. En términos forestales, encontramos una conexión entre “dwarf mistletoe” y “forests” esto quiere decir que gran parte de los estudios que se han publicado respecto al impacto del muérdago en bosques, fueron los del género *Arceuthobium* (comúnmente conocidos como muérdagos enanos) y que representaron mayor grado de distribución y afectación en ecosistemas forestales, como lo menciona Stanton (2006). Otro caso de conexión similar es el del elemento “european mistletoe” que posee fuertes conexiones con “forest”, “growth”, “scots pine” sugiriendo que otra gran parte de los estudios en este campo están vinculados con muérdagos del género *Viscum*, comúnmente conocidos como muérdagos europeos (Kollas et al., 2018). Finalmente, es posible visualizar que aquellos estudios de impacto del muérdago que se han publicado en el periodo de 2004 a 2025 a nivel mundial fueron en su mayoría sobre los géneros *Arceuthobium* y *Phoradendron*.

El análisis de los países que más han aportado en el estudio del muérdago permite identificar aquellas regiones geográficas como: Estados Unidos y México, esto explica el porque *Arceuthobium* y *Phoradendron* son de los géneros de muérdago que más se mencionan en la literatura cien-

tífica, estos géneros tienen amplia distribución en ambos países y representan una potencial amenaza para los bosques de esta región (Sabrina et al., 2020). La distribución de estudios en la parte de Europa y Oceanía explica que *Viscum* sea el género más estudiado sobre el muérdago a nivel mundial y afecta gran superficie forestal de países europeos (Castagneri et al., 2015). La falta de publicaciones en países suramericanos indican una carencia en el estudio de *Misodendron* otro género de muérdagos de importancia fitosanitaria confinada a estas regiones del mundo (Tercero-Bucardo & Kitzberger, 2004).

Conclusión

El presente análisis bibliométrico confirmó que la investigación sobre el muérdago a nivel global, durante el periodo de 2004-2025, ha estado dominada por enfoques descriptivos y ecológicos, con una limitada producción científica centrada en su impacto fitosanitario en ecosistemas forestales. Además, se identificó un sesgo geográfico y taxonómico significativo: los estudios se concentran en pocos géneros de muérdago (*Viscum*, *Phoradendron* y *Arceuthobium*) y en ecosistemas templados del hemisferio norte, en particular los bosques de coníferas europeos y norteamericanos.

Los resultados de este análisis bibliométrico destacan la necesidad de dirigir esfuerzos encaminados a la investigación del muérdago en ecosistemas forestales de México, donde géneros como *Phoradendron* y *Arceuthobium* representan una bandera roja de riesgo en términos fitosanitarios, y pese a esto, su estudio sigue limitado en comparación a su impacto real. Para esto se requiere integrar tecnologías emergentes como sensores remotos, inteligencia artificial, entre otras. Estos hallazgos evidencian aquellos vacíos críticos que representan una oportunidad inmediata para investigaciones futuras, especialmente en regiones tropicales, subtropicales y áridas, y en el desarrollo de metodologías modernas de monitoreo. Así, este trabajo contribuye significativamente a redefinir prioridades en la investigación del muérdago, promoviendo una visión más integral y contextualizada de su papel como plaga forestal en el siglo XXI.

Referencias

- Allen, C. D., Breshears, D. D., & McDowell, N. G. (2015). On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere*, 6(8), art129. <https://doi.org/10.1890/ES15-00203.1>
- Ayres, M. P., & Lombardero, M. J. (2000). Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of The Total Environment*, 262(3), 263–286. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00528-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00528-3)
- Bell, D. M., Pabst, R. J., & Shaw, D. C. (2020). Tree growth declines and mortality were associated with a parasitic plant during warm and dry climatic conditions in a temperate coniferous forest ecosystem. *Global Change Biology*, 26(3), 1714–1724. <https://doi.org/10.1111/gcb.14834>
- Bilgili, E., Coskuner, K. A., Baysal, I., Ozturk, M., Usta, Y., Eroglu, M., & Norton, D. (2020). The distribution of pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *Austriacum*) in Scots pine (*Pinus sylvestris*) forests: From stand to tree level. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 35(1–2), 20–28. <https://doi.org/10.1080/02827581.2020.1729402>
- Camarero, J. J., Rubio-Cuadrado, Á., González de Andrés, É., & Gazol, A. (2025). Mistletoe negatively impacts vigor, growth and reproduction of silver fir forests at regional and local scales. *Forest Ecology and Management*, 586, 122693. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.122693>
- Castagneri, D., Bottero, A., Motta, R., & Vacchiano, G. (2015). Repeated spring precipitation shortage alters individual growth patterns in Scots pine forests in the Western Alps. *Trees*, 29(6), 1699–1712. <https://doi.org/10.1007/s00468-015-1250-z>
- Cheng, G., Huang, Y., Li, X., Lyu, S., Xu, Z., Zhao, H., Zhao, Q., & Xiang, S. (2024). Change Detection Methods for Remote Sensing in the Last Decade: A Comprehensive Review. *Remote Sensing*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/rs16132355>
- Coria Ávalos, V. M., Bello González, M. Á., Muñoz Flores, H. J., Cortés Cruz, M. A., Guzmán Rodríguez, L. F., & Coria Mora, R. G. (2018). Estudio de susceptibilidad de variedades de aguacate al ataque de muérdagos en Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1715–1725. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1368>
- Das, A. J., Stephenson, N. L., & Davis, K. P. (2016). Why do trees die? Characterizing the drivers of background tree mortality. *Ecology*, 97(10), 2616–2627. <https://doi.org/10.1002/ecy.1497>
- Dawson, T. E., King, E. J., & Ehleringer, J. R. (1990). Age Structure of *Phoradendron Juniperinum* (viscaceae), a Xylem-Tapping Mistletoe: Inferences from a Non-Destructive Morphological Index of Age. *American Journal of Botany*, 77(5), 573–583. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1990.tb14444.x>
- Der, J. P., & Nickrent, D. L. (2008). A Molecular Phylogeny of Santalaceae (Santalales). *Systematic Botany*, 33(1), 107–116. <https://doi.org/10.1600/036364408783887438>
- Díaz-Limón, M. P., Cano-Santana, Z., & Queijeiro-Bolaños, M. E. (2016). Mistletoe infection in an urban forest in Mexico City. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.04.004>
- Endara-Agramont, A. R., Heredia-Bobadilla, R. L., García-Almaraz, L. A., Luna-Gil, A. A., Franco-Maass, S., Cibrián-Llenderal, V. D., Endara-Agramont, A. R., Heredia-Bobadilla, R. L., García-Almaraz, L. A., Luna-Gil, A. A., Franco-Maass, S., & Cibrián-Llenderal, V. D. (2022). Factores asociados con la distribución espacial de muérdagos enanos en dos poblaciones de *Pinus hartwegii* del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.5008>
- González de Andrés, E., Valeriano, C., & Camarero, J. J. (2024). Long-Term Effects of Mistletoe Removal on Radial Growth of Semi-Arid Aleppo Pine Forests. *Forests*, 15(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/f15071113>
- González, L., & Morales, J. (2004). Una nueva especie de *Struthanthus* (Loranthaceae) Costa Rica. *SIDA, Contributions to Botany* 21, 97–102.
- Grajales-Tam, K. M., Tejero-Díez, J. D., & Ledesma, P. H. (2022). Familia Tectariaceae. En *Flora del Bajío*. Flora del Bajío. <https://doi.org/10.21829/fb.564.2022.231>

- Henríquez-Velásquez, C., Henríquez, J. M., & Aravena, J. C. (2012). Damage caused by mistletoe *Misodendrum punctulatum* Banks Ex Dc. architecture and radial growth of *Nothofagus pumilio* (Poepp. Et Endl.) Krasser forests of southern Chile. *Austral Ecology*, 37(7), 816–824. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02342.x>
- Kollas, C., Gutsch, M., Hommel, R., Lasch-Born, P., & Suckow, F. (2018). Mistletoe-induced growth reductions at the forest stand scale. *Tree Physiology*, 38(5), 735–744. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx150>
- Leadlay, E., & Jury, S. L. (2006). *Taxonomy and plant conservation: The cornerstone of the conservation and the sustainable use of plants*. Cambridge university press.
- Lira-Noriega, A., Soberón, J., & Miller, C. P. (2013). Process-based and correlative modeling of desert mistletoe distribution: A multiscalar approach. *Ecosphere*, 4(8), art99. <https://doi.org/10.1890/ES13-00155.1>
- Mathiasen, R. L., Nickrent, D. L., Shaw, D. C., & Watson, D. M. (2008). Mistletoes: Pathology, Systematics, Ecology, and Management. *Plant Disease*, 92(7), 988–1006. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-7-0988>
- Mellado, A., & Zamora, R. (2017). Parasites structuring ecological communities: The mistletoe footprint in Mediterranean pine forests. *Functional Ecology*, 31(11), 2167–2176. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12907>
- Missarov, A., Sosnovsky, Y., Rydlo, K., Brovkina, O., Maes, W. H., Král, K., Krůček, M., & Krasylenko, Y. (2024). Vertical botany: Airborne remote sensing as an emerging tool for mistletoe research. *Botany*, 102(3), 58–71. <https://doi.org/10.1139/cjb-2023-0049>
- Ndagurwa, H. G. T., Dube, J. S., Mlambo, D., & Mawanza, M. (2014). The influence of mistletoes on the litter-layer arthropod abundance and diversity in a semi-arid savanna, Southwest Zimbabwe. *Plant and Soil*, 383(1), 291–299. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2176-8>
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., & Hayes, D. (2011). A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science*, 333(6045), 988–993. <https://doi.org/10.1126/science.1201609>
- Press, M. C., & Phoenix, G. K. (2005). Impacts of parasitic plants on natural communities. *New Phytologist*, 166(3), 737–751. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01358.x>
- R: The R Project for Statistical Computing. (s/f). Recuperado el 1 de julio de 2025, de <https://www.r-project.org/>
- Rigling, A., Eilmann, B., Koechli, R., & Dobberty, M. (2010). Mistletoe-induced crown degradation in Scots pine in a xeric environment. *Tree Physiology*, 30(7), 845–852. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpq038>
- Sabrina, F., Sohail, S., Thakur, S., Azad, S., & Wasimi, S. (2020). Use of Deep Learning Approach on UAV imagery to Detect Mistletoe Infestation. *2020 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, 556–559. <https://doi.org/10.1109/TENSYP50017.2020.9230971>
- Shahi, T. B., Xu, C.-Y., Neupane, A., & Guo, W. (2023). Recent Advances in Crop Disease Detection Using UAV and Deep Learning Techniques. *Remote Sensing*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/rs15092450>
- Shaw, D. C., & Agne, M. C. (2017). Fire and dwarf mistletoe (Viscaceae: Arceuthobium species) in western North America: Contrasting Arceuthobium tsugense and Arceuthobium americanum. *Botany*, 95(3), 231–246. <https://doi.org/10.1139/cjb-2016-0245>
- Silva, M. C., Guimarães, A. F., Teodoro, G. S., Bastos, S. S., de Castro, E. M., & van den Berg, E. (2021). The enemy within: The effects of mistletoe parasitism on infected and uninfected host branches. *Plant Ecology*, 222(5), 639–645. <https://doi.org/10.1007/s11258-021-01132-6>
- Stanton, S. (2006). The differential effects of dwarf mistletoe infection and broom abundance on the radial growth of managed ponderosa pine. *Forest Ecology and Management*, 223(1), 318–326. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.11.011>
- Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J., Worrall, J. J., & Woods, A. J. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathology*, 60(1), 133–149. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x>
- Szmidla, H., Tkaczyk, M., Plewa, R., Tarwacki, G., & Sierota, Z. (2019). Impact of Common Mistletoe (*Viscum album* L.) on Scots Pine Forests—A Call for Action. *Forests*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/f10100847>
- Tercero-Bucardo, N., & Kitzberger, T. (2004). Establishment and life history characteristics of the southern South American mistletoe *Misodendrum punctulatum* (Misodendraceae). *Revista Chilena de Historia Natural*, 77, 509–521.
- Těšitel, J. (2016). Functional biology of parasitic plants: A review. *Plant Ecology and Evolution*, 149(1), 5–20. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2016.1097>
- Tinnin, R. O., Parks, C. G., & Knutson, D. M. (1999). Effects of Douglas-Fir Dwarf Mistletoe on Trees in Thinned Stands in the Pacific Northwest. *Forest Science*, 45(3), 359–365. <https://doi.org/10.1093/forestscience/45.3.359>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Watson, J., Evans, T., Venter, O., Williams, B., Tulloch, A., Stewart, C., Thompson, I., Ray, J., Murray, K., Salazar, A., McAlpine, C., Potapov, P., Walston, J., Robinson, J., Painter, M., Wilkie, D., Filardi, C., Laurance, W., Houghton, R., & Lindenmayer, D. (2018). The exceptional value of intact forest ecosystems. *Nature Ecology & Evolution*, 2. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0490-x>
- Wickham, H. (2016). *Ggplot2*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4>
- Zhang, N., Yang, G., Pan, Y., Yang, X., Chen, L., & Zhao, C. (2020). A Review of Advanced Technologies and Development for Hyperspectral-Based Plant Disease Detection in the Past Three Decades. *Remote Sensing*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/rs12193188>

ANEXO 1

Descripción ecológica de géneros

1. *Viscum*: es un género de entre 70 a 100 especies de muérdagos. Son nativos de regiones templadas y tropicales de

Europa, África, Asia y Australia. Pertenecen a la familia *Santalaceae*. Son plantas hemiparásitas con ramas de entre 15 a 80 cm de largo, el follaje es dicotómico, con pares opuestos de hojas verdes que hacen fotosíntesis. Las flores son inconspicuas, verdoso-amarillentas, de 1 a 3 mm de diámetro. El fruto es una baya blanca, amarilla, naranja o roja al madurar. Tiene varias semillas en el interior de la pulpa pegajosa del fruto. (Szmidla et al., 2019c).

2. *Phoradendron*: incluye arbustos perennes, monoicos o dioicos, con hojas en pares simples y decusadas de forma variable que van de falcadas a liguliformes o lanceoladas a estrechamente elípticas. Inflorescencia de 1 o varias espigas axilares, cada espiga con 1 o varios artículos fértiles y cada artículo con 2 o más hileras de flores. Flores unisexuales, sésiles, de color verde a amarillento, las estaminadas con 3 o más pétalos valvados, 3 o 4 anteras biloculares y pistilo rudimentario en el centro; las carpeladas con ovario unilocular, estilo recto originándose de un pequeño disco anular y estigma no diferenciado. El fruto es una baya blanquecina, ovoide a globosa, con 1 semilla rodeada por una capa viscosa. (Gómez-Sánchez et al., 2011).

3. *Arceuthobium*. Es un género de 42 especies de plantas, pertenecientes a la familia *Santalaceae*. Parasitan miembros de la familia *Pinaceae* y *Cupressaceae*. Comúnmente conocidos como “muérdagos enanos”, son plantas pequeñas (de menos de 20 cm) con un color de follaje que varía entre el amarillo, café, negro y rojo. Las hojas de este género de plantas son tan pequeñas que en ocasiones se describe como una planta carente de hojas, sin embargo, estas están distribuidas en forma de escamas que inician en la periferia del ápice del brote mediante divisiones periclinales en la capa subsuperficial (Hawksworth, 1996).

4. *Psittacanthus*: agrupa arbustos perennes, con hojas en pares y simples, estipuladas y comúnmente decusadas, de forma variable que va de falcada hasta ovada u obovada. Inflorescencia terminal o axilar en umbela o racimo indeterminado con varias triadas o diadas de flores hermafroditas. Flores de color rojo a anaranjado o escarlata bri-

llante, estambres rojos-anaranjados; estilo tan largo como los pétalos, liso y recto; estigma más o menos capitado y finamente papilado. El fruto es una baya grande, azulada a negruzca, a veces con el cálculo acrescente, con 1 semilla rodeada por abundante tejido viscido. (Gómez-Sánchez et al., 2011).

5. *Misodendrum*. Es una planta hemiparásita, comúnmente llamada farolito chino o flor de ñire, es una especie dioica, pertenece a una familia monogénica endémica de los bosques del sur de Argentina y Chile. La familia Misodendraceae comprende ocho especies que infectan específicamente a las especies del género *Nothofagus* sobre todo su rango de distribución geográfico. Los frutos de *Misodendrum* son aquenios secos y pequeños (2 mm) provistos de tres setas de hasta 1 cm de longitud que les permiten volar y anclarse pasivamente de manera principal en pequeñas ramas y tallos del hospedador. Los tallos presentan crecimiento simpodial y poseen tejidos fotosintéticos reducidos con hojas en forma de pequeñas escamas. (Tercero-Bucardo & Rovere, 2010).

Referencias

- Hawksworth, Frank G.; Wiens, Delbert, (1996). Dwarf mistletoes: Biology, Pahtology, and systematics. Agricultural Hadbook. 709. Washington, D.C. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service. 410 p.
- Gómez-Sánchez, M., Sánchez-Furnetes, L. J. & Salazar-Olivo, L. A. (2011). *Anatomía de especies mexicanas de los géneros phoradendron y Psittacanthus, endémicos del Nuevo Mundo*. Szmidla, H., Tkaczyk, M., PLewa, R., Tarwacki, G., & kSierota, Z. (2019c). Impacto f Common Mistletoe (*Viscum album* L.) on Scots Pine Forests-A Call for Action. *Forests*, 10(10)847. <https://doi.org/10.3390/f10100847>
- Tercero-Bacardo, N., & Rovere, A. E. (2010). Patrones de dispersión de semillas y colonización de *Misodendrum punctulatum* (Misodendraceae) en un matorral postfuego de *Nothofagus antártica* (Nothofagaceae) del noroeste de la Patagonia. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83(3). <https://3w.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v82n4/>