

### **Mecanismos ecológicos y demográficos de la avispa invasora *Sirex noctilio*: implicancias en la expresión de la dinámica de estallidos poblacionales**

José M. Villacide

Los insectos forestales constituyen una amenaza significativa para la salud y productividad de los bosques a nivel mundial. Entre ellos, las especies invasoras representan un desafío creciente para la sanidad forestal, especialmente en sistemas simplificados como las plantaciones. La combinación de atributos de historia de vida favorables, ausencia de enemigos naturales y homogeneidad estructural del hábitat facilita su establecimiento y expansión, fenómeno amplificado por la globalización y la intensificación silvícola.

La avispa barrenadora de los pinos *Sirex noctilio* (Himenóptera: Siricidae) se destaca como uno de los insectos forestales invasores de mayor relevancia global. Esta especie xilófaga presenta un ciclo de vida complejo, fuertemente condicionado por las características fisiológicas del hospedador y por su asociación simbiótica obligada con el hongo basidiomiceto *Amylostereum areolatum*. En su área nativa, las poblaciones de *S. noctilio* suelen mantenerse en niveles de bajo impacto, atacando árboles debilitados o moribundos. Sin embargo, en amplias regiones del Hemisferio Sur —caracterizadas por la producción de *Pinus* en plantaciones homogéneas e intensivas— la especie desarrolla dinámicas eruptivas, con mortalidad de árboles que puede alcanzar niveles severos y ocasionar pérdidas económicas significativas. Dada su relevancia ecológica y productiva, comprender los mecanismos que impulsan y modulan estas dinámicas es esencial para anticipar, prevenir y mitigar su impacto.

El objetivo general de esta tesis es profundizar la comprensión de los mecanismos ecológicos y demográficos que modulan la expresión de estallidos poblacionales de *Sirex*

*noctilio* en ambientes forestales fuera de su área nativa, con especial énfasis en el papel de las condiciones ecológicas locales sobre el desempeño individual y la dinámica poblacional. La hipótesis general es que la dinámica poblacional de *S. noctilio* está modulada por la interacción entre mecanismos denso-dependientes y denso-independientes, cuya influencia varía según las propiedades ecológicas del sistema. En particular, se propone que ambientes ecológicamente simplificados —con alta disponibilidad de hospedadores y baja diversidad biológica— favorecen la ocurrencia de mecanismos denso-dependientes positivos que, al incrementar el desempeño individual, promueven tasas aceleradas de crecimiento poblacional y mayor probabilidad de estallidos. En este marco, el tamaño corporal de los adultos se considera un rasgo de historia de vida crítico, modelado por las condiciones locales durante el desarrollo larval y determinante de atributos funcionales como la fecundidad, el potencial de dispersión y la supervivencia.

Para contrastar esta hipótesis, se implementaron enfoques complementarios que integraron análisis a distintas escalas, desde experimentos de campo que manipularon la condición del hospedador en sitios con densidades contrastantes, hasta estudios espaciales de alta resolución sobre la dinámica local durante fases eruptivas, y comparaciones interregionales entre áreas nativas e invadidas basadas en revisiones sistemáticas y análisis morfológicos. Esta aproximación multi-escala permitió evaluar de forma integrada patrones y mecanismos que vinculan procesos individuales con la dinámica poblacional observada.

En este marco general, los resultados de esta tesis aportan evidencia empírica sobre cómo los mecanismos denso-independientes y denso-dependientes influyen en conjunto sobre la dinámica poblacional de *Sirex noctilio*. Los hallazgos obtenidos muestran que la contribución relativa de estos mecanismos varía en función de la estructura y complejidad del sistema forestal. En particular, los resultados respaldan la hipótesis general de que en sistemas ecológicamente simplificados —caracterizados por una alta disponibilidad de hospedadores y una presión reguladora limitada—, la ocurrencia de mecanismos denso-dependientes positivos puede favorecer el desempeño individual y amplificar el crecimiento poblacional,

promoviendo así la expresión de dinámicas de tipo eruptivas. Sin embargo, en fases avanzadas del estallido, la competencia intraespecífica y la escasez de recursos pueden generar mecanismos de retroalimentación negativa que reducen el éxito reproductivo y pueden conducir al colapso de los focos. En conjunto, los procesos dependientes de la densidad observados en esta tesis—tanto positivos como negativos— podrían desempeñar un papel clave en la modulación de la dinámica local, al influir sobre rasgos críticos de historia de vida de los individuos y facilitar las transiciones entre fases de crecimiento y declinación poblacional, en estrecha relación con las condiciones ecológicas del sistema forestal. Asimismo, los resultados indican que los factores ecológicos contextuales, en particular la baja presión de mecanismos reguladores típica de las plantaciones forestales, pueden favorecer simultáneamente un mayor desempeño individual y la expresión de dinámicas eruptivas.

Este trabajo integra el análisis de *Sirex noctilio* a múltiples escalas ecológicas y biogeográficas, aportando un marco conceptual con potencial de aplicación a otras plagas forestales invasoras. Asimismo, los conocimientos generados ofrecen herramientas para desarrollar estrategias de manejo más resilientes, capaces de incorporar principios ecológicos en la planificación y la toma de decisiones, con el fin de mitigar los efectos de plagas establecidas y anticipar los riesgos asociados al ingreso y establecimiento de nuevas especies dañinas.

Palabras clave: Insectos forestales invasores; dinámica poblacional; mecanismos reguladores; estallidos poblacionales, tamaño corporal