



Estrategias Ecológicas en el Control de Plagas: Productos Naturales y Comunicación Química

Ecological Strategies in Pest Control: Natural Products and Chemical Communication

Tatiana LOBO-ECHEVERRI*

Profesora Asociada, Departamento de Química, Grupo de Química de Productos Naturales y los Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín. tloboech@unal.edu.co

Conferencia Plenaria 7

ABSTRACT

In search of sustainable alternatives for pest and weed control that are less harmful than conventional synthetic products, several ecological approaches and strategies for the selection of natural products have been explored. This work began with the study of the control of insects, such as leafcutter ants, which cause significant losses in agriculture by massively cutting leaves for their symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*^[1]; and the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*), which specialized in the consumption of specific crops (corn and rice), generating two biotypes^[2]. In both cases, the study of allelochemicals was addressed to shed light on control strategies. Consequently, alarm semiochemicals attracting parasitoid diptera were identified in extracts from different parts of the body of ants (*Atta cephalotes*) and in garbage dumps from their nests, while for *S. frugiperda* the sex pheromones of both biotypes were analyzed, finding variations in the chemical composition and response times of males to the emission of these compounds by females^[3]. Both findings open the possibility of generating specific traps for these insects. However, these strategies are limited to short-distance areas, so their control was complemented with plant metabolites. In species of the Meliaceae family, compounds that generated different insecticidal and deterrent responses on each biotype of *S. frugiperda*, were found^[4]. While against the leaf cutter ant and its symbiont fungus, 20 plant species were evaluated, analyzing the data using metabolomic techniques, observing that the samples with biological activity were grouped by the presence of compounds in common (sesquiterpenes, phenols and alkaloids or amines). This was the basis for the selection and study of *Capsicum frutescens* and *C. baccatum*, with insecticidal and antifungal activity^[5], *Piper holtonii*, where dillapiol was found as an inhibitory compound of the symbiont fungus (IC₅₀ 38 ppm)^[6], *Carica papaya* where carpaine was the major compound that was taken to formulation in the field^[7], and the species *Hura crepitans*, which presented variations



in its bioactivity and chemical composition when collected in different biogeographic sites. The result with the latter species motivated the exploration of other plants in various remnants of Andean forests, to study how environmental conditions in an altitudinal gradient influenced their chemical composition and, therefore, affecting their response to dynamic processes of adaptation and defense. The latter impacting their potential as natural pest controllers. Thus, the most abundant species from 11 study sites were collected and the extracts were analyzed by metabolomic techniques and evaluated in a panel of bioassays that included phytopathogenic fungi and allelopathic assays. Consequently, differences in chemical profiles were evidenced between species of the same taxonomic group (at the level of families, genus and/or species) from different sites impacting their biological activity^[8]. This led to the identification of species with promising properties such as insecticides, fungicides and bioherbicides, which are being studied considering the analysis of factors that influence their chemical variations and their biological response. This research highlights the importance of ecological strategies and the in-depth study of chemical response factors to offer effective, reproducible and sustainable solutions as potential pest controllers.

Key words:

Ecological interactions, metabolomics, natural products, pest control.

RESUMEN

En busca de alternativas sostenibles para el control de plagas y malezas menos perjudiciales que los productos sintéticos convencionales, se ha explorado varias aproximaciones y estrategias ecológicas para la selección de productos naturales. Estos trabajos comenzaron con el estudio del control de insectos plaga, tales como hormigas cortadoras de hojas, que causan pérdidas significativas en la agricultura al cortar masivamente hojas para su hongo simbionte *Leucoagaricus gongylophorus*^[1]; y el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el cual se ha especializado en el consumo de cultivos específicos (maíz y arroz), generando dos biotipos^[2]. En ambos casos, se abordó el estudio de aleloquímicos para dar luz a estrategias de control. Consecuentemente, se identificaron semioquímicos de alarma atrayentes de dípteros parasitoides en extractos de diferentes partes del cuerpo de las hormigas (*Atta cephalotes*) y basureros de sus nidos, mientras que para *S. frugiperda* se analizaron las feromonas sexuales de ambos biotipos, encontrando variaciones en la composición química y los tiempos de respuesta de los machos a la emisión de estos compuestos por parte de las hembras^[3]. Ambos hallazgos abren la posibilidad de generar trampas específicas para estos insectos. Sin embargo, estas estrategias se limitan a áreas de corta distancia, por lo que se complementó su control con metabolitos de plantas. En especies de la familia Meliaceae, se encontraron compuestos que generaron respuestas insecticidas y deterrentes, diferentes sobre cada biotipo de *S. frugiperda*^[4]. Mientras que contra la hormiga cortadora y el hongo simbionte se evaluaron 20 especies



vegetales, analizando los datos mediante técnicas metabolómicas en los cuales las muestras con actividad biológica se agruparon por la presencia de algunos núcleos comunes (sesquiterpenos, fenoles y compuestos nitrogenados). Esta fue la base para la selección y estudio de *Capsicum frutescens* y *C. baccatum*, que presentaron actividad insecticida y antifúngica^[5], *Piper holtonii*, donde se encontró el dillapiol como compuesto inhibitorio del hongo simbionte (IC₅₀ 38 ppm)^[6], *Carica papaya* donde la carpaina fue el compuesto predominante que se llevó a formulación en campo^[7] y la especie *Hura crepitans*, que presentó variaciones en su bioactividad y composición química al colectarla en sitios biogeográficos diferentes. El resultado con esta última especie motivó la exploración de otras plantas en diversos remanentes de bosques andinos, para estudiar cómo las condiciones ambientales en un gradiente altitudinal influían en su composición química y, por ende, afectando su respuesta a procesos dinámicos de adaptación y defensa. Esto último impactando su potencial como controladores naturales de plagas. Así, se colectaron las especies más abundantes de 11 sitios de estudio y los extractos se analizaron por técnicas metabolómicas y tamizajes en un panel de bioensayos que incluyó hongos fitopatógenos y ensayos alelopáticos. En consecuencia, se evidenció diferencias en los perfiles químicos entre especies del mismo grupo taxonómico (a nivel de familias, géneros y/o especies) de diferentes sitios y cambios en la actividad biológica^[8]. Esto condujo a la identificación de especies con propiedades prometedoras como insecticidas, fungicidas y bioherbicidas, las cuales se están estudiando alrededor del análisis de factores que influyen en sus variaciones químicas y su respuesta biológica. Las investigaciones realizadas destacan la importancia de las estrategias ecológicas y el estudio a fondo de factores de respuesta química para ofrecer soluciones eficaces, reproducibles y sostenibles como potenciales bioinsumos.

Palabras clave:

Biocontroladores, interacciones ecológicas, metabolómica, productos naturales

Agradecimientos/Acknowledgements

Se agradece a la “Convocatoria de Fortalecimiento a la Investigación de la Facultad de Ciencias 2023” y la dirección de investigación de la Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín, por la financiación de estos proyectos y a DIDACONTROL SAS, por la financiación para la participación en este evento.

Acknowledgments to the National University of Colombia - Medellín campus and DIDACONTROL SAS, for financial support.



Referencias/References

1. Swanson, A. C., Schwendenmann, L., Allen, M. F., Aronson, E. L., Artavia-León, A., Dierick, D., ... & Zelikova, T. J. (2019). Welcome to the Atta world: A framework for understanding the effects of leaf-cutter ants on ecosystem functions. *Functional ecology*, 33(8), 1386-1399.
2. Cañas-Hoyos, N., Marquez, E. J., & Saldamando-Benjumea, C. I. (2014). Differentiation of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) corn and rice strains from central Colombia: A wing morphometric approach. *Annals of the Entomological Society of America*, 107(3), 575-581.
3. Cañas-Hoyos, N., Lobo-Echeverri, T., & Saldamando-Benjumea, C. I. (2017). Chemical composition of female sexual glands of *Spodoptera frugiperda* 1 corn and rice strains from Tolima, Colombia. *Southwestern Entomologist*, 42(2), 375-394.
4. Álvarez, D., Zuleta, D., Saldamando, C., & Lobo-Echeverri, T. (2024). Selective activity of *Carapa guianensis* and *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) against the corn and rice strains of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae). *International Journal of Pest Management*, 70(3), 409-422.
5. Lobo-Echeverri, T., Salazar, L. C., Hernández, A., & Ortiz-Reyes, A. (2016). Effects of *Capsicum baccatum* and *C. frutescens* against *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*. *Revista Colombiana de Entomología*, 42(2), 137-145.
6. Salazar, L. C., Ortiz-Reyes, A., Rosero, D. M., & Lobo-Echeverri, T. (2020). Dillapiole in *Piper holtonii* as an inhibitor of the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus* of leaf-cutting ants. *Journal of Chemical Ecology*, 46, 668-674.
7. Lobo-Echeverri, T., Galindo, V. M., Aubad, P., Ortiz-Reyes, A., Preciado, L. M., Sánchez, M., ... & Thomas, O. P. (2020). Inhibition of *Leucoagaricus gongylophorus* with *Carica papaya*: an alternative to control the leaf-cutter ant *Acromyrmex octospinosus*. *International Journal of Pest Management*, 66(3), 201-214.
8. Naranjo, J. P. (2021). Estudio Metabolómico de las Especies arbóreas más Abundantes en Remanentes de Bosques Andinos (Tesis de Maestría). Repositorio Institucional-Universidad Nacional de Colombia.