

Nanoinsecticidas: una alternativa ambientalmente amigable para el control de plagas

Dr. Teodoro Stadler

Laboratorio de Toxicología Ambiental
Instituto de Medicina y Biología Experimental de Cuyo (IMBECU)
CONICET, Centro Científico Tecnológico-Mendoza
lpe@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN

La producción mundial de alimentos experimentó un aumento exponencial en los últimos 60 años, incluso más que la tasa de crecimiento poblacional. Esta conquista, que actualmente permite alimentar a una población global de 7,2 mil millones, ha sido posible gracias al control de las plagas y enfermedades, a través del uso intensivo de los pesticidas convencionales o de síntesis orgánica. Sin embargo, este enorme progreso no está libre de efectos colaterales, ya que los pesticidas convencionales tienen un fuerte impacto negativo sobre la salud humana, la biodiversidad y los ecosistemas. Actualmente, los pesticidas de síntesis orgánica son responsables de casi 3 millones de casos anuales de intoxicación aguda y/o crónica a nivel mundial y se correlacionan con fenómenos de mutagénesis, así como con diferentes tipos de cáncer, leucemia, linfomas, mielomas y otros. Sobre la base de estos antecedentes, y habiendo reconocido la peligrosidad de los pesticidas convencionales, la ciencia y la industria se han abocado a la búsqueda de productos más seguros para el hombre y el ambiente, centrado su atención en el desarrollo de pesticidas a base de sustancias naturales, como extractos vegetales y polvos inorgánicos. El reciente hallazgo de un nanomaterial con propiedades insecticidas (Stadler et al., 2010), de baja toxicidad para el hombre y para el ambiente, ofrece una excelente alternativa para la sustitución de pesticidas peligrosos por los Nanoinsecticidas, una tecnología innovadora y de bajo riesgo, con un alto potencial para optimizar el control de plagas en el agro, la industria y en programas para la protección de la salud humana y animal.

Consideraciones generales y enfoque histórico: Entre los factores limitantes para la producción de alimentos a nivel mundial, figuran los insectos plaga, las enfermedades, las malezas, los roedores y las aves, que pueden destruir parcial o totalmente, tanto a la producción vegetal como a la animal. La FAO estima que las pérdidas en la producción agrícola mundial causadas por diferentes plagas fluctúan entre 20% y 40%, y que por lo menos 10% de las cosechas es destruido por roedores e insectos en sus lugares de almacenamiento. La magnitud del daño varía de región a región, de año en año, y los factores causales son el tipo de cultivo y la especie plaga. Así por ejemplo, en el arroz, las pérdidas globales se calculan en 46%, pero de este total, el 58% de los daños son causados por insectos y el resto a enfermedades y malezas. El uso de sustancias químicas para el control de plagas y enfermedades data de la antigüedad. En el 2500 a.C., los sumerios utilizaron compuestos de azufre para controlar insectos, los chinos el mercurio, y tanto Aristóteles en la antigua Grecia como Catón en Roma describieron formas de fumigación y ungüentos a base de azufre. El uso extensivo de pesticidas comenzó en el siglo XVIII con extractos de piretro y sulfato de cobre, compuestos de cobre y arsénico, o compuestos de arsénico y plomo. Sin embargo, el empleo masivo de pesticidas comenzó con la “revolución verde”, a mediados de la década de 1940, con la creciente demanda de insecticidas de síntesis orgánica, como DDT, lindano y dieldin, para la agricultura. Estos compuestos fueron luego sustituidos parcialmente por los organofosforados, los carbonatos y una gama cada vez más amplia de pesticidas sintéticos. En la agricultura moderna, el consumo

de pesticidas de diferentes tipos se ha multiplicado por un factor de 32 entre 1950 y 1986, con un aumento significativo en los países en desarrollo, que actualmente consumen el 25% de la producción mundial de plaguicidas, con un total de 530.000 toneladas de ingredientes activos por año. De aquí se desprende claramente la necesidad de diseñar nuevas estrategias de control de plagas, sobre la base de nuevos productos de baja toxicidad para el hombre y el ambiente, y que no generen resistencia.

La nanotecnología al servicio de la agricultura: Actualmente, una gran variedad de productos con base nanotecnológica son utilizados en la vida cotidiana por millones de personas, como materiales más livianos y resistentes, catalizadores para la combustión, sistemas para la administración de medicamentos, cremas con filtros solares, etc. Recientemente, en respuesta a la creciente tendencia hacia la reducción del uso de pesticidas de síntesis orgánica y su reemplazo por sustancias menos tóxicas y más selectivas, la nanotecnología se ha puesto al servicio de las estrategias para el control de insectos que afectan a los productos agrícolas, a la salud del hombre y la de los animales domésticos. Los nano insecticidas son una novedosa opción para el control de insectos, descrita por primera vez para plagas de granos almacenados en 2010 (Stadler et al., 2010(1)). A diferencia de los insecticidas convencionales, los Nano insecticidas poseen un mecanismo de acción basado en fenómenos físicos en lugar de los mecanismos bioquímicos-toxicológicos, típicos de los insecticidas convencionales (clorados, fosforados, etc.), cuyos efectos nocivos para el hombre y el ambiente han sido ampliamente demostrados. Por sus características, modo de acción y baja toxicidad, el Nano insecticida(1) es un concepto avanzado en el campo de los pesticidas, ya que, por ejemplo, con tan solo 125 gramos de NSA por tonelada de grano almacenado, se obtiene el control de los insectos plaga. Cabe señalar que los expertos estiman que entre un 5 % al 10 % de la producción mundial de alimentos se pierde por causa de los insectos.

Descripción del Nano insecticida: Se trata de una sustancia inorgánica obtenida por síntesis, que posee un mecanismo de acción basado en fenómenos físicos en lugar de los mecanismos bioquímicos-toxicológicos, típicos de los insecticidas convencionales (clorados, fosforados, carbamatos, etc.). La acción insecticida de este material depende de las propiedades triboeléctricas del cuerpo de los insectos, de las cargas eléctricas de las partículas y de fenómenos de adsorción, que en conjunto hacen que las partículas se adhieran al cuerpo de los insectos y actúen como “secuestrantes” de las ceras de la cutícula, provocando la muerte del insecto por deshidratación y no por intoxicación. Por sus características, modo de acción y baja toxicidad, el Nano insecticida se presenta como un concepto avanzado en el campo de los pesticidas, ya que por ejemplo, con tan solo 125 gramos del Nano insecticida por tonelada de grano almacenado (trigo, maíz, etc.), se obtiene el control total de insectos plaga, sin afectar la salud y el medioambiente. Además, la estabilidad química y baja toxicidad del Nano insecticida permiten su reingeniería para adaptarlo a diferentes aplicaciones en el ámbito de la medicina humana, veterinaria, agricultura, horticultura y jardinería y/o para la industria en el procesamiento de alimentos y para la conservación de recursos y productos forestales.

Que características posee este Nano insecticida?: Es un nanomaterial con propiedades insecticidas que, a diferencia de los insecticidas convencionales, actúa a través de fenómenos físicos. Su composición química es óxido de aluminio, un material omnipresente en la naturaleza, pero que a diferencia de este último, está compuesto por partículas de tamaño nanométrico (10^{-9} m). Estas nanopartículas forman estructuras complejas durante el proceso de fabricación, que le otorgan al producto las propiedades insecticidas.

Como funciona este Nanoinsecticida?: Su modo de acción puede resumirse en tres pasos: a.- cuando los insectos se desplazan sobre una superficie tratada con Nanoinsecticida, las partículas se adhieren a su cuerpo por fenómenos electrostáticos; b.- el elevado valor de superficie específica de las partículas ($14\text{m}^2.\text{g}^{-1}$) hace que las mismas actúen como “secuestrantes” adsorbiendo la cera que recubre el cuerpo de los insectos y los protege de la pérdida de humedad; c.- una vez eliminada la cera, el insecto muere por deshidratación.

Cuáles son las ventajas de este producto sobre los insecticidas de síntesis orgánica o convencionales?: Cuando el Nanoinsecticida es empleado para el control de plagas de granos almacenados, se destaca su alta eficacia, ya que con tan solo 125g del producto por tonelada de trigo almacenado ($1,2\text{ m}^3$ aprox.) se obtiene el control de las especies de insectos que causan entre un 5% a 10% de las pérdidas a nivel mundial. Comparado éste con la tierra de diatomeas, la dosis de Nanoinsecticida requerida para el control es diez a quince veces menor. Se trata además de una sustancia química prácticamente atóxica, mientras que los residuos de los insecticidas convencionales se encuentran asociados a fenómenos de teratogénesis, mutagénesis y carcinogénesis, entre otros. De aquí se desprende que los Nanoinsecticidas son un concepto avanzado en el ámbito del control de plagas teniendo en cuenta su alta eficacia y su bajo impacto para la salud y el ambiente.

Cuáles son las aplicaciones futuras de este Nanoinsecticida?: El objetivo central de nuestro proyecto de investigación es la exploración de diferentes campos de aplicación del producto para el control de especies de insectos plaga y vectores que afectan la salud y la actividad económica del hombre. También hemos puesto especial énfasis en la evaluación toxicológica y ambiental de estas nuevas sustancias. A partir de estos hallazgos, los Nanoinsecticidas se presentan ahora como una interesante alternativa a los pesticidas tradicionales, por ser efectivos, de fácil síntesis, no provocan resistencia y son ambientalmente amigables. La suma de estas propiedades hacen de los Nanoinsecticidas un concepto avanzado en el ámbito del control de plagas.