

PREOCUPACIONES POTENCIALES EN LA RESPUESTA A LAS HERIDAS TRAS LA INYECCIÓN AL TRONCO

Traducción del artículo: [Potencial concerns for tree wound response from stem injection.](#)

Kevin T. Smith¹ and Phillip A. Lewis²

¹USDA Forest Service, Northeastern Research Station, 271 Mast Road, Durham, NH 03824

²USDA Animal and Plant Health Inspection Service, Pest Survey, Detection and Exclusion Laboratory, Building 1398, Otis ANGB, MA 02542

RESUMEN

La inyección de imidacloprid en el tronco es un componente disponible de las estrategias de manejo *Adelges tsugae*. Las observaciones preliminares de tratamientos similares de arce y fresno muestran que la lesión sufrida por la inyección justifica la investigación de la respuesta de la herida. Tales investigaciones necesitan controles experimentales adecuados para identificar el papel de la fitotoxicidad del ingrediente activo y la formulación del portador, la presión de entrega, la estacionalidad y la condición del árbol. Los indicadores externos, como las grietas de la corteza, tienden a subestimar la cantidad de reducción de cambio. La evaluación de la respuesta de la herida requiere la disección del árbol. Sugerimos que las consecuencias no intencionales del tratamiento, como la lesión por inyección, se consideren e incorporen en el proceso de decisión de la administración.

INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia del *Adelges tsugae*, se están probando diversas estrategias de control, incluida la aplicación de insecticidas químicos. La inyección directa de tratamientos químicos en los árboles a través del tallo tiene una larga historia. La compensación biológica con la inyección del tallo es que el árbol está herido en el curso del tratamiento (Smith 1988). Aunque el tamaño de la herida mecánica producida durante la inyección puede ser pequeño, el producto químico inyectado y la presión de aplicación puede aumentar considerablemente la gravedad de la decoloración iniciada por la herida y la reducción del cambio de cizallamiento asociada con una inyección (Shigo et al., 1977).

Las pruebas de eficacia de la formulación química y los métodos de inyección generalmente se centran en la recuperación del producto químico de tratamiento o sus metabolitos de la parte de la planta seleccionada, prestando cierta atención a las comparaciones de la intensidad de infestación y la recuperación del crecimiento. En raras ocasiones, las pruebas de eficacia incluyen la evaluación de los efectos de la lesión de los árboles y la respuesta de las heridas, en particular para la tecnología de inyección recientemente introducida. ¿Debería investigarse la respuesta de la herida inyectada con imidacloprid u otros insecticidas? No se han publicado estudios de disección crítica de vástagos de cicutas orientales inyectados en este momento. Sin embargo, las observaciones de arce rojo inyectado y disecado (*Acer rubrum* L.), arce de azúcar (*Acer saccharum* Marsh.) Y fresno blanco (*Fraxinus americana* L.) pueden centrar la atención en lo que se debe buscar en futuras pruebas de campo de varias inyecciones.

MÉTODOS

El arce de azúcar y la ceniza blanca que se diseccionaron para este estudio formaron parte de un ensayo más amplio de la distribución sistémica de imidacloprid administrado por inyección en la Reserva Estatal de Mount Greylock en Lanesborough, Massachusetts. Los árboles seleccionados para inyección en 2002 tenían 30-40 cm Diámetro a la altura del pecho (DAP) y crecían a lo largo de la vía de acceso en la reserva. Las inyecciones fueron hechas por aplicadores profesionales con experiencia en los métodos utilizados. A pesar de que los árboles eran vigorosos y aparentemente sanos, probablemente se encontraban bajo un estrés de humedad en el momento de la inyección, lo que los convierte en árboles de muestra menos que ideales para las pruebas. Los árboles se inyectaron a mediados de agosto mientras seguían las recomendaciones del fabricante vigentes en ese momento utilizando uno de los dos métodos de inyección de tallos. Los dos métodos representan dos tipos diferentes de esquemas de inyección. Para ambos sistemas, los sitios de inyección se ubicaron generalmente en la base del tronco, a 10-30 cm por encima de la línea del suelo.

Sistema Arborjet: Con el Sistema Viper (Arborjet Inc., Winchester, Massachusetts), cada sitio de inyección constaba de un orificio de 8 mm de diámetro a lo largo del radio del tallo hasta una profundidad de unos 4 cm en la albura, al que se ajustó perfectamente con un puerto de inyección de inyección patentado (arborplug). Los sitios de inyección se distribuyeron a lo largo de una espiral alrededor de la circunferencia del vástago inferior. El número de sitios de inyección se calculó como la mitad del diámetro del vástago en DBH, en pulgadas. Se utilizó una solución patentada de imidacloprid al 5% a un volumen inyectado de 10 a 14 ml con una presión de entre 300 y 600 PSI. (20-40 atm)

Sistema Arborsystems: También se probó el sistema de inyección directa de Wedgle (ArborSystems, Omaha, Nebraska). El sitio de inyección de Wedgle se preparó retirando un trozo de corteza de 2mm de diámetro a una profundidad de unos 4 mm, con una herramienta especial, sin llegar por tanto al cambium o la albura. Dentro de este orificio se introdujo la aguja especial con los utensilios apropiados. El orificio fue marcado con un puerto de inyección de plástico duro lleno de silicona (Arborcheck). Los sitios de inyección se realizan cada 6 pulgadas de circunferencia del tronco. Se utilizan dos fórmulas de patentes de imidacloprid para inyectar los árboles: 12 y 20% "Indicador" Se intentaron dos ml de insecticida en cada sitio de inyección a una presión desconocida.

En septiembre de 2003, los árboles inyectados fueron examinados externamente, y el arco de azúcar y las cenizas blancas inyectadas por cada uno de los tratamientos fueron derribados. Los informes sobre los sitios de inyección fueron llevados a un más alto para su examen y disección adicional a través de la eliminación de la corteza, el aserrado y la división.

OBSERVACIONES

Después de una o dos temporadas de crecimiento, las grietas externas en la corteza se asociaron con algunos de los sitios de inyección, tanto de Arborjet como de Wedgle. Se encontraron grietas verticales atravesando los sitios de inyección de Arborjet y 1-2 cm al lado de los sitios de Wedgle (Fig. 1). La disección del tronco indicó que la extensión visible de las grietas externas subestimaba en gran medida la cantidad de retroceso del cambium, particularmente en los sitios de inyección de Wedgle (Figura 2). Incluso sin grietas visibles desde el exterior (Figura 2A), el cambium vascular y el floema se eliminaron, como se ve en el interior de la corteza (Fig. 2B) y de la superficie de madera del árbol diseccionado (Fig. 2C) En árboles de crecimiento vigoroso, el callo se produjo en los márgenes de la reducción de la cavidad cambial y los derivados celulares iniciaron la formación de madera de la herida (Figura 2C). El residuo de imidacloprid alrededor de Wedgle y Arborjet y los sitios de inyección se encontraron comúnmente (Figs. 2B, C y 3). Las columnas internas de la decoloración iniciada por la herida fueron generalmente bien definidas para los sitios de inyección de Arborjet tanto para fresno como para arce (Figura 3). Se observó poca decoloración iniciada por la herida en los sitios de inyección de Wedgle.

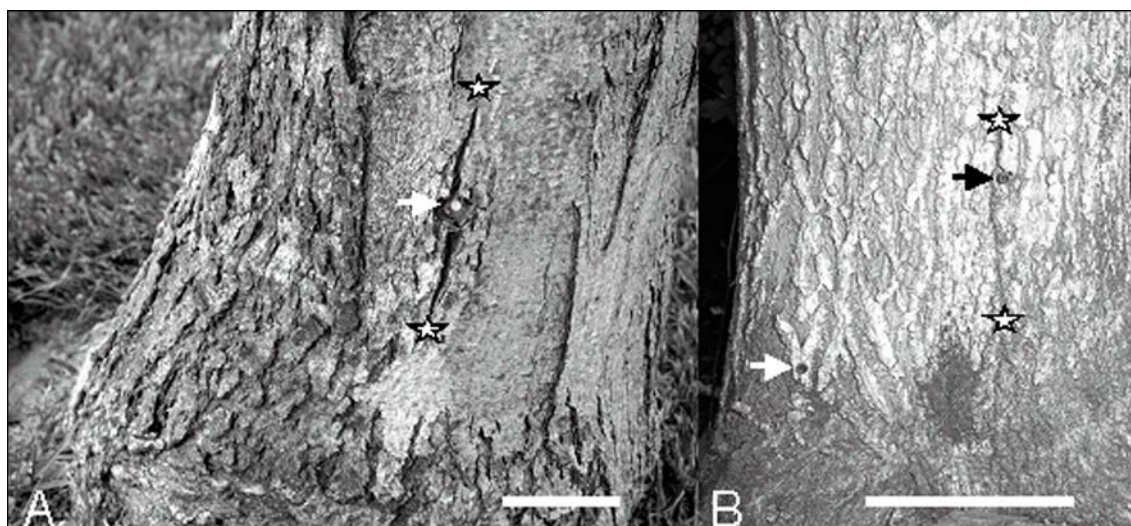


Figura 1. Grietas de la corteza asociadas con la inyección del tallo. Los sitios de inyección (flechas) y los límites verticales de las grietas (estrellas) están marcados. (A) Inyección de arborjet de arce. (B) Inyección Wedgle de fresno blanco. Barras de escala = 5 cm.

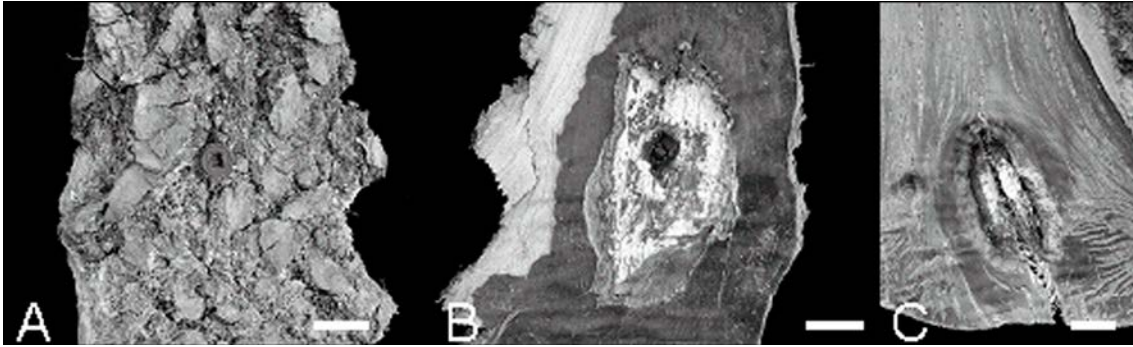


Figura 2. Lesión del tronco por inyección de Wedgler en fresno blanco diseccionado. (A) Vista externa del sitio de inyección con el tapón "arborcheck". (B) Reverso la superficie de (A) que muestra el tapón, la corteza interna muerta y el residuo de imidacloprid. (C) Superficie del tallo debajo de la corteza que muestra el área de la reducción de la cavidad, la formación de madera de la herida y el residuo de imidacloprid. Barras de escala = 5 mm.



Figura 3. Lesión del tronco por inyección de Arborjet en arce diseccionado. Nótese la decoloración iniciada por la herida y el residuo de imidacloprid. Barra de escala = 10 cm

DISCUSIÓN

Debido al **pequeño tamaño de la muestra**, estas observaciones no se deben interpretar para respaldar una preferencia por una técnica de inyección sobre otra. Del mismo modo, no se pueden evaluar las diferencias de tolerancia entre las especies de árboles. Debido al **corto período de tiempo** entre la inyección y la disección, tampoco puede evaluarse el efecto a largo plazo de si las aplicaciones son aisladas o repetidas. Si bien el posible estrés por humedad en el momento de la inyección puede haber impedido la aceptación del tratamiento, el grado de estrés se encuentra dentro del rango de lo que se espera para los árboles urbanos y comunitarios.

Observamos que los tratamientos de inyección causan una **mayor cantidad de lesiones de lo que es evidente en un examen externo**. Se necesitan estudios de disección para evaluar la extensión de la muerte del cambium y la decoloración iniciada por la herida asociada con el sitio de inyección. El retroceso del cambium es un indicador más preciso del tamaño de la lesión que del tamaño del inyector mecánico o del agrietamiento externo. Dado el tiempo suficiente en árboles vigorosos, la madera producida en los márgenes de la reducción de la curvatura vertical probablemente se cerrará sobre la herida. Se necesita una investigación a largo plazo para determinar si el cierre resulta en la restauración deseada de la continuidad cambial alrededor de la circunferencia del vástago o si las costillas o los rollos de madera herida se presionarán entre sí para formar grietas del vástago. La corteza y el floema muertos se encontraban en el exterior del cambium vascular muerto. En el interior, las células de albura fueron destruidas directamente por el tratamiento o indirectamente por desecación y desconexión del floema vivo. **La compartimentación es el proceso de establecimiento de límites que resiste la propagación de la muerte celular y la posterior infección por microorganismos en la madera y la corteza heridas (Shigo 1984)**. Con frecuencia, la albura muerta dentro de los límites de compartimentación es de un color diferente al de la albura sana y se denomina decoloración iniciada por la herida. Más importante que el cambio en el color de la madera es que las células anteriormente vivas en la madera sana ahora están muertas en la madera descolorida e incapaces de (1) almacenamiento de energía, (2) cambios activos a la fisiología defensiva y (3) conducción del agua.

La compartimentación efectiva minimiza el volumen y resiste la propagación de la decoloración iniciada por la herida asociada con una lesión. El sistema Wedgle indujo una decoloración iniciada por una pequeña herida después de una temporada de crecimiento. El extenso proceso de reducción del cizallamiento asociado con el sistema **Wedgle se debe, al menos en parte, a la separación intencional de la corteza de los tejidos subyacentes que está diseñada para formar un reservorio para el producto químico inyectado**. Las pruebas que usan intervalos más largos de tiempo entre la inyección y la disección son necesarias para determinar si la decoloración iniciada por la herida se desarrollará debajo de la reducción de la cavidad.

Para estas observaciones, es imposible evaluar si la lesión se debió a imidacloprid o los componentes del método de inyección. Además de los tiempos de incubación más largos, las pruebas futuras de la respuesta de la herida por inyecciones químicas necesitan controles experimentales adecuados. Al menos hasta que el papel de estos factores haya sido bien documentado, se deben probar los efectos simples e interactivos del tamaño y tipo de inyector, la presión de suministro, el ingrediente activo, la formulación del vehículo, la condición del árbol y la estacionalidad de la inyección.

Se puede argumentar que estas observaciones, aunque recientes, ya no reflejan la última tecnología. De hecho, durante las últimas décadas, la tecnología de inyección ha pasado de usar alta presión a baja presión a infusión pasiva y viceversa. Las formulaciones han empleado altas concentraciones de ingredientes activos en volúmenes bajos y concentraciones diluidas en volúmenes altos. Nuevas modificaciones están continuamente en desarrollo. Estos cambios pueden ayudar a la administración práctica, pero no deben usarse como excusa para evitar pruebas críticas de los efectos de la inyección.

El residuo de imidacloprid asociado con ambos métodos de inyección necesita un examen más detenido. ¿La presencia de residuos se debe a condiciones menos que ideales para la aceptación del tratamiento químico o es inherente a las técnicas empleadas? ¿Debe considerarse la presencia de este residuo como una liberación no dirigida del producto químico al medio ambiente? Estudios previos indican que el sistema de traqueidas en las coníferas puede requerir presiones de inyección más altas para la captación del tratamiento (Sánchez-Zamora y Fernández-Escobar 2004), lo que ocasiona una lesión mayor. La compartimentación en coníferas generalmente implica una biosíntesis mejorada de terpenos y la producción de resina, lo que puede complicar la evaluación de la efectividad de la compartimentación. **Sugerimos que la inyección del tronco, así como otras medidas para controlar plagas, sean consideradas dentro de planes de actuación a partir de parámetros como su eficacia, consecuencias de la inacción, la frecuencia de los tratamientos repetidos, el costo económico directo, la disponibilidad de tratamientos alternativos, la aceptación social, y las consecuencias no deseadas de los tratamientos para incluir la respuesta de la herida del árbol.**

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Kenneth A. Gooch (Oficina de Silvicultura de Massachusetts, Pittsfield, Massachusetts) por su ayuda con las disecciones de árboles.