

Manual técnico de Foray

Protegiendo nuestros bosques Protegiendo nuestro futuro

VALENT HEALTH™
Protecting Life's Potential

INDUCCIÓN AL MANUAL TÉCNICO DE FORAY

Gracias por su interés en el Insecticida Biorracional Foray®, el larvicida biológico líder en el mundo para el control de plagas de lepidópteros en bosques.

Desde mediados de la década de los setenta, la tecnología Foray se ha utilizado para proteger la salud forestal. Desde entonces, los productos y las tecnologías de pulverización de Foray han seguido evolucionando favorablemente. Para efectos de ayudar a nuestros clientes actuales y futuros en su comprensión y uso de Foray, hemos recopilado este manual técnico como una referencia completa para guiar esos esfuerzos.

Este manual incluye información detallada sobre las propiedades físicas de Foray, incluyendo todo tipo de datos operativos relacionados con su uso y cuestiones marginales asociadas con las pulverizaciones de Foray tanto en zonas forestales como residenciales. La información contenida en este manual, dispuesta en un formato fácil de seguir, combina datos importantes de investigación y desarrollo de productos con más de 40 años de experiencia de campo, lograda en colaboración con profesionales de la salud forestal como usted.

Esperamos que esta publicación le resulte valiosa y le incentivamos a copiar y distribuir cualquier información relevante que considere conveniente. Como siempre, agradecemos los comentarios de nuestros clientes mientras trabajamos juntos para proteger nuestros bosques y nuestro futuro.

– El equipo de salud forestal de Valent Health

Tabla de contenido

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1 ¿Qué es Foray y por qué es importante? 7
1.2 ¿Cómo funciona Foray? 8

2.0 FORMULACIONES ACUOSAS DE FORAY: INFORMACIÓN TÉCNICA

2.1 Descripción general 11
Propiedades físicas de Foray 48B, Foray XG 11
Propiedades físicas de Foray 76B 11
2.2 Declaraciones de compatibilidad 11
2.3 Manipulación de Foray acuoso sin diluir y diluido 12
Pulverizaciones sin diluir 12
Pulverizaciones diluidas 12
Proceso de mezcla 13
Carga de aeronaves 13
2.4 Limpieza del equipo de transferencia, mezcla y pulverización 13
2.5 Sellos de bombas 14
2.6 Almacenamiento y eliminación 16

3.0 MANIPULACIÓN, MEZCLA Y CARGA

3.1 Principios básicos 17
Viscosidad variable 17
Suspensiones 17
Acción detergente 17

Adherentes 17
Aireación 17
3.2 Equipo 19
Bombas 19
Mangueras 19
Filtros tipo malla/filtros en sistemas de transferencia/carga 19
Medidores de flujo 19
3.3 Gestión y eliminación de derrames 21
Gestión de derrames de formulaciones acuosas de Foray 21
3.4 Eliminación de sustancias de enjuague 21
3.5 Tamaños de contenedores de Foray y procedimientos de manipulación 22
Manipulación de tambores 23
Manipulación en minigranel 23
Manipulación en granel (camión cisterna) 23
3.6 Protocolo de recirculación para las formulaciones de Foray 26

4.0 OPERACIONES DE AERONAVE CON PRODUCTOS FORAY

4.1 Calibración de la aeronave 27
Calibración en tierra de aeronaves con bombas hidráulicas o eléctricas 28
Calibración en vuelo de aeronaves con bombas accionadas por el viento 30
Aeronave con medidores electrónicos de flujo 30
4.2 Filtros/filtros tipo malla del sistema de pulverización 34
4.3 Tamaño del espectro de gotas, selección del atomizador y atomización por pulverización 35
4.4 Consideraciones sobre el tamaño de la gota 36
Tamaños óptimos de las gotas para bosques de coníferas 38
Tamaños óptimos de las gotas para bosques caducifolios 38
4.5 Pulverizaciones diluidas y sin diluir 40
Atomizadores rotativos Micronair y tamaños de las gotas 41
4.6 Separación por carriles 42
4.7 Orientación de la aeronave 45
Modelado del patrón de pulverización 46

4.0 OPERACIONES AÉREAS (Continuación)

4.8 Análisis de patrones de franja 48
Factores de dispersión de las gotas 48
Tintas de marcado 50
Papeles sensibles al agua 50
4.9 Condiciones climáticas para la pulverización 52
Viento 52
Temperatura y humedad 54
Lluvia y rocío 55
Operaciones en clima frío 56

5.0 PREGUNTAS FRECUENTES RESPECTO A FORAY, EL MEDIOAMBIENTE Y LA SEGURIDAD DE LA BTK

5.1 ¿Qué es Foray? 57
5.2 ¿Qué es la *Bacillus thuringiensis* o Bt? 57
5.3 ¿Cuántas variedades hay de Bt existen? 57
5.4 ¿Cómo funciona la Btk? 57
5.5 ¿La Btk se origina de forma natural? 58
5.6 ¿Cómo se fabrica Foray? 58
5.7 ¿Qué distingue Foray de los insecticidas químicos? 58
5.8 ¿Por qué Foray es la Btk que debe usar? 60
5.9 ¿Qué tan eficaz es Foray? 60
5.10 ¿Es Foray nocivo para los seres humanos y los animales? 61
5.11 ¿Qué efecto tendrá Foray en las personas, especialmente aquellas con inmunodeficiencia, asma o alergias? 64
5.12 ¿Foray puede dañar las plantas? 65
5.13 ¿Foray es nocivo para los animales, aves y poblaciones de insectos beneficiosos no objetivo? 65
5.14 ¿Foray es nocivo para los organismos acuáticos? 65
5.15 ¿La Btk se puede desarrollar y reproducir en el medioambiente? 66
5.16 ¿Los insectos que se desea controlar podrían desarrollar resistencia ante la Btk? 66

5.17 ¿Qué otros componentes tiene Foray además de la Btk? ¿Estos otros ingredientes son nocivos para el medioambiente? 66
5.18 ¿Cómo podemos probar que Foray no es un producto nocivo? 67
5.19 ¿Foray dañará las superficies de automóviles? 68

APÉNDICES

APÉNDICE 1: FUENTES Y RECURSOS....69
APÉNDICE 2: CONTENEDORES DEL PRODUCTO FORAY Y SUS DIMENSIONES 73
APÉNDICE 3: PLAGAS DE INSECTOS CONTROLADAS CON LA BTK DE FORAY 74
APÉNDICE 4: REFERENCIAS 76
APÉNDICE 5: PERFIL TOXICOLÓGICO DE FORAY 78
APÉNDICE 6: INFORMACIÓN DE CONTACTO DE SALUD FORESTAL DE VALENT HEALTH DE LOS BOSQUES (DES FORÊTS) 80

Siempre lea y siga las instrucciones en la etiqueta.

Sumitomo Biorational Company LLC es una empresa que cuenta con la certificación ISO 9001

Foray® 48B, Foray® XG y Foray® 76B son marcas registradas de Sumitomo Biorational Company LLC. Micronair® es una marca registrada de Micron Group. Teejet® Technologies es una marca registrada de Spraying Systems Co. Spraying Systems® es una marca registrada de Spraying Systems Co. Air Tractor® es una marca registrada de Air Tractor Co. AG-NAV® es una marca registrada de AG-NAV Inc. TracMap® es una marca registrada de Tracmap Holdings Limited. Satloc® es una marca registrada de Hemisphere GPS LLC. Syngenta® es una marca registrada de Syngenta Participations AG. Crophawk® y Onboard Systems® son marcas registradas de Onboard Systems International LLC. Thrush® es una marca registrada de Thrush Aircraft, Inc. Turf Mark® es una marca registrada de Becker-Underwood Inc. Blazon® es una marca registrada de Milliken and Company. FlowServe® es una marca registrada de Flowserve Management Company. John Crane® es una marca registrada de John Crane Inc. Transland® es una marca registrada de TCSI-Transland, Inc. Agrinautics® es una marca registrada de Agricultural Aviation Engineering Company. Kromekote® es una marca registrada de CTI Paper USA, Corp. AgDrift® es una marca registrada de Spray Drift Task Force. AgDisp™ es una marca registrada del Servicio Forestal del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos).
U.S. Seal MFG™ es una marca registrada de U.S. Seal MFG. SensiPro™ es una marca registrada de Biomarin Pharmaceutical Inc.

© Copyright 2026 por Valent Health, Libertyville, IL. Todos los derechos reservados. FH 6101SP

Introducción

Sección 1



1.1 ¿QUÉ ES FORAY Y POR QUÉ ES IMPORTANTE?

La tecnología del insecticida biorracional Foray se basa en la bacteria grampositiva en forma de vara *Bacillus thuringiensis*, subespecie *kurstaki*, cepa ABTS-351, comúnmente conocida como Bt o Btk. Las células vegetativas de la Bt contienen esporas que le permiten sobrevivir en un entorno adverso y reproducirse en un entorno favorable. Durante la formación de esporas, la bacteria también produce proteínas cristalinas únicas, denominadas delta endotoxinas. Juntas, las endotoxinas y las esporas son tóxicas para muchas larvas de lepidópteros defoliadoras de árboles.

Foray se desarrolló en respuesta a la creciente preocupación entre la comunidad científica, los legisladores y el público en las décadas de los sesenta y setenta con respecto al uso de productos químicos sintéticos en el control de plagas. Como se deriva de una bacteria ubicua que se transmite por el suelo, la Btk es "amigable" para los seres humanos, las aves, los peces y otras especies animales porque su espectro de acción se limita por completo a las orugas susceptibles.

La EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos) clasifica los ingredientes inertes de Foray, que incluyen diversos portadores, agentes de suspensión, y estabilizantes, como ingredientes inertes con riesgo toxicológico



Figura 1.2

Cómo funciona Foray



Las plagas objetivo ingieren los cristales de la proteína Btk (protoxinas) cuando se alimentan de hojas pulverizadas. En unos minutos, las plagas dejan de alimentarse debido a que los cristales se solubilizan en los intestinos e inmediatamente comienzan a dañar sus paredes.



Las esporas de la Btk germinan y pasan a través de la pared del intestino afectado, causando intoxicación sanguínea.



Las larvas se mueren en 1 a 3 días a causa de la combinación entre sepsis e inanición.

mínimo para organismos no objetivo y para el medioambiente (Lista 4), y son generalmente reconocidos como seguros (Generally Recognized as Safe, GRAS).

Esta combinación de eficacia y especificidad del objetivo es la que hace que el insecticida biorracional Foray sea tan importante para los profesionales de la salud forestal en todo el mundo. En el contexto actual de búsqueda de sostenibilidad y concientización por parte de los grupos de interés, los gerentes de programas forestales necesitan herramientas altamente eficaces que sean seguras y probadas. Así como la Btk exhibe una potente actividad insecticida específica para las plagas de orugas, Foray no presenta ninguno de los riesgos generalmente asociados con los insecticidas químicos de amplio espectro.

Varias formulaciones de Foray se encuentran disponibles para el control de insectos defoliadores forestales. Ellas son:

- **Foray 48B** 48 CLU*/gal (12,7 CLU/l)
- **Foray XG**, 48 CLU/gal (12,7 CLU/l)
- **Foray 76B**, 76 CLU/gal (20 CLU/l)

*Unidades de la oruga de la col; la medida estándar de potencia para la Btk

Cada uno de estos productos ofrece características únicas para abordar los diversos requisitos de los programas locales de control de plagas y pulverizaciones aéreas o terrestres.

1.2 ¿CÓMO FUNCIONA FORAY?

La Btk está activa solo en las etapas larvarias (oruga) de los lepidópteros y debe ser ingerida por la oruga para que sea eficaz. La activación de las proteínas tóxicas de la Btk tiene lugar en el intestino medio del insecto, donde el pH alcalino especifico de la oruga y las enzimas descomponen el cristal en toxinas activas más pequeñas. (Consulte la **Figura 1.2**)

Posteriormente, estas toxinas activadas se enlazan a la membrana celular que recubre el intestino, generando poros que causan hinchazón y lisis celular (desintegración de la pared celular). El efecto que este proceso causa en el insecto huésped es el cese completo de la alimentación (generalmente en el lapso de una hora); la lisis de las células que recubren el intestino a través de la acción de las toxinas activas; la perforación de las paredes del intestino; septicemia (intoxicación sanguínea) y en última instancia, la muerte de las larvas.

Sostenibilidad

Foray se basa en la bacteria ubicua de origen natural que se transmite por el suelo, *Bacillus thuringiensis*, subespecie *kurstaki*, cepa ABTS-351 (Btk). Si bien es muy eficaz contra diversas especies de lepidópteros, la Btk tiene poco o ningún impacto en las especies no objetivo y el medioambiente circundante.

Distintas subespecies de la Btk tienen diferentes cristales de proteína, compuestos por combinaciones de toxinas específicas. Por ejemplo, la Btk de Foray contiene al menos cuatro subtipos de toxinas en forma de cristal: CryIA(a), CryIA(b), CryIA(c) y CryIIA.

Cada toxina se alinea con un punto receptor específico en el intestino del insecto para que se produzca el enlace (y la posterior disrupción de la pared del intestino).

Para que sea susceptible al insecticida, un insecto debe tener los puntos receptores que se enlacen a las toxinas Bt específicas. Esta característica particular de "llave-cerradura" es lo que diferencia a la Bt de otros tipos de bacterias y modos de acción.

Información técnica

Sección 2



2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Los productos Foray son suspensiones acuosas a base de agua del insecticida Btk, diseñadas específicamente para pulverizaciones forestales y arborícolas. Estas formulaciones se pueden pulverizar sin diluir o, de ser necesario, diluidas en agua. Foray se dispersa fácilmente en el agua para formar un pulverizado fluido, adecuado para pulverizaciones convencionales o aéreas de bajo volumen. Las formulaciones de Foray no contienen formaldehído, benceno, xileno ni otros solventes de riesgo toxicológico. Los organismos reguladores gubernamentales de todo el mundo no han manifestado ninguna preocupación de naturaleza toxicológica sobre Foray. Estos productos no están clasificados como sustancias peligrosas y no están regulados por las normas sobre sustancias peligrosas del DOT (Departamento de Transporte de los Estados Unidos) (CFR (Código de Reglamento Federal) n.º 49 100-199).

Cuando se aplican sin diluir, o cuando se mezclan con agua en un tanque, las suspensiones de Foray son ligeramente ácidas, pero no corroen los conectores metálicos que normalmente se encuentran en los equipos de mezcla y pulverización de pesticidas.

Foray es levemente ácido, a fin de asegurar la pureza microbiana, la estabilidad de almacenamiento del producto y optimizar su eficacia. Las diferentes formulaciones de Foray presentan las siguientes características:

Propiedades físicas de Foray 48B, Foray XG

***Apariencia**: liquide brun pâle*
***Potencia**: 10 600 UI/mg o 48 CLU[1]/gal (12,7 CLU/l)*
***Gravedad específica**: 1,14 +/- 0,05 g/ml*
***Peso**: 9,51 +/- 0,42 lb/gal (1,14 +/- 0,05 kg/l)*
***pH**: 4,7 +/- 1,5*
***Dispersibilidad**: se dispersa fácilmente en el agua*
***Viscosidad**: a 25 °C - 250-550 cP[2]*

Propiedades físicas de Foray 76B

***Apariencia**: líquido de color marrón claro*
***Potencia**: 16 700 UI/mg o 76 CLU[1]/gal (20 CLU[1]/l)*
***Gravedad específica**: 1,14 +/- 0,05*
***Peso:** 9,51 +/- 0,42 lb/gal (1,14 +/- 0,05 kg/l)*
pH: 4,7 +/- 1,5
***Dispersibilidad**: se dispersa fácilmente en el agua*
***Viscosidad**: a 25 °C - 400-550 cP[2]*

[1] CLU = Unidades de la oruga de la col

[2] cP : centipoise

2.2 DECLARACIONES DE COMPATIBILIDAD

Foray es un producto completamente formulado que contiene suficientes surfactantes incorporados que aseguran la humectación y adhesión a la vegetación del bosque.

ⓘ **CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN**: nunca agregue el adherente de pulverizador a Foray sin diluir.

Como regla general, Valent BioSciences no recomienda el uso de adherentes, excepto cuando se realizan pulverizaciones altamente diluidas con fines de arboricultura. Si incorpora un antievaporante o un adherente, verifique con el fabricante la compatibilidad de esos productos con Foray.

Nunca mezcle Foray sin diluir con melaza ni ningún agente espesante y/o retardante de evaporación, ya que podría resultar una mezcla para pulverizador excesivamente viscosa.

No mezcle Foray con otros insecticidas, acaricidas, fungicidas, aceites pulverizadores, nutrientes foliares o herbicidas dentro de tanques, a menos que se haya evaluado minuciosamente la compatibilidad física y la seguridad de la mezcla en el tanque para las plantas con los métodos estándar.

2.3 MANIPULACIÓN DE FORAY ACUOSO SIN DILUIR Y DILUIDO

Pulverizaciones sin diluir

Foray está formulado para ser aplicado como un pulverizador de ULV (ultra bajo volumen) sin diluir, pero se puede mezclar con agua para pulverizaciones de mayor volumen. Las pulverizaciones sin diluir aumentan la eficiencia de carga útil, reducen los costos de pulverización y ayudan a asegurar que cada gota contenga una dosis tóxica de la Btk. La única precaución recomendada al manipular Foray sin diluir es lavar minuciosamente todos los tanques, bombas, mangueras, medidores y sistemas aéreos con agua limpia, y después drenarlos por completo antes de agregar Foray sin diluir. Siempre limpie los filtros en línea y revise si hay orificios o brechas. Utilice filtros de entre 20 y 30 mesh. Se recomienda usar un filtro de 30 mesh o ranurado. En cuanto a los filtros para boquilla, siga las recomendaciones del fabricante del equipo. Consulte la sección 4 para conocer una descripción detallada sobre filtros tipo malla y boquillas del sistema de pulverización.

Foray está específicamente formulado con la cantidad óptima de agentes de suspensión para proporcionar una sedimentación mínima de sólidos durante el almacenamiento y el transporte. Sin embargo, se recomienda la recirculación cuidadosa del producto inmediatamente antes de su uso.

ⓘ **CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN**: durante las operaciones de pulverización y transporte, no se debe mantener una agitación continua de Foray con flujo de derivación, ya que esto puede incorporar aire a la formulación y por consiguiente "remover" y espesar la formulación, lo que afecta la manipulación y las velocidades de flujo.

Pulverizaciones diluidas

Foray es completamente miscible con el agua, y se puede mezclar en cualquier proporción con agua para obtener los volúmenes de pulverización deseados. La secuencia de mezcla



Fotografía cortesía de ENVIRO FOTO/SOPFIM

preferida es agregar Foray al agua; no obstante, también se puede mezclar de manera inversa. Todo el equipo de mezcla y transferencia debe estar limpio antes de mezclar Foray. Siempre limpie los filtros en línea y revise si hay orificios o brechas. Los tambores se deben revolver, agitar o rodar antes de distribuir el contenido. El agua que se usa para mezclar debe estar limpia y filtrada para eliminar cualquier material grueso en suspensión. El nivel de dureza del agua no debe superar las 340 ppm, y el pH de la mezcla final debe ser menor a 7,0.

Utilice filtros de entre 20 y 50 mesh. Se recomienda usar un filtro de 30 mesh o ranurado. En cuanto a los filtros para boquilla, siga las recomendaciones del fabricante.

Proceso de mezcla

1. Llene el tanque de mezcla o la tolva de la aeronave con el volumen necesario de agua. Inicie la agitación mecánica o hidráulica.
2. Si va a utilizar un adherente, agréguelo al agua.
3. Agregue gradualmente Foray al agua en agitación.
4. Enjuague los contenedores vacíos y los tanques de almacenamiento que contenían Foray y use esta agua de enjuague para cualquier mezcla posterior.

Se recomienda que las mezclas en tanque de Foray se usen inmediatamente. Sin embargo, en caso de retrasos en la pulverización, las mezclas de Foray en tanque permanecen estables durante 72 horas, dependiendo de las temperaturas de almacenamiento y la calidad del agua. **Siempre recircule las mezclas del tanque antes de cargar la aeronave.**

Carga de aeronaves

En climas fríos, especialmente con la primera carga diaria de pulverizador, se debe recircular todo el producto en las bombas y mangueras (incluidas las mangueras de carga) a través del tanque de almacenamiento. Esto garantizará que todas las bombas, medidores, válvulas y filtros funcionen correctamente. Además, el producto en la primera carga tendrá la temperatura y viscosidad consistentes con las operaciones normales.



Desempeño

Las pulverizaciones de Foray sin diluir son generalmente superiores debido a una mayor eficiencia de la carga útil, la reducción de los costos de pulverización y la tasa de dosis óptima.

2.4 LIMPIEZA DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA, MEZCLA Y PULVERIZACIÓN

Durante el proceso de pulverización, se recomienda enjuagar periódicamente todos los residuos de Foray que se puedan encontrar en los atomizadores o la aeronave.

Al finalizar el programa de pulverización, se debe limpiar el equipo de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

• Quite los filtros tipo malla en línea, los filtros tipo malla de las boquillas y las boquillas, y límpielos en una solución de detergente y agua. En caso de que estén equipadas, las VRU

(unidades de reducción variable) de Micronair® se deben ajustar en el n.º 13, o colocar en posición “completamente abiertas”.

• Por lo general, para limpiar los residuos de Foray del sistema, basta con llenar el tanque que contiene la mezcla o la tolva de la aeronave con agua limpia, seguido de la agitación y pulverización. De manera opcional, se puede usar una solución de detergente, seguida de un enjuague con agua limpia.



Desempeño

Siempre recircule las mezclas del tanque antes de cargar la aeronave.

En climas fríos, especialmente con la primera carga diaria de pulverizador, se debe recircular todo el producto en las bombas y mangueras (incluidas las mangueras de carga) a través del tanque de almacenamiento.

2.5 SELLOS DE BOMBAS

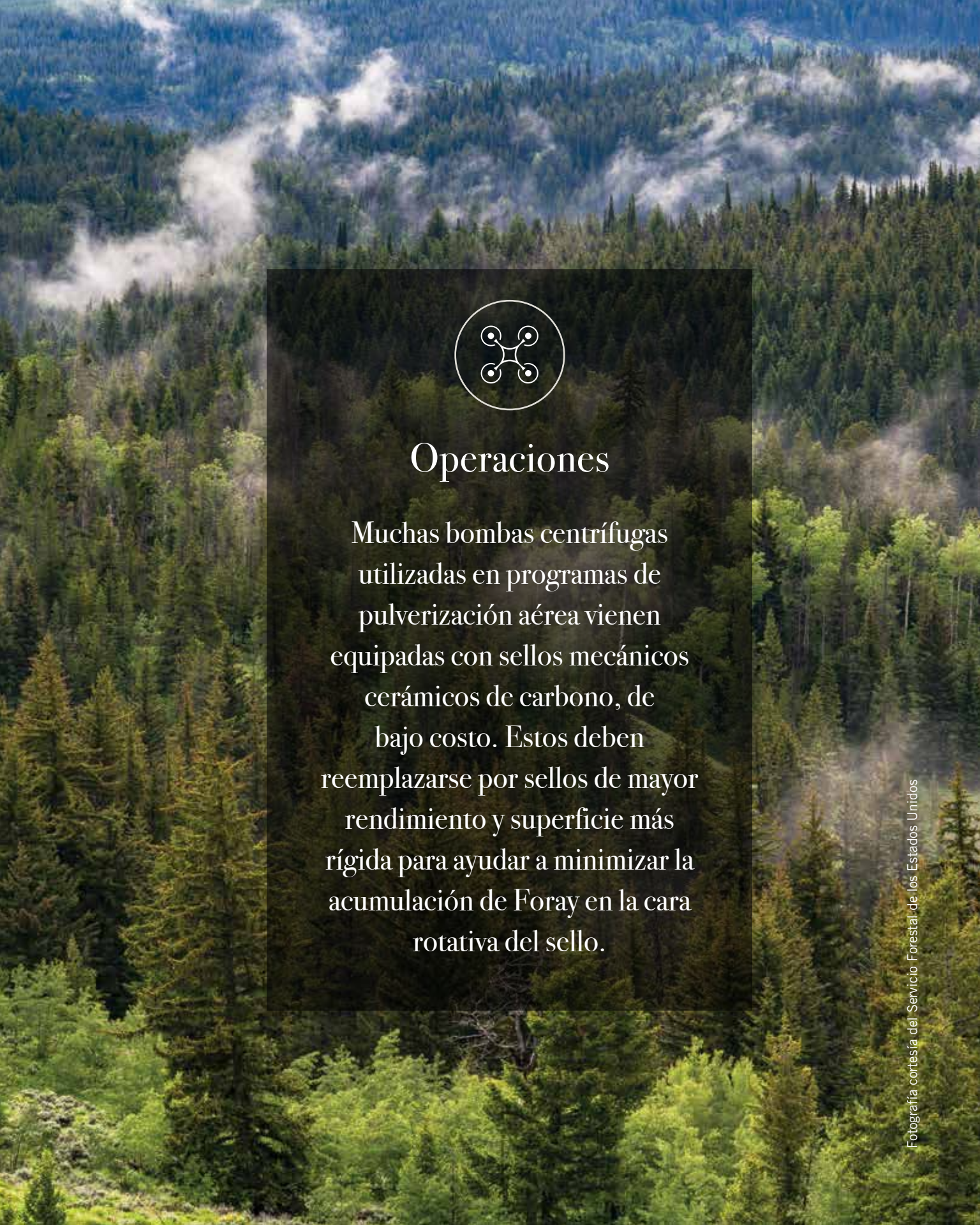
Muchas bombas centrífugas utilizadas en programas de pulverización aérea están provistas de sellos mecánicos cerámicos de carbono de bajo costo. Algunas bombas de pulverización y las bombas de transferencia y carga de pesticidas de la aeronave provistas con estos sellos pueden tener una tendencia a presentar fugas al usar Foray. Debido a que Foray está compuesto por partículas suspendidas en un medio líquido, al igual que cualquier material con dichas características, es posible que se produzca acumulación en las caras giratorias de los sellos. **Los sellos de carbono de bajo costo se deben reemplazar con sellos** de caras más sólidas para ayudar a minimizar la acumulación mencionada anteriormente. Esto no ocurre con todas las bombas centrífugas; pero si sucede, el problema se puede solucionar sustituyéndolos por sellos de carburo de tungsteno o de silicio.

Cuando se produce acumulación, nuestra experiencia señala que las partículas en suspensión pueden aglomerarse y “formar una especie de bola” entre las caras rotativas y estacionarias del sello, lo que provocará goteo del sello. Con el tiempo, este goteo puede aumentar hasta convertirse en una fuga notable. Tenga en cuenta que Foray no dañará ni desgastará las caras del sello; simplemente desmonte y retire el conjunto del sello, enjuáguelo, límpielo con un paño seco, inspecciónelo y vuelva a instalarlo.

Algunas bombas gotearán desde el primer uso, mientras que otras no presentarán ninguna fuga. Sólo tenga en cuenta que las bombas de carga compradas como bombas de agua de menor precio, disponibles en los centros de descuento y en las grandes tiendas, pueden no estar bien mecanizadas, y los sellos pueden ser de menor calidad que las bombas compradas a un proveedor especializado.

Muchos sistemas de pulverización de aeronaves son fabricados y/o distribuidos por una variedad de fabricantes especializados. Consulte con el fabricante de su fuselaje o con cualquiera de los fabricantes que se informan aquí para conseguir componentes de repuesto:

Agrinautics® (www.agrinautics.com), Isolair (www.isolairinc.com), Simplex Aerospace (https://www.dartaerospace.com/en/) y/o Transland® (www.translandllc.com).



Operaciones

Muchas bombas centrífugas utilizadas en programas de pulverización aérea vienen equipadas con sellos mecánicos cerámicos de carbono, de bajo costo. Estos deben reemplazarse por sellos de mayor rendimiento y superficie más rígida para ayudar a minimizar la acumulación de Foray en la cara rotativa del sello.

Fotografía cortesía del Servicio Forestal de los Estados Unidos

También existen varios fabricantes y numerosos distribuidores de equipos originales y/o sellos de reemplazo (los fabricantes de sellos mecánicos de bombas se incluyen en la sección de referencias), y asesoramiento técnico. Estos fabricantes suelen contar con distribución internacional.

Si desea realizar un pedido de sellos nuevos o de reemplazo, es necesario que lo haga con suficiente antelación al programa operativo, debido a que, por lo general, los sellos de caras más sólidas de carburo de tungsteno o de silicio no son un artículo de inventario.

AL REEMPLAZAR LOS SELLOS DE BOMBAS:

1. **SIEMPRE** consulte las indicaciones del fabricante para reemplazar el sello mecánico del eje.
2. **NO** opere la bomba en seco.
3. **SIEMPRE** cebe la bomba antes de empezar
4. En el caso de los modelos autoaspirante, llene **SIEMPRE** la carcasa de la bomba antes de usarla.

2.6 ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN

No almacene Foray a la luz directa del sol donde la temperatura del producto supere los 90 °F (32 °C) durante periodos prolongados. Las temperaturas elevadas son más perjudiciales para el producto que las temperaturas de congelación. La formulación de Foray se congelará parcialmente si se expone a temperaturas de congelación, pero esto no reducirá la eficacia ni las características de manipulación si se utiliza antes de la fecha de caducidad. Asegúrese siempre de que el producto esté bien mezclado antes de la pulverización.

Desempeño

Dentro de los rangos normales de temperatura de almacenamiento de 32 °F a 90 °F (0 °C a 32 °C), no habrá efectos adversos en las formulaciones de Foray.

Consulte a su representante local de Valent BioSciences para obtener más información sobre la situación específica de almacenamiento de su producto.

Dentro de los rangos normales de temperatura de almacenamiento de 32 °F a 90 °F (0 °C a 32 °C), no habrá efectos adversos en la formulación si se utiliza antes de la fecha de caducidad. Asegúrese de agitar el producto antes de usarlo luego de la exposición a bajas temperaturas.

Vuelva a cerrar todos los contenedores sin usar. Foray es un pesticida categoría III según la EPA; para obtener información sobre su manipulación y almacenamiento, consulte las precauciones en la etiqueta de Foray.

Siga las regulaciones locales con respecto al reciclaje y/o eliminación de los contenedores.

Manipulación, mezcla y carga

Sección 3



3.1 PRINCIPIOS BÁSICOS

Todas las formulaciones acuosas de la Btk son suspensiones, no soluciones. Están compuestas por agua con esporas y cristales de la Btk, sólidos de fermentación, adyuvantes, estabilizantes y otros ingredientes inertes menores. Por lo tanto, se pueden establecer algunos principios básicos para la manipulación de estas sustancias líquidas, con el fin de evitar problemas en la calibración y la pulverización.

Viscosidad variable

En algunas situaciones excepcionales, la temperatura puede afectar la viscosidad del material.

Los cambios típicos de temperatura durante el día no serán perceptibles en los caudales en el sistema de pulverización. Sin embargo, los amplios rangos de temperatura que se podrían registrar entre el inicio y el final de un proyecto, generalmente observados en elevaciones mayores, podrían requerir el uso de diversas constantes de calibración en los medidores de flujo. Tenga esto en cuenta y, si es necesario, consulte con el personal de Valent Health sobre esta situación excepcional.

Suspensiones

Los sólidos suspendidos son partículas pequeñas; los filtros de malla más fina que 30 (de 50 a 100) mesh pueden recoger estas partículas y finalmente, se podrían obstruir.

ⓘ **CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN**: NO UTILICE FILTROS DE MALLA MÁS FINA DE 30 MESH, ESPECIALMENTE CON PULVERIZACIONES SIN DILUIR.

Acción detergente

Las formulaciones de Foray actúan como detergentes suaves y pueden desprender acumulaciones secas de material extraño de pulverizaciones previas en las paredes de tanques de pulverización, tolvas de aeronaves, líneas, bombas, brazos y boquillas. Revise cuidadosamente todos los filtros en sus sistemas de carga y pulverización después de las primeras cargas; es aquí donde y cuando se encontrarán tales residuos.



Operaciones

En caso de que se presenten fallos en la bomba, tenga siempre bombas de reserva disponibles.

Adherentes

Las formulaciones acuosas de Foray contienen aditivos para mejorar la adherencia. Por esa razón, se debe realizar un enjuague habitual, especialmente de las partes del sistema expuestas al aire donde se puede secar, antes de que Foray se seque por completo en los atomizadores y las superficies de las aeronaves.

Aireación

Todo líquido viscoso y pesado puede atrapar aire y retenerlo durante cierto tiempo. Al recircular o transferir estos productos, es importante evitar el atrapamiento del aire. Sumergir la entrada y salida de las mangueras/tubos durante la recirculación de estos productos ayudará a evitar la aireación excesiva y que se forme un producto con una consistencia similar a una malteada. Si surge esta situación, el piloto notará primero un aumento de la presión y una alteración del caudal, especialmente cuando observe que se va a terminar la carga. Esto alterará su caudal y, en última instancia, la velocidad de pulverización.



Operaciones

Al principio de la temporada, se debe verificar la calibración de las bombas de transferencia bombeando material en un contenedor previamente calibrado y comparando las lecturas del medidor de flujo de la bomba con el volumen real transferido.

Fotografía cortesía del Servicio Forestal de los Estados Unidos

3.2 EQUIPO

Bombas

Se recomiendan las bombas de carga con una entrada de succión de 3" (7,5 cm). Estas deben ser lo suficientemente potentes para transferir mínimo 100 gal/min (400 l/min). Si se usan bombas centrífugas de 2" (5 cm) con camiones cisterna de carga a granel, es mejor utilizar una manguera de succión de 3" entre el camión cisterna y la bomba, y luego reducir de 3" a 2" en la bomba. En caso de que se presenten fallas en la bomba, tenga siempre bombas de reserva disponibles.

Mangueras

Siempre que sea posible, se deben usar mangueras de diámetros máximos, a fin de mejorar el flujo del producto entre tanques, o entre un tanque y la aeronave. Las mangueras de succión de menos de 2" (5 cm) de diámetro y las mangueras de carga de menos de 1" (2,5 cm) de diámetro, serán ineficientes y no deben usarse. Las mangueras deben estar en buenas condiciones, y las mangueras de succión deben ser herméticas, y sin orificios ni fugas. Todos los conectores del lado de la succión deben ser herméticos. Utilice las mangueras de succión más cortas posibles.

Con las bombas centrífugas es mucho más eficiente extender la longitud de la manguera necesaria en el lado de la presión (salida) de la bomba que en el lado de la succión (entrada) de la misma.

Filtros tipo malla/filtros en sistemas de transferencia/carga

Los filtros tipo malla y los filtros en los sistemas de transferencia y carga están diseñados para prevenir daños en bombas y medidores, y evitar que partículas más grandes ingresen al sistema de pulverización de la aeronave. Para lograr este fin, utilice filtros tipo malla de 20 a 30 mesh. El filtro tipo malla de 20 mesh permitirá mejorar los caudales y no se obstruirá con facilidad. Si no se utilizan filtros tipo malla en línea en el sistema de la aeronave, entonces se deben usar filtros tipo malla de 30 mesh en el sistema de carga. Consulte la sección 4.2 para conocer una descripción detallada de los filtros tipo malla del sistema de pulverización.

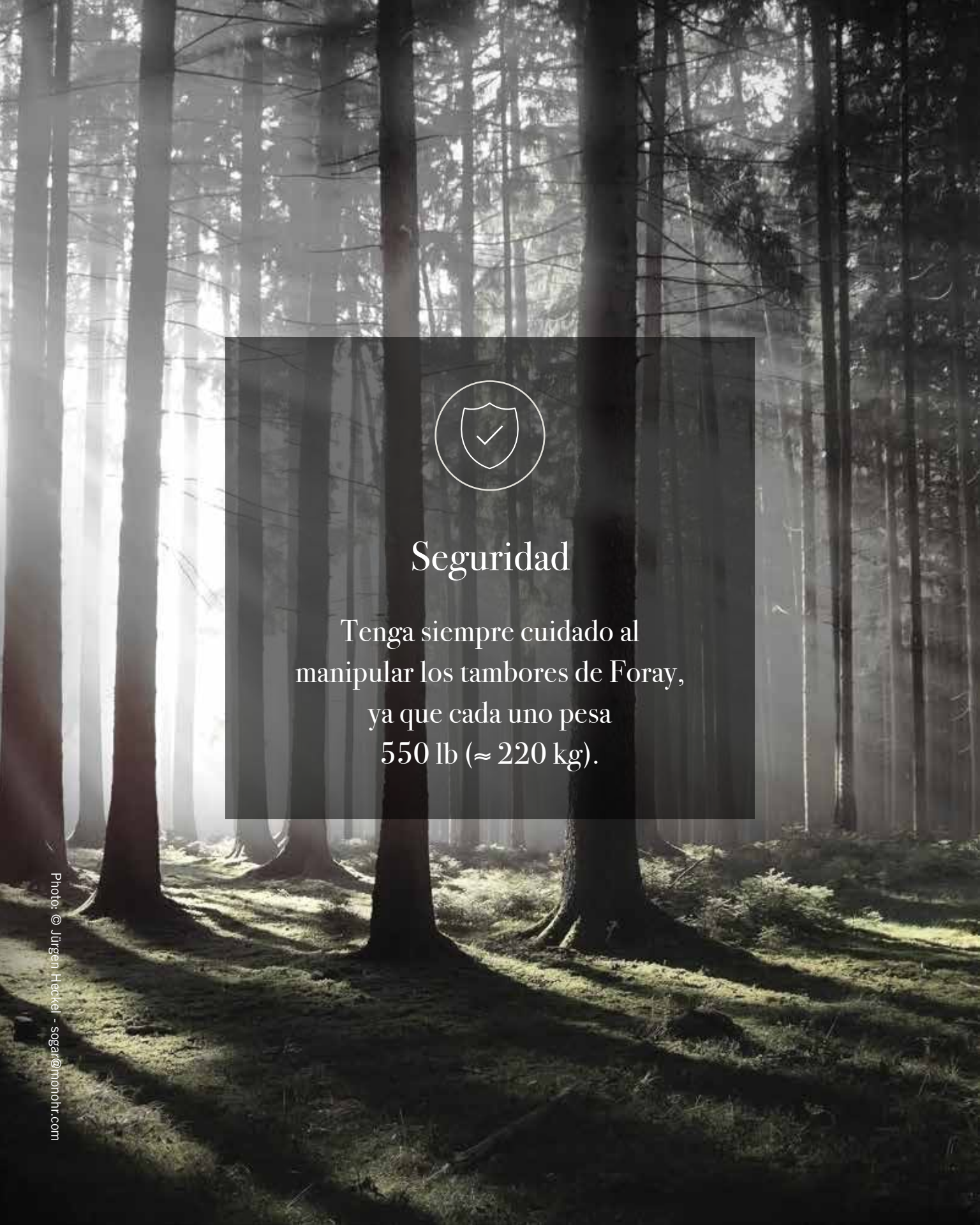
Medidores de flujo

Los medidores se usan para determinar el volumen líquido del producto manipulado. La precisión del medidor variará con el paso del líquido que fluye por las aspas del medidor y la cantidad de aire atrapado en el producto.

Los medidores se deben calibrar según (1) el producto que es bombeado y (2) el sistema usado. En caso de que los medidores se calibren solamente con agua, las formulaciones acuosas de Foray generan lecturas del medidor que suelen ser un 5 % y 7 % menos que la cantidad real del producto sin airear entregado.

Por ejemplo, un medidor calibrado con agua que indique 100 gal (o 378,5 l) realmente habrá suministrado solo entre 93 y 95 gal (o 352 l y 359,6 l) de Foray. No es posible proporcionar ningún factor de conversión estándar debido a variables como la viscosidad del producto a medida que pasa por el medidor y el alcance de la aireación. No obstante, si permite un diferencial de flujo de entre el 5 % y el 7 %, su aeronave estará muy cerca de aplicar el flujo deseado.

Al principio de la temporada, se debe verificar la calibración de las bombas de transferencia bombeando material en un contenedor previamente calibrado, como la tolva de una aeronave, y comparando las lecturas del medidor de flujo de la bomba con el volumen real transferido. Algunas



Seguridad

Tenga siempre cuidado al manipular los tambores de Foray, ya que cada uno pesa 550 lb (≈ 220 kg).

Photo: © Jürgen Hackel - sogar@monohr.com

jurisdicciones exigen que una entidad externa certifique la precisión de los medidores de flujo, y los inspeccione y verifique regularmente.

Los sistemas actuales de navegación del Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (Differential Global Positioning System, DGPS) de las aeronaves integran los caudales, la velocidad de vuelo, el ancho de pasada y el área tratada para garantizar un flujo y tasas de pulverización precisos en toda el área de tratamiento. El piloto puede "modificar" las entradas de control en la primera y segunda carga para mejorar la precisión de la pulverización.

Incluso si el equipo fue calibrado adecuadamente, el piloto y el personal en tierra deben verificar constantemente el volumen bombeado a la aeronave de acuerdo con el tamaño de las áreas tratadas para ayudar a garantizar la precisión.

3.3 GESTIÓN Y ELIMINACIÓN DE DERRAMES

Gestión de derrames de formulaciones acuosas de Foray

Siempre asegúrese de cumplir con las regulaciones federales, estatales/provinciales y locales después de la eliminación. Las formulaciones de Foray son pesticidas de categoría III, no están clasificadas como sustancias peligrosas ni están reguladas por las normas sobre sustancias peligrosas del DOT (CFR n.º 49 100-199).

Foray se degrada en el medioambiente de forma natural y no se acumula en el suelo. La formulación no contiene componentes a base de petróleo. Por ello, los derrames en las superficies del suelo se pueden manejar de la siguiente manera:

Riegue el área con abundante agua para dispersarlo en la tierra y/o la hierba. El efecto de dilución facilitará la biodegradación de la Btk.

Cubra el derrame con una capa de tierra para una mejor degradación. (Esta sería la opción más factible en zonas forestales apartadas).

Si ocurre un derrame en una superficie impermeable como el concreto o el asfalto, enjuague el área con agua limpia en caso de que el escurrimiento pueda dirigirse a una superficie de tierra/hierba.

Utilice un material absorbente como arena para gatos, arena limpia o absorbentes comercialmente disponibles (por ejemplo, SorbAll) para absorber los derrames. El material contaminado se puede esparcir en toda la superficie del suelo o puede ser llevado a un vertedero autorizado. A pesar de que la Btk no ha demostrado tener efectos adversos en organismos acuáticos, no vierta los derrames directamente en arroyos, lagos o ríos.

ⓘ Foray se encuentra registrado en la Red de Notificación de Derrames de CHEMTREC (800) 424-9300.

La mayoría de los derrames se producen en la zona de carga de la aeronave y cerca de ahí, por lo que el derrame es accesible y su limpieza requiere un procedimiento sencillo.

En los mapas de tratamiento se deben identificar uno o más lugares de descarga de emergencia y discutirlos con el piloto antes del programa. En caso de que se presente una emergencia en vuelo y si es seguro hacerlo, el piloto puede dirigirse a la(s) área(s) designada(s) para deshacerse del resto de la carga. Estos lugares no deben estar ubicados cerca de ningún cuerpo de agua.

3.4 ELIMINACIÓN DE SUSTANCIAS DE ENJUAGUE

Foray se debe eliminar de acuerdo con las regulaciones federales, estatales/provinciales y



Seguridad

Al descargar el producto, la tapa de la apertura del contenedor de carga a minigranel siempre debe mantenerse abierta o retirada, para facilitar el flujo y evitar el colapso del contenedor.

locales. Para conocer más sobre los procedimientos de eliminación del producto y el contenedor, consulte las indicaciones de la etiqueta.

La mejor manera de eliminar las sustancias de enjuague es agregándolas a la mezcla de pulverización durante la operación y aplicando el material al área objetivo. La sustancia de enjuague se puede agregar a los materiales sin diluir, siempre y cuando no constituya en ningún momento más del 5 % del volumen total; esto no afectará la tasa de calibración. Algunos gerentes del programa prefieren esperar hasta que se complete el programa y luego indicar al piloto que aplique la sustancia de enjuague en el área de tratamiento. Abra todos los reductores de boquillas y/o descubra los brazos para aplicar la sustancia de enjuague. De manera alternativa, la sustancia de enjuague puede desecharse sobre los sitios de descarga de emergencia previamente aprobados.

3.5 TAMAÑOS DE CONTENEDORES DEL PRODUCTO FORAY Y PROCEDIMIENTOS DE MANIPULACIÓN

En América del Norte, las formulaciones de Foray se encuentran disponibles en tambores de polietileno de 55 gal, en contenedores de carga a minigranel de 265 gal (1000 l) y en cantidades a granel de 4000 a 5000 gal (16 000 - 18 000 l) transportadas en camiones cisterna.

En el resto del mundo, Foray se encuentra disponible en diversos

Desempeño

El contenido del contenedor debe recircularse antes de su uso



formatos de envases, incluidos tambores de polietileno de 200 l y contenedores de carga a minigranel de 1000 l. En algunos países podrían estar disponibles tamaños de envase más pequeños, dependiendo de las necesidades locales. Cada tipo de embalaje puede requerir procedimientos de manipulación algo diferentes; consulte con el personal de Valent BioSciences sobre las necesidades específicas de su programa.

Manipulación de tambores

(CONSULTE EL APÉNDICE 2 para ver la fotografía y las dimensiones del tambor).

Entrega: por lo general, los tambores son entregados sobre palés (4 tambores por palé) por un camión. En caso de no disponer de un montacargas, los tambores se pueden rodar hacia fuera por la puerta trasera del camión, sobre dos o tres neumáticos viejos (sin rines) apilados para que no impacten el suelo. Tenga cuidado al manipular los tambores de esta manera y asegúrese de que nadie se ubique directamente detrás de los neumáticos apilados; cada tambor de Foray pesa 550 lb (≈ 220 kg).

Almacenamiento: almacene los tambores en posición vertical en un lugar seco. Las temperaturas de almacenamiento deben estar entre los 32 °F y 90 °F (0 °C y 32 °C). Manténgalos fuera de la luz solar directa a altas temperaturas. Durante el transporte y el almacenamiento, se formará algo de sedimentación normal de la formulación. Para volver a suspender el contenido, ruede o agite los tambores antes de distribuirlo.

Descarga: los tambores podrían estar configurados con dos aberturas roscadas de 2" NPT (roscado americano cónico para tubos) (América del Norte) o una combinación de una abertura roscada de 2" NPT y una abertura de roscado métrico de 5 cm (en el resto del mundo). El producto se puede distribuir ya sea vertiéndolo o usando una bomba de transferencia con una capacidad de flujo mínima de 100 gal/min (400 l/min); por ejemplo, un motor a gasolina de 5 hp, una bomba centrífuga con un tubo vertical de al menos 42" (110 cm) de longitud y no más de 2" (5 cm) de diámetro, y una manguera no plegable. Todas las bombas y líneas de transferencia se deben lavar con abundante agua limpia antes de usarlas.

Seguridad

Los controles de la válvula externa siempre deben asegurarse durante los períodos de inactividad para restringir las operaciones no autorizadas.

El Foray diluido y sin diluir que quede en las líneas y las bombas no causará daños ni obstrucciones.

ⓘ **CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN**: en caso de que no se disponga de un medidor y se requiera la cantidad parcial de un tambor, puede usar un instrumento de medición para determinar el volumen.

La altura a la que llega el líquido en un tambor estándar que contiene 55 gal es aproximadamente 33". Por lo tanto, 1" en el instrumento de medición equivale a aproximadamente 1,67 gal y 1 cm equivale aproximadamente a 2,5 l. Puede comprobarlo midiendo el nivel de Foray en un tambor lleno.

Los contenedores de carga a minigranel de 265 gal/1000 l incluyen un calibre de medición al lado de la estructura externa. En caso de que el contenedor esté parcialmente vacío, se puede usar este instrumento para estimar el volumen de material restante dentro del contenedor.

Se requiere un medidor de flujo adecuadamente calibrado para realizar mediciones más precisas.

Manipulación en minigranel

(CONSULTE EL APÉNDICE 2 para ver la fotografía y las dimensiones).

Entrega: cuando están llenos, los contenedores de carga a minigranel pesan cerca de 2650 lb (≈ 1050 kg), y para manipularlos se requiere un montacargas. Cuando están vacíos, los contenedores pesan 175 lb (80 kg) y se pueden manipular manualmente.

Almacenamiento: los contenedores de carga a minigranel se montan sobre un palé de 4 entradas y no deben apilarse más de dos cajas verticalmente.

Almacénelos en un lugar seco, preferiblemente cerrado, con acceso para montacargas. El contenido del contenedor siempre debe recircularse antes de su uso.

Descarga: una salida macho de roscado métrico de 5 cm está provista de una válvula y situada en la base del contenedor. Cada contenedor también viene con un adaptador macho métrico de 5 cm a hembra NPT de 2". La parte superior del contenedor tiene una abertura grande de 8" (20 cm) provista de una tapa roscada por la cual se puede insertar un tubo vertical de 42" (110 cm).

Antes de usarlo, el contenido se debe recircular una vez, bombeando el producto de la válvula de salida de regreso a la abertura superior. El extremo de la manguera debe estar sumergido por debajo de la superficie del producto.

Una vez haya finalizado la operación de descarga, reemplace la tapa para evitar la contaminación suspendida en el aire a causa del polvo, los residuos, la lluvia u otro tipo de humedad. Si todo el minigranel será bombeado dentro de una aeronave o un tanque de almacenamiento de mayor tamaño, no se requiere recirculación antes del bombeo.

Manipulación en granel (camión cisterna)

(CONSULTE EL APÉNDICE 2 para ver la fotografía y las dimensiones).

Seguridad

Siempre compruebe la integridad de los sellos a la llegada del camión cisterna.

Entrega: los envíos a granel se realizan en camiones cisterna estándar a granel o en camiones cisterna ISO en América del Norte. Pueden descargarse en las instalaciones a granel del cliente o entregar de manera inmediata/puntual para su uso directo por parte del cliente; el cliente debe tener una bomba de gran capacidad para descargar el camión cisterna.

Tenga en cuenta que todas las entradas, salidas y conductos de ventilación con tapas desmontables del camión cisterna están sellados con un precinto numerado a prueba de manipulaciones. Puede haber una docena o más, dependiendo de la configuración del tanque. Estos sellos se instalan para verificar que el producto no haya sido manipulado de manera accidental o intencional. Los números se registran e incluyen con los documentos de embarque como una Cadena de Custodia.

Almacenamiento: si se descarga todo el contenido del camión cisterna en las instalaciones del cliente, no es necesario recircularlo. Los camiones cisterna estándar están equipados con conectores macho de salida con leva de fijación de 3" (7,5 cm); es posible que el cliente necesite ensamblar un adaptador de 3"/2" (7,5 cm/5 cm) para conectarlo fácilmente al conector macho con leva de fijación de 3".

El producto debe recircularse al menos una vez antes de su uso, en caso de que haya estado en reposo durante dos o más días. Durante la recirculación, la manguera de retorno siempre debe estar sumergida bajo la superficie del producto para evitar el atrapamiento del aire y la formación de espuma en el producto.

Descarga: el equipo recomendado para la descarga y/o recirculación de los camiones cisterna de carga a granel incluye:

- una manguera de succión no plegable de 3" (7,5 cm)
- una bomba de transferencia capaz de bombear 250 gal/min (1000 l/min)
- mangueras de carga de 1" o 2" (5 cm) con longitud suficiente para llegar al pozo de inspección superior y/o una o más aeronaves para una descarga directa.

La mayoría de los camiones cisterna de carga a granel están equipados con dos válvulas de control (interna y externa) para evitar descargas accidentales. Ambas válvulas deben estar abiertas para permitir la descarga del contenido. Los controles de la válvula externa siempre deben asegurarse durante los períodos de inactividad para restringir las operaciones no autorizadas.

ⓘ **CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN**: si se usan bombas de succión de 2" con camiones cisterna de carga a granel, es mejor utilizar una manguera de succión de 3" entre el camión cisterna y la bomba, y reducir de 3" a 2" en la bomba. Una manguera de carga más pequeña proporciona un caudal más lento.

Desempeño

Pequeñas cantidades de agua (hasta 5 % por volumen) en Foray sin diluir no afectarán de manera adversa la manipulación o eficacia del producto.

El contenido del camión cisterna se debe recircular por completo una vez antes de la descarga o uso parcial. Esto se puede realizar bombeando el producto desde la válvula de salida a través del pozo de inspección abierto. El extremo de la manguera en el pozo de inspección debe estar sumergido por debajo de la superficie del producto. Se deben tomar precauciones para evitar que el extremo de la manguera salga de dicho pozo y cause derrames o lesiones; generalmente, la manguera está atada al pozo de inspección y un miembro del personal en tierra permanece al lado del mismo por razones de seguridad.

Cuando se bombea, la tapa del pozo de inspección siempre debe estar abierta para evitar el colapso de las paredes del camión cisterna. La tapa se debe ventilar antes de abrir el camión cisterna para liberar cualquier presión que se haya acumulado. En caso de que el camión cisterna no se haya vaciado por completo, asegúrese de cerrar la tapa, a fin de evitar que la lluvia o los residuos contaminen el contenido.

Si el camión cisterna está haciendo una entrega puntual para usarlo como almacenamiento en el sitio, debe estar ubicado sobre terreno firme con los remolques de soporte frontales sobre plataformas o tablones sólidos (de 4" a 6" de espesor). A su llegada, asegúrese de que los remolques se puedan subir y bajar fácilmente para que la parte delantera del camión cisterna pueda manipularse a medida que estén cerca de quedar vacíos. El terreno debe ser firme y nivelado (o levemente inclinado hacia la salida) y las ruedas del remolque se deben bloquear con cuñas. Si el camión cisterna descarga desde la parte trasera, esta debe ser más baja que la parte frontal. Si el camión descarga desde el centro, este debe estar nivelado. Ya sea que descargue de un camión cisterna a otro, o a un tanque de almacenamiento, el camión cisterna o tanque se debe lavar y limpiar con agua limpia y drenar completamente antes de transferir el producto a un recipiente vacío.

Cuando el contenedor esté casi vacío (menos de 200 l), enjuague los lados del contenedor con pequeñas cantidades de agua. Esto asegurará que todo el producto entregado sea eliminado, ya que el agua reducirá la viscosidad del contenido restante, el cual fluirá rápidamente desde el camión cisterna.

Asegúrese de que el camión cisterna esté completamente vacío, incluyendo el agua de enjuague que se utilizó para limpiarlo. Levante los “remolques” delanteros hasta su máxima extensión para drenar el tanque. Los transportistas regresan todos los camiones cisterna a una estación de limpieza para que sean sometidos a una descontaminación por lavado con ácido antes de volver a ponerlos en servicio. El transportista cobrará al cliente una tarifa por la eliminación de cualquier sustancia líquida que quede en el tanque y que deba ser eliminada, incluyendo el agua de enjuague.

3.6 PROTOCOLO DE RECIRCULACIÓN PARA LAS FORMULACIONES DE FORAY

Las formulaciones sin diluir de Foray son suspensiones estables. No es necesario recircular de manera periódica el contenido durante el almacenamiento, excepto antes de su uso.

Operaciones de aeronave con productos Foray

Sección 4



Fotografía cortesía de ENVIRO FOTO/SOPFIM

4.1 CALIBRACIÓN DE LA AERONAVE

La adecuada calibración y atomización por pulverización son fundamentales para alcanzar una eficacia óptima de Foray. Existen diversos métodos para calibrar caudales, cada uno de ellos basado en el tipo de equipo instalado en la aeronave. En todos los casos, se deben realizar algunos cálculos de referencia para establecer el caudal requerido por el sistema de pulverización y el caudal que pasa por cada atomizador o boquilla.



Desempeño

La adecuada calibración y atomización por pulverización son fundamentales para alcanzar una eficacia óptima de Foray.

PASO 1: determinar el caudal del sistema de pulverización

En las **Figuras 4.1(a) - 4.1(c)** podrá encontrar las fórmulas para determinar los caudales del sistema en unidades estadounidenses y métricas usando datos de ejemplo.

PASO 2: elija el tipo y número de atomizador **(Figura 4.2(b))**.

El espectro de gotas requerido para una pulverización eficaz de Foray está determinado por el tipo de atomizador o boquilla hidráulica que se utilice. Al usar los diagramas de flujo de boquilla o atomizador proporcionados por el fabricante, determine una combinación adecuada de los ajustes de unidades, presión y flujo (o tamaño del orificio de la boquilla) para suministrar el flujo deseado por minuto a través de cada atomizador/boquilla.

CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN: las boquillas hidráulicas (por ejemplo, TeeJet®, etc.) poseen un estrecho rango de presión (y caudal) para un tamaño de gota determinado. Los atomizadores rotativos se pueden ajustar a diferentes tamaños de gota, independientemente de sus caudales.

Figuras 4.1: Fórmulas de calibración/cálculo del caudal

Figura 4.1 a)

Unidades estadounidenses

$$\text{Caudal gal/min} = \frac{\text{Velocidad de vuelo (mph)} \times \text{Franja (ft)} \times \text{Tasa de pulverización (gal/ac)}}{495}$$

Unidades métricas

$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{\text{Velocidad de vuelo (km/h)} \times \text{Franja (m)} \times \text{Tasa de pulverización (l/ha)}}{600}$$

Figura 4. 1b)

$$\text{Flujo/atomizador/minuto} = \frac{\text{Caudal del sistema}}{\text{N.º de atomizadores}}$$

Figura 4.1(c)
Unidades estadounidenses

$$\text{Gal/min} = \frac{110\ (\text{mph}) \times (200)\ (\text{ft}) \times \text{Tasa de pulverización } 0{,}5\ (\text{gal/ac})}{495}$$

$$= \frac{22{,}2\ \text{gal/min}}{6\ \text{atomizadores}}$$

$$= 3{,}7\ \text{gal/min/atomizador}$$

Para obtener el caudal por atomizador para unidades estadounidenses o métricas, divida el caudal por el número de atomizadores que se instalarán en la aeronave.

Ejemplo 4.1(c): (unidades estadounidenses) si la velocidad de vuelo es de 110 mph y el ancho de franja esperado es de 200 ft, ¿cuál es el caudal calibrado a través de cada atomizador rotativo, en caso de usar 6 unidades Micronair AU5000 y un volumen pulverizado de 64 oz/ac fluidas? (¡No olvide convertir las onzas a galones!)

El siguiente paso del proceso de calibración dependerá del tipo de equipo instalado en la aeronave. Si el sistema de pulverización funciona mediante una bomba accionada por motor (hidráulica o eléctrica) y se instalan atomizadores rotativos, la aeronave se podrá calibrar de manera estática en tierra capturando y midiendo el rendimiento de los atomizadores. En caso de que haya muchas boquillas, o si la bomba del sistema es accionada por el viento, la calibración en tierra no resulta práctica y será necesario un método aéreo.



Operaciones

Supervise siempre la calibración durante la pulverización operativa, comparando el volumen del producto aplicado con el área tratada.

Actualmente, la mayoría de aeronaves están equipadas con medidores de flujo que se usan para calibrar de manera precisa el sistema y monitorear el caudal del pesticida durante las operaciones. La mayoría de sistemas de navegación basados en GPS (por ejemplo, AG-NAV®, DynaNav, SatLoc® y TracMap®) ofrecen dispositivos de monitoreo y control de flujo integrados en sus sistemas a bordo. Estos dispositivos de monitoreo/control de flujo asocian la verdadera velocidad en tierra con el rendimiento deseado, y aumentan o disminuyen los caudales, según corresponda.

Si las pulverizaciones se realizan sobre terreno montañoso, los sistemas reducen automáticamente el rendimiento cuando la aeronave asciende más lentamente. Por el contrario, el rendimiento aumentará cuando la aeronave va en descenso para garantizar que se conserve una tasa de pulverización consistente.

Al comienzo de un proyecto, puede ser buena idea monitorear minuciosamente el medidor de flujo para asegurar que los totales "mostrados" coincidan con los volúmenes reales del "total pulverizado". A pesar de que no es necesario calibrar en tierra una aeronave equipada de esta manera, en caso de que existan dudas respecto a la precisión de los medidores, se puede realizar dicha calibración a modo de una verificación cruzada única.

Calibración en tierra de aeronaves con bombas hidráulicas o eléctricas

PASO 1: cargue suficiente producto en la tolva de la aeronave (o en los tanques de montaje instalados en un helicóptero) para alimentar todo el sistema de pulverización, y asegúrese de contar con la cantidad necesaria de producto para realizar las pruebas necesarias.

PASO 2: coloque colectores debajo de cada atomizador/boquilla y opere el sistema de pulverización durante uno o más minutos, con



Fotografía cortesía de ENVIRO FOTO/SOPFIM

el fin de producir un volumen cuantificable. Se pueden usar envases de plástico o bolsas de plástico para cubrir los atomizadores y capturar la pulverización emitida.

PASO 3: mida el volumen de salida por minuto de cada atomizador/boquilla y compárelo con la tasa calculada. Verifique el rendimiento total.

PASO 4: ajuste la presión del sistema y/o la configuración del atomizador, o cambie el tamaño del orificio de la boquilla para aumentar o disminuir el rendimiento, según sea necesario. Vuelva a probar el sistema según el PASO 2.



Opérations

Si vous êtes confiant que le taux d'application sera à l'intérieur de ±10 % de votre cible au moment de la calibration, vous pouvez valider l'information en procédant à une première séance de pulvérisation et apporter les ajustements nécessaires, au besoin.

Calibración en vuelo de aeronaves con bombas accionadas por el viento

Nota: a menudo es posible obtener suficiente presión de viento para la bomba aplicando potencia mientras la aeronave está inmóvil. Consulte al piloto para conocer el procedimiento operativo estándar. En tales casos, comience siguiendo el procedimiento de calibración de la Sección 4.1 y agregue estos pasos:

PASO 1: cargue el producto en la tolva, como se describe anteriormente, con la excepción de que se debe cebar el sistema durante el vuelo.

PASO 2: después de cebar el sistema y de aterrizar la aeronave, posicione la aeronave en una superficie plana y marque el lugar. Agregue un volumen medido del producto al tanque de pulverización y observe el nivel, ya sea a través de la ventanilla o midiendo la distancia desde la parte superior o inferior del tanque hasta la superficie del fluido del producto con un instrumento de medición.

PASO 3: indíquele al piloto que vuele la aeronave como si fuera una pulverización normal y que opere el sistema de pulverización durante un periodo de tiempo determinado, por ejemplo, 1 minuto, utilizando un cronómetro.

PASO 4: regrese la aeronave al lugar exacto que se marcó en el suelo en el PASO 3, y mida el volumen del producto necesario para volver a llenar al nivel original. Este volumen se puede usar posteriormente para calcular el rendimiento por minuto.

PASO 5: de ser necesario, ajuste el sistema de pulverización para cambiar el rendimiento.

ⓘ **CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN**: si ya se ha cebado el sistema de pulverización de una aeronave, se puede bombear una cantidad determinada de mezcla de pulverización a la misma, de modo que se pueda utilizar para la carga un equipo en tierra, equipado con un medidor de flujo adecuado y calibrado previamente. Se puede usar el calibre de la tolva en sitio si la aeronave está estacionada sobre terreno plano. El tiempo que tarda en bombear el volumen medido se determina con un cronómetro, y los ajustes del sistema de pulverización se configuran según corresponda y se vuelven a probar, según sea necesario.

Aeronave con medidores electrónicos de flujo

Los monitores electrónicos de flujo, como aquellos de fabricantes que utilizan componentes de Onboard Systems® (Crophawk®) y Micronair o DGPS (por ejemplo, AG-NAV, DynaNav, Satloc, TracNav, etc.), facilitan en gran medida la calibración



Desempeño

En general, el diferencial de caudal entre el agua y las suspensiones acuosas de Foray 48B y 76B es de aproximadamente 5 a 7 %.

Fotografía cortesía del Servicio Forestal de los Estados Unidos

de la aeronave y permiten realizar ajustes en vuelo, cuando las condiciones así lo exigen. Sin embargo, los monitores de flujo y las computadoras de pulverización se deben calibrar con el producto o la mezcla de pulverización antes del uso operativo. Consulte siempre las instrucciones de los fabricantes del equipo en relación con la calibración volumétrica de medidores de flujo con fluidos diferentes del agua.

Además, los monitores de flujo que tienen cartuchos intercambiables de diferentes sensibilidades de rango de flujo deben tener instalado el cartucho o turbina de flujo correcto. Consulte las instrucciones correspondientes de los fabricantes.

Los fabricantes de DGPS ahora ofrecen sistemas de monitoreo de flujo interconectados con el sistema DGPS. Consulte con los representantes técnicos de los distintos fabricantes de DGPS para conocer más detalles. (Consulte el apéndice 1: Fuentes y recursos)

Desempeño

Los filtros tipo malla utilizados con Foray no deben tener más de 30 mesh. Es ideal contar con un filtro tipo malla ranurada de 20 o 25 mesh. Los fabricantes de aeronaves a menudo instalan un filtro tipo malla de 50 mesh como estándar en los aviones nuevos. Aunque Foray sin diluir pasará a través de un filtro tipo malla de 50 mesh, es probable que los sólidos del producto y la materia extraña se acumulen en el filtro y provoquen obstrucciones.

Procedimiento de calibración general

Las formulaciones de Foray han sido optimizadas continuamente para que su viscosidad sea lo más baja posible.

Al calibrar su sistema para Foray:

1) Suponga que la formulación de Foray se comportará como agua, y use el factor de calibración apropiado en el medidor de flujo.

2) Agregue una cantidad determinada de material de pulverización a la tolva de la aeronave. El equipo terrestre, equipado con un medidor de flujo adecuado y calibrado previamente, se puede usar para la carga. De forma alternativa, se puede usar el calibre de la tolva en sitio si la aeronave está estacionada sobre terreno plano.

3) Realice un ajuste en la constante de calibración de su medidor de flujo si el volumen total pulverizado (según lo indica su medidor de flujo) es diferente de la cantidad que se bombeó en la tolva. Por lo general, este ajuste se puede calcular como se indica a continuación, pero también se debe comparar con el manual del operador del proveedor:

Nueva constante de calibración

$$\text{Constante de calibración anterior} \times \frac{\text{Volumen pulverizado}}{\text{Volumen indicado}}$$

Tanto Foray 48B como Foray 76B son suspensiones acuosas con parámetros físicos relativamente consistentes. En general, el diferencial de caudal entre el agua y Foray es de aproximadamente 5 a 7 %. Después de la verificación inicial con agua, use este factor de calibración (constante de caudal) para ayudar a calibrar el equipo con mayor precisión y con menos comprobaciones del flujo.



Fotografía cortesía del Servicio Forestal de los Estados Unidos

ⓘ **Consejo práctico**: use el medidor de flujo de la aeronave como su principal instrumento para monitorear el caudal.

Usando la nueva constante de calibración, ajuste la presión del sistema de pulverización hasta que obtenga el caudal deseado. Es posible que deba repetir este paso una o dos veces más para determinar la constante de caudal correcta.

4.2 FILTROS/FILTROS TIPO MALLA DEL SISTEMA DE PULVERIZACIÓN

Los filtros de los sistemas de pulverización en aeronaves están diseñados e instalados para impedir que partículas extrañas entren al sistema. Salvo por los filtros tipo malla en línea, los orificios más pequeños se encuentran en las boquillas instaladas en la aeronave.

Figura 4.2 a): Tamaños de filtro y filtro tipo malla, ordenados por tamaño (pulgadas)

FILTROS TIPO MALLA EN LÍNEA	FILTROS TIPO MALLA PARA BOQUILLA	FILTROS RANURADOS PARA BOQUILLA*	CONO HUECO	BOQUILLAS CON ABANICO PLANO SERIE 80	VRU DE MICRONAIR
50 mesh = 0,011	50 = 0,011	50 = 0,010			
30 mesh = 0,21		25 = 0,020			
	24 = 0,030	16 = 0,032		02 = 0,036	1 = 0,030
16 mesh = 0,045			D2 = 0,041	03 = 0,043	3 = 0,046
			D3 = 0,047		
				04 = 0,052	
				05 = 0,057	
			D4 = 0,0631	06 = 0,063	5 = 0,063
			D5 = 0,078		
					7 = 0,094

**Se recomiendan (exigen) los filtros ranurados para sólidos en suspensión, en caso de que se requiera el filtrado de la boquilla.*

Figura 4.2 b): Tamaños de filtro y filtro tipo malla, ordenados por tamaño (mm)

FILTROS TIPO MALLA EN LÍNEA	FILTROS TIPO MALLA PARA BOQUILLA	FILTROS RANURADOS PARA BOQUILLA*	CONO HUECO	ABANICO PLANO SERIE 80	BOQUILLAS VRU DE MICRONAIR
50 mesh = 0,28	50 = 0,28	50 = 0,25			
30 mesh = 0,53		25 = 0,51			
	24 = 0,76	16 = 0,81		8002 = 0,91	1 = 0,76
16 mesh = 1,14			D2 = 1,04	8003 = 1,09	3 = 1,17
			D3 = 1,19		
				8004 = 1.32	
				8005 = 1,45	
			D4 = 1,60	8006 = 1,60	5 = 1,60
			D5 = 1,98		
					7 = 2,39

**Se recomiendan (exigen) los filtros ranurados para sólidos en suspensión, en caso de que se requiera el filtrado de la boquilla.*

El tamaño de malla se define según la cantidad de aberturas existentes por pulgada (por ejemplo, un filtro tipo malla de 30 mesh tiene 30 aberturas por pulgada lineal). Sin embargo, debido al grosor del alambre, el tamaño del orificio no será inversamente proporcional al tamaño mesh en pulgadas.

El tamaño de filtro tipo malla más común que se encuentra en los filtros tipo malla en línea para aeronaves es de 50 mesh (los orificios en los filtros tipo malla de 50 mesh miden 0,011" de ancho).



Desempeño

La forma en que se atomiza Foray puede influir notablemente en la eficacia que tendrá sobre el insecto que se desea controlar. El impacto de las gotas en el dosel forestal, su distribución en el follaje y la probabilidad de que el insecto que se desea controlar ingiera una dosis letal, están todos ligados al tamaño de la gota.

Aunque Foray sin diluir puede atravesar un filtro tipo malla de 50 mesh, los sólidos del producto eventualmente se podrían acumular en el filtro tipo malla. Además, cuando se recolecta material extraño en los filtros tipo malla, la acumulación ocurrirá más rápidamente y causará la obstrucción del filtro tipo malla.

Los filtros tipo malla no deben tener más de 30 mesh cuando se aplican formulaciones de Foray. Una mejor alternativa es el uso de un filtro tipo malla ranurada de 20 o 25 mesh; ya que es menos propenso a las obstrucciones.

El mismo principio afecta los filtros tipo malla de boquillas de 50 mesh. A continuación, en las **Figuras 4.2 (a)** y **(b)**, se muestran los tamaños de los poros de varios filtros tipo malla, ranuras de filtros ranurados y aberturas de boquilla, en orden ascendente.

Con base en la evaluación de los tamaños de varias aberturas de filtros tipo malla y boquillas que se muestran en la **Figura 4.2 (a)** y **(b)**, resulta evidente que las aberturas de boquilla más frecuentemente utilizadas (D-3, 8003 y VRU n.º 3 o 5) sobrepasan significativamente el tamaño de poro de 30 mesh de un filtro tipo malla en línea.

Por lo tanto, el uso de un filtro tipo malla en línea de 30 mesh o un filtro ranurado de 25 mesh instalado en el cuerpo de la boquilla permitirá un flujo libre del material hacia los orificios del atomizador. No es necesario ningún filtro común o tipo malla en la boquilla cuando se usan atomizadores rotativos.

4.3 TAMAÑO DEL ESPECTRO DE GOTAS, SELECCIÓN DEL ATOMIZADOR Y ATOMIZACIÓN POR PULVERIZACIÓN

La forma en que se atomiza Foray puede influir notablemente en la eficacia que tendrá sobre el insecto que se desea controlar. El impacto de las gotas en la masa forestal, su distribución en el follaje y la probabilidad de que el insecto que se desea controlar ingiera una dosis letal, están todos ligados al tamaño de la gota.

Debido a las diferentes formas y densidades de follaje, en los bosques de hoja ancha u hoja caduca, se aplican parámetros de tamaño de gota ligeramente

diferentes a los de los bosques de coníferas. La diferenciación del hábitat significa que la selección del tamaño de las gotas puede variar en función de la especie a la que van dirigidas; por lo tanto, un insecto de libre desplazamiento como la polilla gitana puede requerir un espectro de gotas diferente al de los insectos que permanecen en reposo, como el gusano de la yema de la pícea.

La selección del atomizador estará determinada en gran medida por el espectro de gotas requerido. A velocidades de vuelo por debajo de 120 mph (190 km/h), los atomizadores rotativos como el Micronair pueden generar gotas más pequeñas que las boquillas hidráulicas convencionales. Su gran ventaja es la capacidad de cambiar el tamaño de la gota, independientemente de la presión del brazo de la aeronave o de la velocidad de vuelo, y hacer esto a medida que cambian las condiciones de pulverización.

A velocidades de vuelo más altas (más de 125 mph/200 km/h), es posible obtener rangos de diámetros pequeños de gota con atomizadores rotativos Micronair de gran capacidad o con boquillas hidráulicas estándar, con la ayuda de alta presión y el corte del viento. Generalmente, tales velocidades de vuelo se alcanzan con aviones para uso agrícola de turbinas monomotor y aviones de pasajeros/transporte multimotor convertidos.

Las boquillas hidráulicas como las de Spraying Systems® y de abanico plano o de cono hueco (con disco y núcleo) de TeeJet, también producen los tamaños de gota preferidos, pero los atomizadores rotativos son más versátiles, ya que hay más opciones dentro de las cuales se puede producir un rango más preciso de tamaños de gota.

Desempeño

Se recomienda a los programas de erradicación del gusano de la lagarta del este de América del Norte, maximizar el número de gotas pequeñas generadas que penetran en la masa forestal.



Fotografía de gota de Foray de 40 µm tomada a través de microscopio electrónico.

Fotografía cortesía de Chuck Davis, Departamento de Recursos Naturales de Canadá, Canadian Forest Service (Servicios Forestales de Canadá).

Otro factor que se debe tener en cuenta al seleccionar un atomizador es el rango de condiciones meteorológicas que se encontrarán durante el proyecto de pulverización. Por ejemplo, a medida que las condiciones se vuelven más cálidas y secas durante el día, los atomizadores rotativos se pueden ajustar para producir gotas más grandes, que se evaporan más lentamente que las gotas más pequeñas, y que tienen más probabilidades de alcanzar su objetivo deseado.

4.4 CONSIDERACIONES SOBRE EL TAMAÑO DE LA GOTA

Cualquier gota en particular puede producir ocho gotas más pequeñas, y cada una equivale a la mitad del diámetro de la

gota original. Una gota de 200 µm producirá 8 gotas de 100 µm, que a su vez produce 8 gotas de 50 µm. Por lo tanto, la gota original de 200 µm puede producir 64 gotas de 50 µm. Es evidente que, dado el mismo volumen de material de pulverización, cuando se distribuyen de manera eficaz a través del dosel forestal, numerosas gotas pequeñas aumentarían la probabilidad de su encuentro con una larva, en comparación con una sola gota grande.

Existen límites físicos y biológicos en relación con el tamaño útil de las gotas:

- ¿La gota contiene una dosis letal?
- ¿Sobrevivirá la gota a la acción de la evaporación durante su descenso?
- ¿Se desviará la gota del objetivo?

Las siguientes dos subsecciones abordan en general los tamaños de las gotas para bosques de coníferas y caducifolios. Como punto de partida, se presentarán recomendaciones para los dos insectos más investigados en los tipos de bosque correspondientes: el gusano de la yema de la pícea del este de América del Norte (*Choristoneura fumiferana*) y la polilla gitana (*Lymantria dispar*). Sin embargo, muchos insectos defoliadores muestran rangos de susceptibilidad similares, y las consideraciones de deposición en el follaje siguen siendo constantes para ambos tipos de bosque. Por consiguiente, muchas de las recomendaciones generales son directamente aplicables a otras especies de insectos defoliadores en América del Norte, por ejemplo, orugas de tienda de campaña (subespecie *Malacosoma*), polillas *Lymantriidae* (especie *orgyia*), así como grandes insectos defoliadores forestales, tales como la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocumpa*) o la polilla monja (*Lymantria monacha*) en Europa. Consulte la etiqueta del producto de su región para obtener una lista que incluya las plagas que controla Foray.

El tamaño de la gota es importante para garantizar una eficacia óptima de los insecticidas aplicados por pulverización aérea. Las gotas demasiado pequeñas pueden no contener suficiente ingrediente activo y únicamente producirán una dosis subletal. Las gotas demasiado grandes son un desperdicio debido a que pueden contener más ingrediente activo del necesario. Adicionalmente, es posible que no haya suficientes gotas disponibles para garantizar la deposición adecuada y cobertura profunda de todo el dosel forestal.

La cantidad de gotas también es importante; se debe producir una cantidad adecuada para garantizar que se consiga una cobertura profunda en la masa forestal.

En las pulverizaciones de Foray, las metas son garantizar que se produzca una cantidad máxima de gotas, que se distribuyan ampliamente donde se alimentan las larvas y que cada gota contenga una dosis letal del ingrediente activo.

Operaciones

Las aeronaves con unidades AU5000 que vuelan en el extremo superior del rango pueden beneficiarse de la adición de pequeños anillos deflectores para minimizar cualquier efecto de cizallamiento que impida la formación de tamaños de gota controlados a medida que el producto pulverizado sale de los casquillos giratorios.

Con respecto a la cantidad de gotas de producto pulverizado, los científicos y especialistas en pulverizaciones se referirán al VMD (diámetro volumétrico medio) y al NMD (diámetro numérico medio).

El NMD consiste en la media o punto medio de la cantidad total de gotas de producto pulverizado producidas, donde el 50 % está por encima del NMD y el 50 % está por debajo del NMD.

El VMD se refiere a un valor básico, el tamaño de la gota de punto medio, donde el 50 % del volumen total de la pulverización está dentro de gotas más pequeñas que el VMD y el 50 % del volumen total de la pulverización está dentro de gotas más grandes que el VMD.

En términos generales, los científicos, gerentes de programas y pilotos que realizan pulverizaciones se referirán a un VMD o un tamaño de gota promedio objetivo para lograr un control óptimo de los insectos defoliadores de bosques.

Tamaños óptimos de las gotas para bosques de coníferas

Se recomienda a los gerentes de programas de pulverización aérea que tienen como objetivo los insectos defoliadores de coníferas (gusano de yema, polillas *Lymantriidae*, procesionarias del pino, etc.) que maximicen la cantidad de gotas pequeñas producidas por atomizadores para garantizar la distribución eficiente por todo la masa forestal objetivo. Simultáneamente, los gerentes del programa prefirieron la pulverización de gotas más grandes debido a las preocupaciones sobre las dosis subletales asociadas con las gotas más pequeñas. Sin embargo, las investigaciones realizadas por parte de los Canadian Forest Service (Servicios Forestales de Canadá) en el este de dicho país y otras que se llevaron a cabo durante los últimos 20 a 25 años han demostrado que las formulaciones de la Btk de mayor potencia pueden producir una dosis letal en una gota más pequeña, invalidando las inquietudes sobre efectos subletales y tamaños más pequeños de gotas.

Sugerimos que se evite un patrón de tamaño extremadamente pequeño, y que los atomizadores (es preferible utilizar atomizadores rotativos AU4000 y AU5000 de Micronair) se configuren de manera que produzcan gotas con VMD (a veces denominadas DV0.5) de aproximadamente 80-120 µm.

Tamaños óptimos de las gotas para bosques caducifolios

Al igual que en los bosques de coníferas, existen ventajas y desventajas al atomizar con precisión una pulverización de la Btk. Aunque las gotas pequeñas pueden alcanzar una distribución homogénea en el dosel forestal, hace falta equilibrar este hecho con la posibilidad de que las larvas ingieran dosis subletales de gotas que son demasiado pequeñas. Tales dosis podrían proteger inadvertidamente a las larvas, inhibiendo su alimentación, evitando que ingieran depósitos adicionales de la Btk hasta su recuperación. Los estudios muestran que el tamaño de las gotas requerido para exterminar eficazmente las larvas de polilla gitana aumenta con el estadio larvario, de modo que, aunque las gotas en el rango de 100 µm (VMD) son plenamente eficaces contra segundos estadios, su tamaño se debe aumentar al rango de 125-150 µm si la población está en la etapa de tercer y cuarto estadio.

No se deben aplicar gotas de más de 200 µm, dado que las bajas densidades producidas de las gotas reducen la probabilidad de que las larvas reciban una dosis eficaz. (Consulte la **Figura 4.4**)

Los estudios de campo sobre la polilla gitana realizados por el grupo NEFAAT (Northeast Forest Aerial Application Technology) a principios de la década de los noventa con Foray 48B sin diluir pulverizado con diferentes atomizadores, mostraron que el rango de tamaño de las gotas proporcionará un nivel similar de control en poblaciones de larvas de segundo y tercer estadio. Las boquillas hidráulicas



Desempeño

Las pulverizaciones de Foray sin diluir son generalmente superiores a las pulverizaciones diluidas, ya que se optimiza su atomización y la deposición adecuadas

Fotografía cortesía de ENVIRO FOTO/SOPFIM

de orificio pequeño (Flat Fan 8004 y 8004 Twin-jets), así como los atomizadores rotativos Micronair, producían gotas en categorías de tamaños que demostraron ser eficaces.

Recomendamos que se seleccionen y ajusten los atomizadores para que produzcan gotas en el rango VMD de 100-150 µm para controlar la polilla gitana y otros insectos defoliadores de hojas anchas. Si utiliza boquillas hidráulicas, utilice las boquillas de abanico plano con orificio más pequeño que puedan producir un volumen suficiente en aeronaves de velocidad media para uso agrícola (entre 100 y 120 mph).

Los aviones monomotor de mayor velocidad (por ejemplo, Thrush® 660, Air Tractor® 802, etc.) deben estar equipados con los atomizadores AU4000, ya que su rango de trabajo puede exceder los límites de seguridad de las unidades AU 5000. Para instalar los atomizadores rotativos adecuados según su aeronave y su velocidad de vuelo, busque la asesoría de Micronair.

En el caso de aeronaves más lentas, se recomienda usar atomizadores rotativos. La atomización por cizallamiento, que utiliza boquillas hidráulicas para producir gotas pequeñas, no es adecuada a bajas velocidades de vuelo. Si opera en los límites de capacidad de flujo de sus boquillas/atomizadores, es aconsejable modificar la cantidad y/o tipos de atomizadores instalados en su aeronave.

Si debe aumentar la configuración de la VRU de Micronair a la más alta, considere agregar más atomizadores.

Si trabaja considerablemente por debajo de 40 psi (275 kPa) para las boquillas hidráulicas y no puede reducir su cantidad, considere cambiar el tamaño del orificio, de modo que garantice una atomización adecuada, la cual se obtiene gracias a una mayor presión del brazo.

Si debe aumentar la configuración de la VRU de Micronair a la más alta, considere agregar más atomizadores.

Si trabaja considerablemente por debajo de 40 psi (275 kPa) para las boquillas hidráulicas y no puede reducir su cantidad, considere cambiar el tamaño del orificio, de modo que garantice una atomización adecuada, la cual se obtiene gracias a una mayor presión del brazo.

4.5 PULVERIZACIONES DILUIDAS Y SIN DILUIR

Foray se puede pulverizar en forma diluida y sin diluir para controlar las larvas de la polilla gitana. Tradicionalmente, las formulaciones de Btk se

Figura 4.4 : Estrategias para reducir el tamaño de la gota

BOQUILLAS HIDRÁULICAS	ATOMIZADORES ROTATIVOS ACCIONADOS POR EL VIENTO	ATOMIZADORES ROTATIVOS ACCIONADOS ELÉCTRICA O HIDRÁULICAMENTE
Use un tamaño de orificio más pequeño, aumente la presión del brazo y ajuste la orientación a 45° hacia adelante	Aumente las rpm de la unidad o disminuya el ángulo de la pala; en helicópteros de menor velocidad, use una pala más larga	Aumente las rpm o cambie el tamaño del casquillo

diluían con agua para proporcionar un volumen de pulverización en el rango de 96 a 128 oz/ac (de 7,5 a 10,0 l/ha).

Los avances significativos en la tecnología de pulverización y la ciencia de la formulación han demostrado que las pulverizaciones sin diluir son generalmente superiores a las pulverizaciones diluidas, ya que se logra una atomización adecuada y una deposición correcta.

La dilución de la pulverización de Foray con agua puede resultar ventajosa en determinadas circunstancias. Por ejemplo, en el control de las orugas de la polilla *Malacosoma disstria*, se requieren dosis muy bajas de insecticida para controlarlas, debido a que estas larvas son muy sensibles a las toxinas de Btk de Foray. También se pueden beneficiar los lotes madereros pequeños o las áreas forestales residenciales individuales. Para estas pulverizaciones, la dilución de Foray con agua (en una relación de 1:1 a 1:2) puede proporcionar un mayor volumen de material de pulverización, lo que facilita la obtención de una buena y completa deposición del dosel.

La eficacia de las pulverizaciones ULV de Foray sin diluir sobre otras plagas de lepidópteros, como la oruga agrimensora del olmo, la oruga ulcerosa y otras especies nativas, también se ha demostrado con éxito. Se ha demostrado que las aplicaciones sin diluir proporcionan mejoras significativas en la eficiencia de carga útil de la aeronave, mejoran el tiempo de pulverización y ayudan a reducir los costos de pulverización.

Atomizadores rotativos Micronair y tamaños de las gotas

La **Figura 4.5** muestra los datos de túnel de viento para el tamaño de las gotas (DV0.5) en formulaciones de Foray 48B sin diluir, aplicadas usando un atomizador Micronair AU5000. Las tablas y figuras



proporcionadas en el manual del operador de Micronair AU5000 se basan en la atomización de agua, y abarcan todas las pulverizaciones posibles en la agricultura, control de insectos portadores de enfermedades y la silvicultura.

4.6 SEPARACIÓN POR CARRILES

La separación por carriles (o ancho eficaz de la franja) es la distancia de desplazamiento entre las pistas paralelas recorrida por una aeronave de pulverización. Representa el área debajo de la aeronave y paralela a la trayectoria de vuelo que recibe un depósito eficaz de pesticida.

Cuando se vuela con precisión bajo la mayoría de condiciones climáticas, no habrá un exceso o déficit significativo de pulverización si se mantiene este intervalo de separación por carriles. Sin embargo, tenga en cuenta que la franja eficaz no es la franja total, sino que es la parte transversal de la pulverización depositada que se considera adecuada para suministrarles una dosis letal a las larvas y garantizar una cobertura uniforme y homogénea a través del dosel forestal.

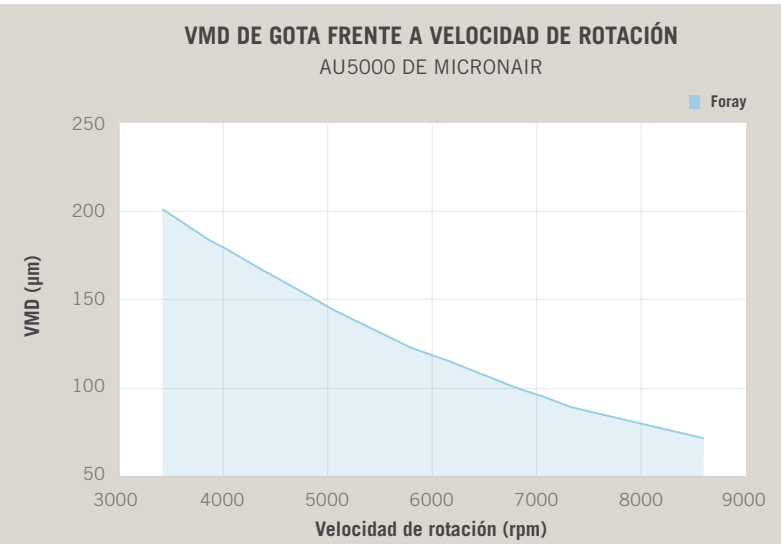
La separación por carriles de la aeronave varía dependiendo de los parámetros del sistema de la aeronave/pulverización (altura de descarga, configuración del atomizador y velocidad de la aeronave), la formulación del plaguicida, así como de factores tales como la meteorología y la estructura del dosel forestal.

La prueba de patrones de pulverización de las aeronaves sobre terrenos planos y bosques ha demostrado que el tamaño de las gotas es uno de los principales factores que puede afectar la distancia de separación por carriles.

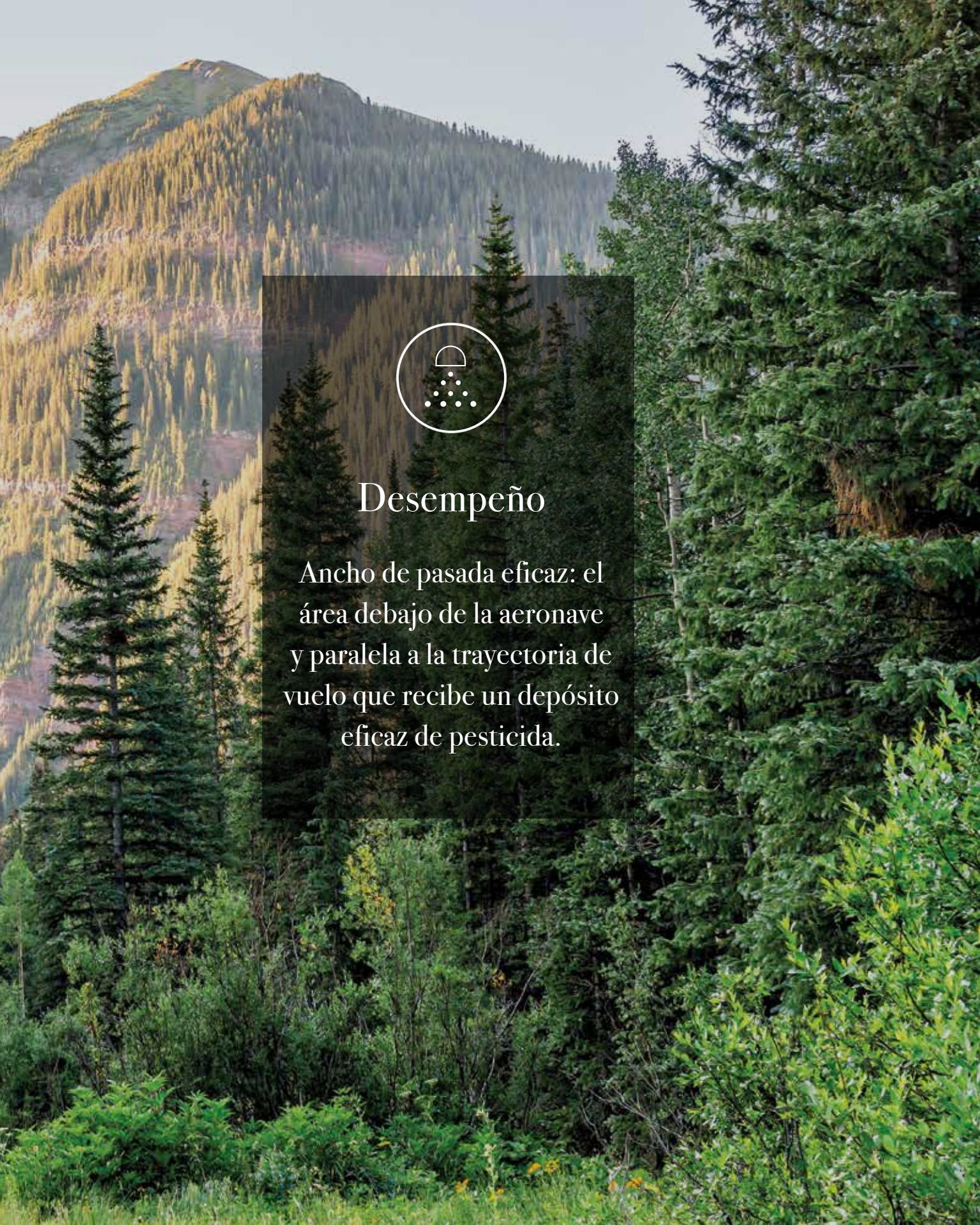
Las gotas más pequeñas se pueden ver afectadas por la estela de la aeronave y pueden recorrer mayores distancias. La dirección del viento tiene poco efecto sobre el aumento del ancho eficaz de la franja. Aunque las gotas más finas pueden recorrer largas distancias, no forman parte de la franja eficaz, debido a que hay muy poca actividad biológica en esta porción del espectro de gotas. Para fines prácticos, el cálculo de la separación por carriles se realiza normalmente cuando la aeronave despega en dirección del viento, de modo que la precipitación lateral del depósito es una función de la estela del avión, en lugar de una distribución generada por el viento.

La técnica más utilizada para medir el ancho de la franja es medir el depósito de gotas con tinta en colectores, generalmente tarjetas de

Figura 4.5



Para obtener más información, consulte el manual del operador de Micronair y el catálogo de piezas.



Desempeño

Ancho de pasada eficaz: el área debajo de la aeronave y paralela a la trayectoria de vuelo que recibe un depósito eficaz de pesticida.

cartón. El cartón con revestimiento blanco (conocido comercialmente como Kromekote®) ha sido el colector más utilizado.

ⓘ **CONSEJO PARA LA PULVERIZACIÓN**: una densidad de gota de entre 5 y 20 gotas por centímetro cuadrado (rango que depende de la potencia del producto) se ha considerado comúnmente como una norma para un depósito de Btk eficaz para el uso en campo. Este estándar numérico rara vez se usa en la actualidad como único determinante de un patrón de pulverización adecuado. La cantidad de gotas finas que atrapan los cartones se ve altamente influenciada por la velocidad del viento y puede generar lecturas sesgadas en condiciones de reposo. Con el creciente uso de las pruebas de patrones de pulverización por medio de análisis de imágenes, es más común medir los patrones de franja en unidades de tasa de pulverización de gal/ac o l/ha.

Aunque medir el depósito de pulverización en el follaje objetivo proporcionaría una representación más significativa del ancho de franja, se requieren técnicas de medición más sofisticadas y, en general, no es práctico para la mayoría de los programas operativos.

Por consiguiente, a pesar de sus desventajas para la medición de gotas finas, los cartones estilo "Kromekote" de superficie brillante siguen siendo un método muy rentable para evaluar rápidamente el patrón de pulverización producido por una aeronave. Puede obtener dichos cartones de alguna imprenta comercial reconocida. Solicite cartones de alto brillo, revestidos por ambas caras y cortados en tamaños prácticos de 5" × 3" (12 × 8 cm), etc. Comuníquese con Valent BioSciences para obtener información adicional, si es necesario.

Desempeño

CONSEJOS DE COBERTURA: las larvas deben ingerir la Btk para que sea eficaz. Para asegurar su efecto mortal sobre las larvas, se requiere una pulverización precisa para garantizar que se deposite una dosis adecuada de Foray a través de la masa forestal.

En general, para la mayoría de las pulverizaciones forestales, el ancho de pasada alcanzable es de aproximadamente 3 veces la envergadura de las alas/el diámetro del rotor de la aeronave. En el caso de pulverizaciones de ultrabajo volumen en grandes áreas de tratamiento forestal, las aeronaves pueden volar a mayor altitud y lograr una franja más ancha. Lo anterior deberá confirmarse con pruebas de vuelo de calibración y caracterización antes de la pulverización.

La **Figura 4.7** presenta varios rangos de ancho de franja para varias aeronaves y atomizadores utilizados eficazmente en los programas forestales con formulaciones de Btk. Cada vez más programas requieren el uso de atomizadores rotativos para trabajos forestales, y algunos permiten el uso de boquillas hidráulicas, aunque normalmente se asigna una separación por carriles más corta. El Servicio Forestal de los Estados Unidos (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), y varios estados y provincias han realizado pruebas exhaustivas de patrones de

franja, utilizando varias tecnologías de análisis de patrones de pulverización. El Servicio Forestal y la Fuerza Aérea de los Estados Unidos proporcionaron datos de aeronaves multimotor, basados en estudios similares.

La disponibilidad de aeronaves monomotor de pulverización de alta capacidad ha significado que las aeronaves multimotor más antiguas rara vez se usan en los programas modernos de protección forestal. En la parte de la **Figura 4.7** donde se muestre un rango de separaciones por carriles, el extremo superior del rango se obtuvo con aeronaves equipadas con atomizadores rotativos Micronair.

4.7 ORIENTACIÓN DE LA AERONAVE

En las últimas dos décadas, las técnicas convencionales de navegación aeronáutica (globos, aeronaves de observación, etc.) han dado paso a la llegada de la tecnología basada en satélites. El

Figura 4.7 : Ejemplos de separaciones por carriles para pulverizaciones de Btk (una sola aeronave, control de la polilla gitana*)

AERONAVE	RANGO DE SEPARACIÓN POR CARRILES		AÉRONEF	RANGO DE SEPARACIÓN POR CARRILES	
Aeronaves de ala fija monomotor	**ft**	**m**	***Aeronaves de ala fija multimotor***	**ft**	**m**
Piper Pawnee	65-100	20-30	Beech 18	150	45
Piper Brave	75	23	DC-3	225	75
Cessna Ag Truck, Ag Wagon et Ag Husky	75-100	23-30	DC-4, DC-6, DC7	400	120
Ag Cat Model B	100-130	30-40	C-130	400	120
Antonov An-2	130-165	40-50			
Thrush SR2 Turbina	150	45	***Helicóptero***	**ft**	**m**
Thrush SR2 Pistón	150	45	Bell 47G	75	23
PZL M-18 Dromader	150-175	45-53	Hiller 12E	75	23
Air Tractor 400 Pistón	150	45	Hughes/MD 500	75-90	23-27
Air Tractor 402 Turbina	150	45	Kamov Ka-26	80-90	24-27
Air Tractor 502 Turbina	175	53	Bell 47G Soloy	100	30
Air Tractor 602 Turbina	175	53	Hiller 12E Soloy	100	30
Air Tractor 802 Turbina	200	60	Bell 206 Jetranger et Long Ranger	100-120	30-36
			Mil Mi-2	100-130	30-40
			Bell 204, 205, 212, 412 et UH-1	150	45

*Los anchos de franja en programas para otras plagas pueden ser mayores. Para obtener más información, comuníquese con su representante de salud forestal de Valent Health.

sistema comúnmente conocido como GPS (Sistema de Posicionamiento Global) permite confirmar la ubicación de cualquier característica, natural o artificial, mediante el uso de las señales que se intersecan de una red de satélites geoestacionarios.

No solo se pueden identificar ubicaciones en la superficie terrestre (por latitud y longitud, sino que las aeronaves pueden usar estas transmisiones por satélite para planificar y seguir una trayectoria de vuelo específica sobre la superficie terrestre. Aunque es lo suficientemente preciso para la navegación por waypoints, el sistema GPS no ofrece el nivel de precisión necesaria para una correcta orientación de la aeronave pulverizadora.

Se requiere una señal adicional, llamada corrección diferencial, para lograr la precisión necesaria. Cuando las señales satelitales se corrigen diferencialmente (DGPS), una aeronave de pulverización aérea puede seguir un ancho de franja (intervalo de carril) con una precisión en un rango de dos metros. Los sistemas DGPS calculan la posición de la aeronave (latitud, longitud y elevación) varias veces por segundo y utilizan estos cálculos para proporcionarle al pulverizador aéreo un sistema de orientación muy preciso y sofisticado. La navegación DGPS ha demostrado su eficacia en la industria de la protección forestal. Los equipos de estudio y evaluación basadosen tierra ahora usan económicos sistemas “portátiles” de GPS para establecer límites de áreas tratadas o ubicar parcelas de evaluación en el bosque. Las zonas de “no pulverización” también se marcan fácilmente.

Los pulverizadores aéreos, que utilizan la misma tecnología básica que las unidades GPS portátiles, se basan en sofisticados instrumentos y pantallas de cabina para guiar sus aeronaves a través del bloque de pulverización. Las luces de orientación y las pequeñas pantallas computarizadas les proporcionan a los pilotos asistencia de navegación continua, marcando cada franja y mostrando la posición de la aeronave en, o cerca del área de tratamiento. El desarrollo más reciente de esta tecnología es la conjugación del sistema de pulverización de la aeronave (control de flujo) con el DGPS, que asegura que se mantenga una tasa de pulverización precisa a través del bloque de pulverización, independientemente de la velocidad de desplazamiento de la aeronave. Muchas unidades DGPS también proporcionan una función de encendido y apagado de pulverización que cierra el flujo cuando la aeronave sale del bloque de pulverización o mientras vuela sobre áreas sin pulverización o de exclusión.

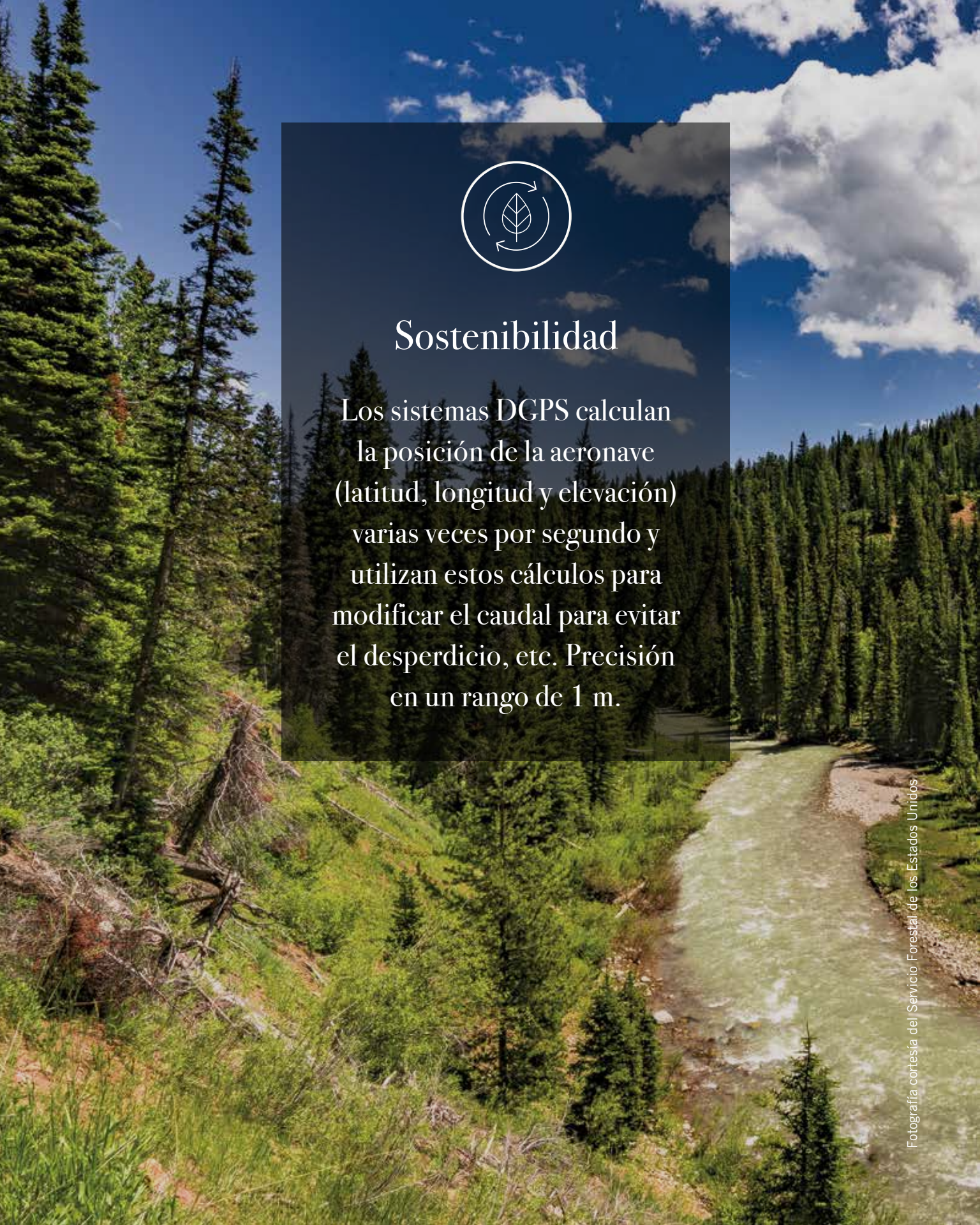
Varios fabricantes de tecnologías DGPS de alta calidad las han puesto a disposición, y las mismas están aprobadas para ser usadas en programas de pulverización forestal. Los sistemas más frecuentemente utilizados (AG-NAV, MapTrac y SatLoc) ofrecen navegación aeronáutica precisa, así como control de flujo para compensar las fluctuaciones de la velocidad de vuelo y en tierra, así como características de encendido y apagado automático para mejorar la precisión de la deposición.

Los sistemas más avanzados también ofrecen seguimiento de vuelo remoto en tiempo real, mediante el cual los gerentes del programa pueden ver el progreso y los patrones de vuelo de una aeronave específica en el área de tratamiento desde una computadora en tierra conectada con wifi.

En el Apéndice 1: Fuentes y recursos se incluye una lista de fabricantes de DGPS.

Modelos del patrón de pulverización

En las décadas de los ochenta y los noventa, el Servicio Forestal de los Estados Unidos invirtió una cantidad considerable de recursos para crear un programa informático que pudiera predecir



Sostenibilidad

Los sistemas DGPS calculan la posición de la aeronave (latitud, longitud y elevación) varias veces por segundo y utilizan estos cálculos para modificar el caudal para evitar el desperdicio, etc. Precisión en un rango de 1 m.

Fotografía cortesía del Servicio Forestal de los Estados Unidos

con precisión los patrones de pulverización y deposición de aeronaves en un dosel forestal al suministrar datos respecto a la aeronave, atomizadores, propiedades de la mezcla de pulverización, descripción del clima y estructura del dosel forestal.

El programa surgido a partir de esos esfuerzos está disponible, ya sea como AGDISP™, que modela el depósito "estela cercana" (el patrón de pulverización cerca de la aeronave) pero no la precipitación o deposición en el dosel; o FSCBG, que agrega un modelo de pluma de Gauss a AGDISP para simular estos últimos efectos. Un tercer programa derivado de AGDISP es Ag-Drift®, que fue creado por la Fuerza de Tarea para la Precipitación de Pesticidas para modelar la precipitación desde el sitio de pulverización.

Los tres programas requieren algunas instrucciones antes de que puedan ser utilizados para modelar situaciones de pulverización aérea. Aunque se pueden ejecutar con un mínimo esfuerzo, se debería tener en cuenta la frase "saber poco es más peligroso que no saber nada" cuando se ejecutan estos potentes programas por primera vez.

Estos modelos están disponibles de manera gratuita. Consulte www.continuum-dynamics.com/pr-agdisp.html cfs.nrcan.gc.ca/projects/133

El modelo más reciente es el 'Spray Advisor', que es un producto completo desarrollado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos que incorpora muchas de las características de AgDisp y modelos anteriores. Sin embargo, el software que impulsa este modelo se está quedando obsoleto; consulte al Servicio Forestal de los Estados Unidos para obtener más información sobre la disponibilidad de este software.

4.8 ANÁLISIS DE PATRONES DE FRANJA

En muchos proyectos forestales, es frecuente examinar el patrón de pulverización de la aeronave pulverizadora contratada antes de realizar el trabajo, para garantizar que la aeronave esté configurada de manera óptima. Aunque existen métodos establecidos para analizar los cartones mediante microscopio, en los últimos 20 años se han desarrollado métodos rápidos y más eficaces para medir la deposición obtenida en una línea de tarjetas de cartón dispuestas en el suelo de forma perpendicular al vuelo de la aeronave. Muchas de las tecnologías anteriores han sido reemplazadas por avances en el análisis de imágenes. Comuníquese con Valent Health si está buscando tecnologías más antiguas o más recientes.

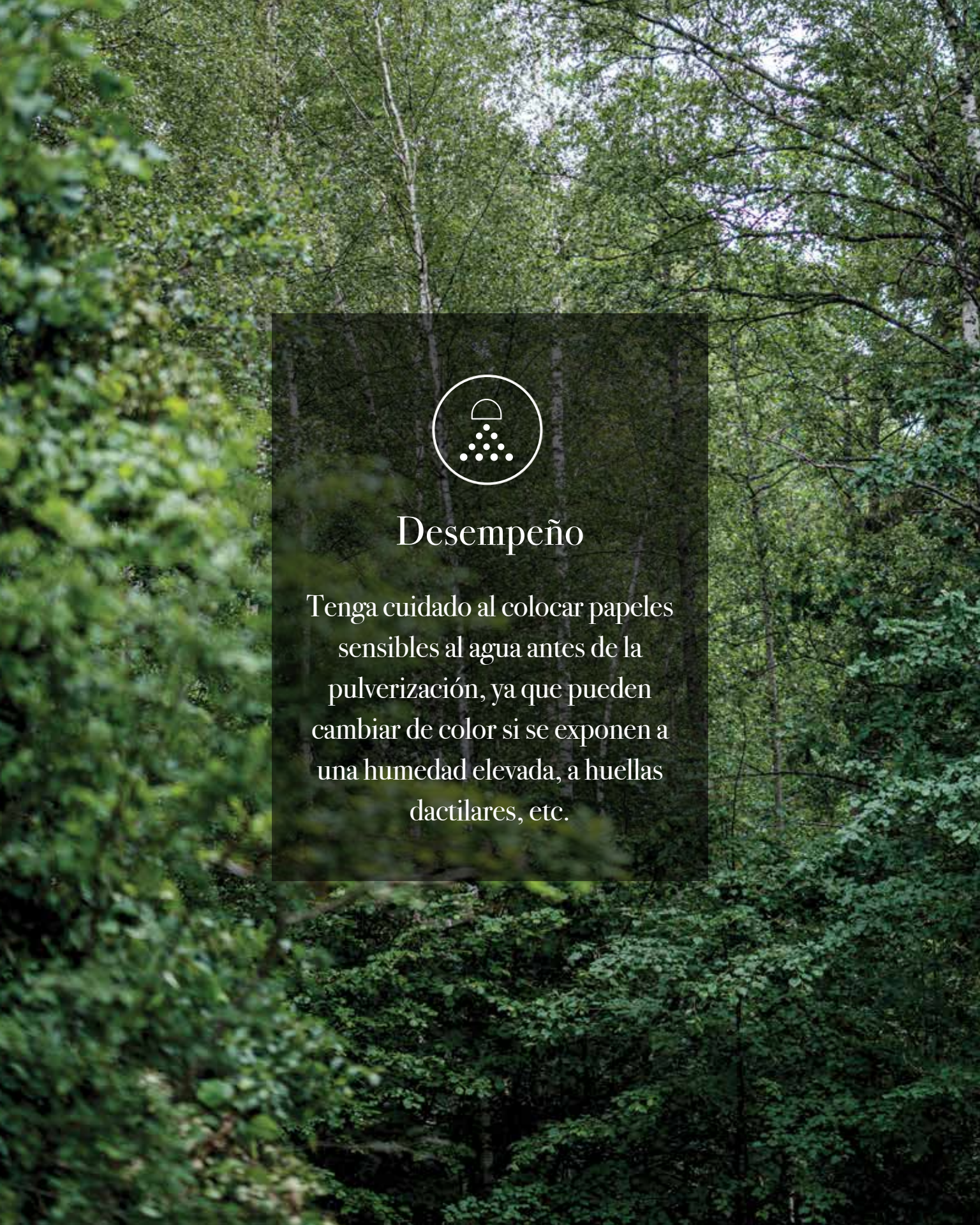
Actualmente, el programa Stainalysis de REMSpC es la técnica de evaluación del tamaño de las gotas más utilizada. Valent BioSciences ha llegado a acuerdos con los desarrolladores de esta herramienta (REMSpec) para que esté disponible en línea de forma gratuita. Visite http://www.remspc.com/Stainalysis/

Con la llegada de la tecnología superior de análisis de imágenes, existen numerosas tecnologías que pueden adaptarse para el análisis de patrones de pulverización. También puede consultar a Valent Health para obtener actualizaciones sobre estas tecnologías y herramientas.

Factores de dispersión de las gotas

El análisis de imágenes de los depósitos de pulverización usa un factor de dispersión para convertir los tamaños de gotas obtenidos en las manchas de los cartones analizados a los diámetros de las gotas que crearon las manchas.

El factor de dispersión es una relación entre el diámetro de la gota y el diámetro de la mancha.



Desempeño

Tenga cuidado al colocar papeles sensibles al agua antes de la pulverización, ya que pueden cambiar de color si se exponen a una humedad elevada, a huellas dactilares, etc.

Por lo tanto, se considera que una gota de 100 µm que genera una mancha con un diámetro de 200 µm tiene un factor de dispersión de 0,5. Multiplique el tamaño de la mancha por el factor de dispersión para determinar el tamaño de la gota.

Algunas referencias usan el inverso de 0,5 (2,0) para referirse al factor de dispersión. Si el factor de dispersión es mayor que 1,0 se usa la notación inversa. Cuando se realizan evaluaciones rápidas y simples en el terreno, se puede usar un factor de dispersión de 0,5 (2,0) para pulverizaciones diluidas y sin diluir de Btk.

Tintas de marcado

Para realizar el análisis del depósito de gotas utilizando cartones de pulverización blancos brillantes, se debe agregar una tinta para hacer visible la formulación. Se puede utilizar una variedad de tintas solubles para alimentos, con formulaciones acuosas de Foray; incluso, varios fabricantes producen actualmente tintas especiales que logran que las pulverizaciones aplicadas sean menos visibles en determinadas superficies (por ejemplo, tinta verde para pulverización de césped) e incluso tintas específicas para el análisis de patrones. Consulte el Apéndice 1: Fuentes y recursos para obtener información adicional sobre las fuentes de tinta. Por lo general, la tinta se debe incorporar entre 1,5 y 2,0 % (en volumen) para permitir una buena visualización de las gotas más pequeñas.

Consulte con su proveedor de tintas más cercano para obtener una recomendación acerca del color y concentración de las mismas, que sean adecuados de acuerdo con el análisis del patrón de pulverización; la información de contacto también se incluye en el Apéndice 1: Fuentes y recursos. Tenga en cuenta que algunas de estas tintas de marcado suelen estar disponibles en centros de jardinería, grandes tiendas o puntos de venta de productos químicos.

Papeles sensibles al agua

Una de las principales alternativas al uso de los cartones blancos con tintas de marcado es el uso de tiras de papel sensibles al agua.

Estos cartones han sido desarrollados específicamente para reaccionar a formulaciones acuosas. Los cartones sensibles al agua funcionan bien con formulaciones acuosas sin diluir y con todas las formulaciones diluidas. Después de la

¿Qué es el factor de dispersión?

Las gotas se dispersan al impacto, por lo que el análisis requiere un factor de dispersión para corregir la diferencia entre el tamaño de una mancha y una gota. El factor de dispersión relaciona el diámetro de una gota depositada con el diámetro de una mancha (relación)

El factor de dispersión puede variar según el producto utilizado, la mezcla del tanque, la concentración de la tinta, el tamaño de la gota, el tiempo, la humedad relativa y tipo de superficie del colector (vidrio, caja de Petri, cartón de Kromekote, tarjetas sensibles).

Ejemplo: una gota de 100 µm que genera una mancha con un diámetro de 200 µm tiene un factor de dispersión de 0,5 (2,0). Multiplique el tamaño de la mancha por el factor de dispersión para obtener el tamaño de la gota (o viceversa).



exposición a las gotas de producto pulverizado, los papeles amarillos se teñirán de azul.

Los cartones sensibles al agua son producidos en dos tamaños por Syngenta® en Suiza y están disponibles en una variedad de fuentes, incluida Spraying Systems Company. (Consulte el Apéndice 1: Fuentes y recursos).

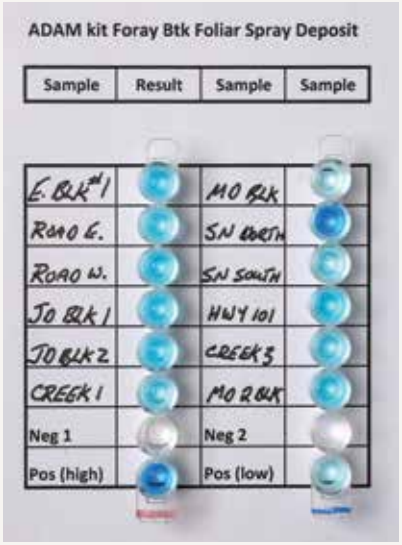
Metodología de evaluación exacta de depósitos (Accurate Deposit Assessment Methodology, ADAM)

La cobertura, penetración y deposición adecuadas del producto pulverizado en el dosel forestal son requisitos previos esenciales para que el tratamiento tenga éxito. Tradicionalmente, la deposición del producto pulverizado se ha evaluado mediante un análisis visual de los cartones del depósito del producto que han sido colocados en el área de tratamiento. Las tintas de colores también se han incorporado de forma sistemática en la formulación de Foray inmediatamente antes de la pulverización, a fin de respaldar esta evaluación visual.

A pesar de ser una gran herramienta para la calibración y caracterización de la aeronave, las tarjetas de pulverización han demostrado ser poco fiables para medir los depósitos de pulverización que realmente se encuentran en el follaje. Más importante aún, ninguna de las tecnologías tradicionales de cartones de pulverización puede medir de manera precisa el depósito de pulverización que permanece en el follaje después de una inesperada lluvia tras el proceso de pulverización.

Con este fin, Valent Health desarrolló el kit de ADAM (Metodología de evaluación exacta de depósitos) para ayudarles a los gerentes del programa a confirmar la fiabilidad del análisis de tarjetas de pulverización.

RESULTADOS DE PRUEBAS DEL KIT DE ADAM



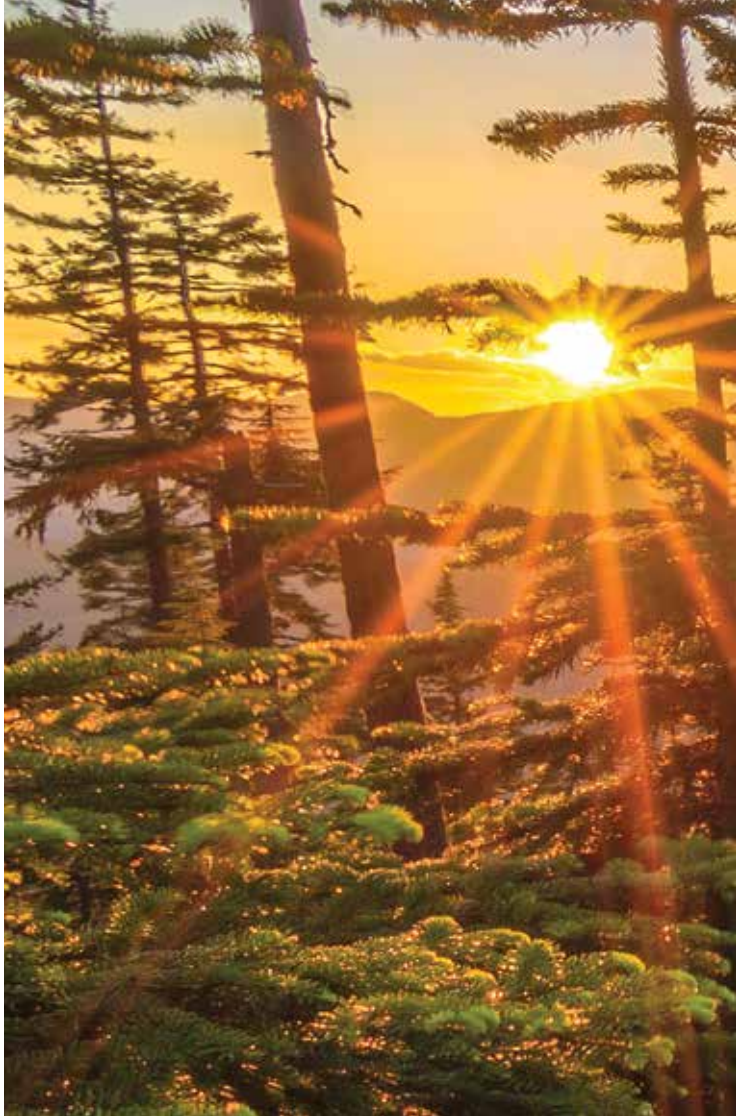
A continuación se muestran los resultados de la pulverización de un kit de ADAM. Las dos celdas inferiores muestran un alto nivel de depósito foliar de Foray, que se etiqueta como "Pos (high)" (Pos (alto)) y un bajo nivel de depósito, que se etiqueta como "Pos (low)" (Pos (bajo)). Las celdas "Neg 1" y "Neg 2" deben permanecer transparentes, a fin de garantizar un procesamiento de muestra preciso. Si no hay color en ninguna de las seis celdas superiores, esto indicaría que el depósito de Foray era inadecuado. La intensidad del color azul refleja la cantidad de Foray depositado. La intensidad del color de las celdas superiores sometidas a prueba debe ser mayor o igual al de la celda "Pos (low)" (Pos (bajo)).

Las tintas no se pueden utilizar sobre una base operativa debido a diversas consideraciones, incluyendo costos altos, el esfuerzo considerable necesario para colocar y retirar los cartones de depósito de pulverización en el área de tratamiento, y la posibilidad de manchar edificios u otros objetos ubicados en áreas forestales, residenciales y de tratamiento.

El kit de ADAM se basa en la tecnología de ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay, ELISA) para determinar de manera más precisa la presencia de depósito de pulverización de Foray en follaje conífero o caducifolio. Existe un kit para cada tipo de follaje. Esta tecnología patentada es fabricada por una reconocida empresa de diagnóstico de cultivos usando componentes clave proporcionados por VBC para vincular el depósito de pulverización foliar a las formulaciones forestales de Btk producidas por VBC. No se requiere equipo de laboratorio. El kit incluye todos los componentes esenciales, entre ellos las herramientas simples de laboratorio (pinzas, etc.). En un lapso de 2 a 2 horas y media, se pueden procesar doce docenas de muestras de follaje, y los resultados serán inmediatamente visibles y se expresarán en intensas sombras de color azul que reflejan el nivel relativo de la Btk de Foray depositada en el follaje.

El kit de ADAM ha demostrado ser una valiosa herramienta para los gerentes del programa de protección forestal, especialmente para determinar la necesidad de volver a pulverizar en caso de que ocurra alguna lluvia inesperada después de haber pulverizado el área de tratamiento.

Para obtener más información sobre el kit de ADAM, comuníquese con su representante de Valent Health.



4.9 CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA LA PULVERIZACIÓN

El clima tiene un gran impacto en el proceso de pulverización aérea. El viento, la temperatura y la humedad relativa afectan el depósito de pulverización sobre el dosel forestal; la temperatura afecta el proceso de alimentación de las orugas, y tanto el sol como la lluvia contribuyen a reducir la duración del depósito de Btk.

Viento

Dos consideraciones impulsan las decisiones sobre la pulverización de la Btk forestal: maximizar el



depósito de pulverización en el dosel forestal y minimizar la precipitación de la pulverización fuera del área objetivo.

El viento es un factor que afecta a ambas variables.

Las mejores condiciones de pulverización son las de viento ligero a moderado con estabilidad neutral, así como durante los días nublados. Las condiciones atmosféricas estables generan una buena cobertura foliar en doseles de hojas anchas parcialmente expandidas, pero conllevan el riesgo de precipitación de gotas finas con poca dispersión, a medida que la nube de pulverización se desplaza a favor del viento.

La atmósfera muestra una condición estable cuando los movimientos del aire son reducidos por el gradiente de temperatura en el aire. Un ejemplo común de aire estable es una inversión de temperatura, en la que una capa de aire frío se encuentra debajo de una capa de aire más caliente después de una noche fría y despejada. Una condición atmosférica inestable ocurre cuando cualquier movimiento del aire es acentuado por el gradiente de temperatura. Una ráfaga de viento puede iniciar un movimiento ascendente, que luego continuará como un viento térmico. Las condiciones

neutrales implican que ningún movimiento del aire será atenuado o aumentado por el estado de la atmósfera.

Temperatura y humedad

Las formulaciones acuosas de Foray están diseñadas para ser altamente resistentes a la evaporación bajo condiciones secas, pero nunca se deben pulverizar bajo condiciones extremas. Tales condiciones extremas se definen por una combinación de temperatura y humedad.

La humedad relativa, por sí sola, no es un parámetro válido para determinar si es posible o no la pulverización. El aire frío puede ser muy seco, pero debido a su baja temperatura, no puede retener mucha humedad, y no afecta sustancialmente la evaporación del contenido de agua de las gotas.

En respuesta a varias opiniones subjetivas sobre lo que es el "clima de pulverización" apropiado y el uso de condiciones de temperatura y humedad aparentemente arbitrarias (por ejemplo, 75 °F, 50 % de humedad relativa), se pidió a los investigadores meteorológicos de la Universidad de Penn State que desarrollaran un gráfico de referencia de temperatura/humedad relativa que pudiera utilizarse como apoyo de la pulverización aérea de formulaciones de la Btk de Foray.

La **Figura 4.9**. muestra los riesgos de pulverizar formulaciones acuosas de Foray bajo diferentes condiciones de temperatura/humedad relativa. La figura es de carácter ilustrativo y supone la selección del tamaño de gota correcto para la operación de pulverización.

Debido a que todas las formulaciones de Foray están fabricadas para resistir la evaporación, la razón más frecuente para suspender las operaciones de pulverización durante el día es el movimiento vertical del aire en las celdas de convección térmica que se forman después de que el sol calienta el aire cerca del suelo. Las pulverizaciones efectuadas bajo tales condiciones generan una cobertura altamente variable en la masa forestal y una significativa desviación de la pulverización (pero muy dispersa).

Este gráfico también está disponible en un formato electrónico que permite trazar las lecturas de temperatura y humedad a lo largo del tiempo, lo que permite a los gerentes del programa tener la capacidad de detectar una tendencia climática durante una operación de pulverización y tomar las decisiones adecuadas para continuar o detener las operaciones debido a las condiciones actuales de temperatura y humedad relativa.

Operaciones

Cuando opere en la parte "segura" del gráfico durante una mañana de clima frío y seco, controle la temperatura y la humedad constantemente y esté listo para suspender las operaciones sin previo aviso. A medida que el aire seco se calienta, su capacidad para retener la humedad aumentará drásticamente, y la pulverización de las formulaciones acuosas se verá afectada.

Lluvia y rocío

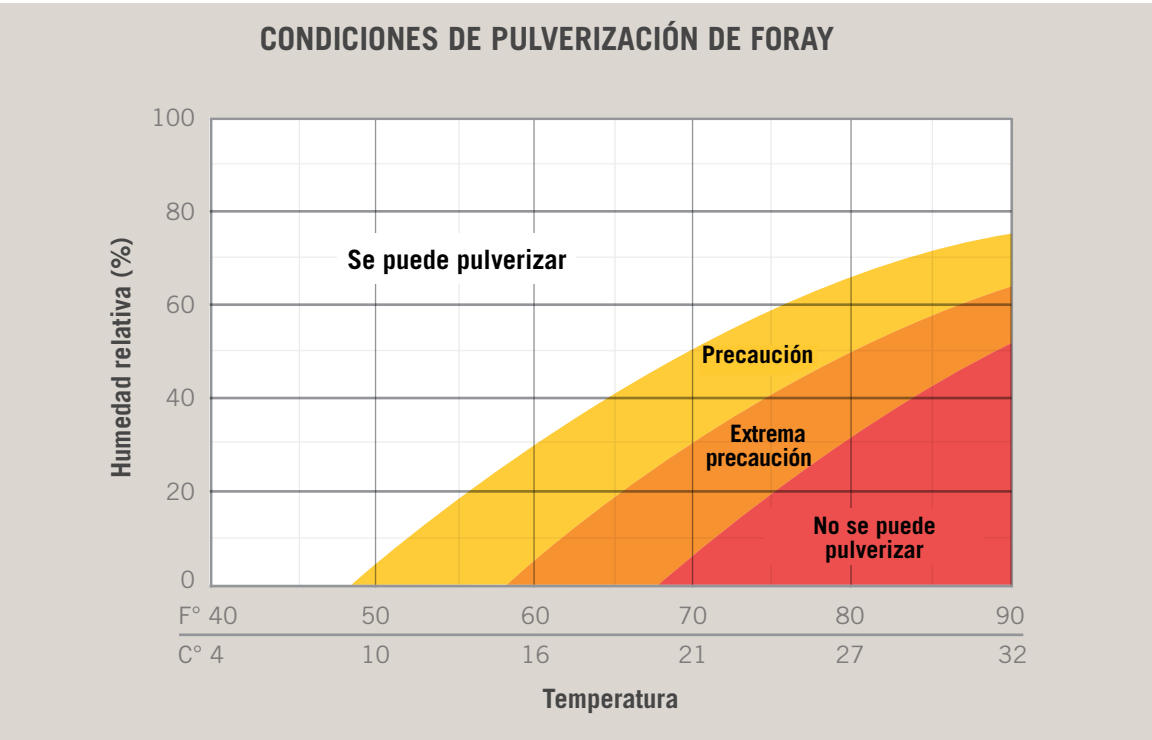
Los componentes de la formulación de Foray proporcionan una buena resistencia a la intemperie de los depósitos de pulverización, particularmente con las pulverizaciones sin diluir. Sin embargo, la lluvia (de 1/10" [2,5 mm] o más) en un lapso de varias horas después de la pulverización puede reducir la actividad biológica de la pulverización depositada. Se recomienda esperar por un período de 6 horas sin precipitaciones para que la pulverización depositada se seque y se adhiera al follaje.

No se debe aplicar Foray cuando se pronostique lluvia dentro de las seis horas siguientes. Sin embargo, una vez que el depósito de Foray está seco, es difícil eliminar las gotas de la superficie del follaje.

Si el rocío de la madrugada (o la lluvia de la noche anterior) es suficiente para humedecer el follaje hasta el punto de escurrimiento, es aconsejable esperar a que la brisa suave o una temperatura más cálida sequen la superficie del follaje antes de comenzar a pulverizar. Una pequeña cantidad de humedad en el follaje (que no produzca escurrimiento) no afectará la calidad de la pulverización. Sin embargo, si hay pronóstico de lluvia, asegúrese de que haya tiempo suficiente para que la pulverización depositada se seque antes de cualquier precipitación. En general, se considera adecuado disponer de seis horas de tiempo de secado/alimentación en estas circunstancias.

Este intervalo de precaución de seis horas se puede reducir bajo determinadas circunstancias. Por ejemplo, si la pulverización se completa por la mañana y se ha dispuesto el suficiente tiempo para que la pulverización depositada se seque en el follaje, especialmente en condiciones soleadas;

Figura 4.9: Relación temperatura/humedad relativa que evidencia las condiciones meteorológicas seguras y no seguras para la pulverización de Foray



una lluvia vespertina no debería tener un impacto negativo sobre la pulverización.

Sin embargo, si la pulverización se lleva a cabo durante un clima frío y nublado que empeora posteriormente en aguaceros, la pulverización depositada no estará expuesta a la luz solar suficiente para que seque adecuadamente.

Existe una gran subjetividad respecto a la interpretación del grado de humedad del follaje que puede resultar perjudicial para la pulverización aérea. Esta falta de estandarización llevó al desarrollo de la "Escala Domino de humedad del follaje" destinada para que la usen los observadores en tierra durante las operaciones de control de la polilla gitana en Wisconsin. Se identificaron cinco niveles de humedad de las hojas que actualmente los observadores en tierra utilizan para evaluar la humedad del follaje en las áreas de tratamiento.



Desempeño

Se debe esperar un período de seis horas sin precipitaciones para que los depósitos de pulverización de Foray se adhieran al follaje y se sequen.

ESCALA *DOMINO* DE HUMEDAD DEL FOLLAJE

1. **Seco**: al contacto con los dedos, no se ve ni se siente humedad cuando se sacude la rama o se frota el follaje.
2. **Rociado**: se puede sentir humedad al frotar el follaje.
3. **Húmedo**: solo salen varias gotas de agua de una rama cuando se agita.
4. **Mojado**: ha llovido en algún momento de la noche. Cuando se sacude una rama, cae una buena cantidad de agua, comparable a una salpicadura.
5. **Empapado**: recientemente ha llovido; cuando se sacude una rama, simula una lluvia constante.

(John Domino, Departamento de Agricultura, Comercio y Protección del Consumidor de Wisconsin).

Operaciones en clima frío

Las pulverizaciones aéreas sobre los bosques generalmente se llevan a cabo en una mas forestal en el que el nuevo follaje se ha expandido al menos parcialmente y la temperatura ambiente favorece la alimentación de las larvas. En latitudes superiores, tales condiciones pueden proporcionar variaciones considerables de la temperatura diurna, y la posibilidad de que se alcancen temperaturas cercanas al punto de congelación durante la noche.

Algunos procedimientos en los que se emplea el sentido común minimizan los posibles problemas de flujo al aplicar la Btk en condiciones de clima frío:

- Si es posible, almacene el producto a granel, ya que es menos probable que experimente cambios de temperatura y viscosidad.
- Antes de cargar la aeronave, recircule cualquier producto que puedan contener las mangueras de carga de regreso a los contenedores de almacenamiento a granel. Esto garantizará que todo el producto tenga una viscosidad similar y permitirá una revisión rápida del equipo antes de que la aeronave se cargue con el producto.

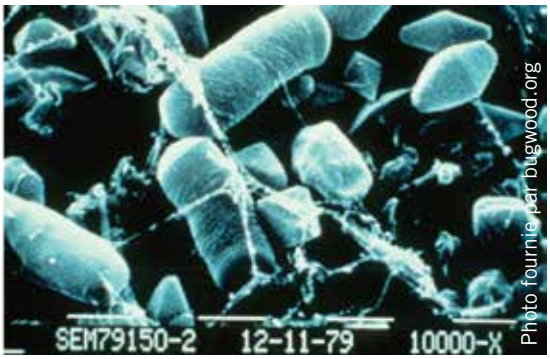
Preguntas frecuentes

Sección 5



5.1 ¿QUÉ ES FORAY?

Foray es la marca comercial de un insecticida biorracional microbiano producido por Valent BioSciences. Contiene las esporas y proteínas cristalinas únicas producidas por una bacteria natural, *Bacillus thuringiensis*, subespecie *kurstaki* (Btk). Estos componentes biológicos se mezclan con ingredientes aprobados y agua para elaborar el producto final. Foray es de uso común para proteger muchos bosques, parcelas arboladas y áreas forestales residenciales ante plagas de orugas defoliantes.



5.2 ¿QUÉ ES LA *BACILLUS THURINGIENSIS* O BT?

Bacillus thuringiensis, o Bt, es una bacteria formadora de esporas que se origina naturalmente en la mayoría de regiones del mundo. Se puede encontrar en el suelo, en hojas en forma de aguja, y en otras condiciones ambientales comunes. Al crecer y reproducir las esporas, la bacteria también produce proteínas cristalinas únicas. Al ser ingeridas, estas proteínas de origen natural son tóxicas para ciertos insectos, pero no para los seres humanos, aves ni otros animales.

La *Bacillus thuringiensis* fue aislada por primera vez en colonias de gusanos de seda en Japón a principios del siglo XX, pero su nombre se debe a la ciudad de Turingia en Alemania donde se descubrió, años más tarde, que servía para eliminar a las polillas de la harina. En 1938 se lanzó el primer producto comercial en Francia, pero no despertó realmente un interés comercial considerable sino hasta finales de la década de los cincuenta y principios de la década de los sesenta.

En la actualidad se producen comercialmente varias cepas de la Bt en varios países y se utilizan para controlar las plagas en los sectores de la silvicultura, la agricultura y la salud pública.

5.3 ¿CUÁNTAS VARIEDADES HAY DE BT?

Existen docenas de variedades o subespecies de la Bt y no todas comparten las mismas características. La subespecie kurstaki de la *Bacillus thuringiensis* (Btk) es la más utilizada y protege los cultivos agrícolas, árboles frutales y bosques rurales y urbanos contra la defoliación originada por las larvas de lepidópteros.

Otras subespecies de la Bt de uso comercial desarrolladas por Valent Health incluyen las subespecies aizawai, activa contra las plagas de lepidópteros; israelensis, activa contra las larvas de mosquito, jején y mosca negra; sphaericus, activa contra las larvas de mosquito, y tenebrionis, activa contra algunas larvas de escarabajos comedores de hojas.

5.4 CÓMO FUNCIONA LA BTK?

Para que tenga un efecto mortal, las larvas objetivo deben ingerir Btk. La bacteria ingerida no mata a las larvas de inmediato, sino que desencadena una serie de eventos que provocan la muerte de las larvas a través de múltiples formas (sepsis e inanición).

Tras su ingestión, los metabolitos de los cristales de proteínas (protoxinas) producidos por la bacteria Btk comienzan a interactuar inmediatamente con el entorno alcalino altamente específico

que se encuentra en el intestino de las larvas de lepidópteros. El intestino del insecto se paraliza, lo que lleva a que la larva deje de alimentarse en cuestión de minutos. En poco tiempo, afecta la pared del intestino medio: se forman agujeros en el revestimiento del intestino medio y las esporas de Btk contenidas en Foray comienzan a desarrollarse. La destrucción continua de la pared del intestino medio permite que las bacterias ingresen al sistema circulatorio del insecto objetivo, provocando una infección a gran escala y la muerte.

Este proceso suele ocurrir en un solo día, pero puede tardar entre 3 y 5 días. Sin embargo, es importante señalar que el insecto deja de alimentarse a los pocos minutos de consumir Foray.

5.5 ¿LA BTK SE ORIGINA DE FORMA NATURAL?

Sí. El suelo es el ambiente natural de la Btk. Su nicho ecológico incluye completar su ciclo de vida por medio de la infección de larvas del orden Lepidoptera. Varias especies y cepas de la Bt se aislaron de suelos urbanos, forestales y agrícolas mucho antes de que dicho material se usara en programas de control de insectos. Se ha detectado Bt en suelos y otros sustratos en todo el mundo, incluidos Canadá, Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia e Israel. El Bt también se puede encontrar en las hojas de árboles caducifolios y coníferos, y así mismo se han encontrado algunas variedades en elevadores de granos y granos en polvo.

5.6 ¿CÓMO SE FABRICA FORAY?

Foray se produce a partir de Btk mediante un proceso de fermentación a escala industrial propio, desarrollado por Valent Health y realizado en sus instalaciones de fabricación de última generación en Osage, IA. Este proceso es similar al proceso tecnológico usado en la producción de antibióticos.

El proceso comienza con un pequeño matraz de inoculado de Btk puro que se introduce en tanques de fermentación esterilizados y herméticos junto con una combinación optimizada de medios de crecimiento, agua, calor y aireación (entre otros). A medida que las bacterias se reproducen, se monitorean y controlan de manera precisa todos los aspectos del caldo de fermentación. Foray es único en el sentido de que su fabricación, de calidad comprobada, incluye un proceso de bioensayo por etapas para validar su eficacia en insectos vivos a lo largo del proceso de producción y formulación final. El caldo de fermentación que contiene las esporas y las proteínas cristalinas se formula con ingredientes aprobados y agua para preparar la formulación final de Foray.

5.7 ¿QUÉ DISTINGUE FORAY DE LOS INSECTICIDAS QUÍMICOS?

El Btk no es un insecticida químico, más bien es un agente de origen natural. Los pesticidas químicos tienen un único modo de acción (haciéndolos susceptibles a la resistencia desarrollada a los insecticidas) y normalmente matan una gama más amplia de insectos, incluidas especies benéficas. El ingrediente activo de Foray es una bacteria natural, *Bacillus thuringiensis*, subespecie *kurstaki*, cepa ABTS-351. Esta cepa de El Btk produce un perfil finamente equilibrado de cuatro diferentes protoxinas específicas para las larvas de ciertas orugas.

Esto significa que las especies no objetivo (aves, abejas, peces, humanos) no se ven afectadas por Foray. Foray se biodegrada rápidamente en la naturaleza, a diferencia de varios pesticidas químicos que generan subproductos y residuos de impacto ambiental. La mayoría de formulaciones de Foray están aprobadas para su uso en la elaboración de productos orgánicos certificados.



El laboratorio de bioensayo de orugas

Los expertos en entomología de Osage conservan colonias de insectos de manera diligente, a fin de proporcionar un suministro continuo de insectos para realizar pruebas de bioensayo. Los insectos se conservan en varias etapas de sus ciclos de vida para garantizar poblaciones consistentes y saludables.



Preservación de la colonia de insectos

Los expertos en entomología de Osage conservan colonias de insectos de manera diligente, a fin de proporcionar un suministro continuo de insectos para pruebas de bioensayo. Los insectos se conservan en varias etapas de sus ciclos de vida para garantizar poblaciones consistentes y saludables.



Fermentador

La fermentación a gran escala se usa para criar microorganismos por medio de un proceso patentado que incluye controles y monitoreo sofisticados. El proceso de fermentación dura varios días y el tiempo de producción varía según el producto. Una mezcla de medios patentados se inocula con cepas de organismos patentadas por Valent Health, y se evalúa continuamente su pureza. Las válvulas y las tuberías permiten el ingreso de varios elementos, como aire y nutrientes.



Sistema de motor y transmisión del fermentador

La fermentación requiere una cantidad significativa de agitación que es producida por un sistema de motor y transmisión montado sobre el tanque. La compuerta grande de la derecha se denomina “pozo de acceso”, y permite que los técnicos accedan al tanque entre series de producción.

5.8 ¿POR QUÉ FORAY ES LA BTK QUE DEBE USAR?

Foray se desarrolló en respuesta a la creciente preocupación entre la comunidad científica, los legisladores y el público en las décadas de los sesenta y setenta respecto al uso de pesticidas químicos. En esa época, los silvicultores entendieron que, si la protección contra las especies defoliadoras iba a seguir estando presente en los futuros esfuerzos de gestión forestal, se necesitaría contar con una alternativa diferente a los insecticidas químicos de amplio espectro. Para tener éxito, el nuevo insecticida debería ser:

- Altamente eficaz cuando se aplicara en dosis pequeñas
- Más específico que los productos químicos sintéticos en cuanto a su efecto en las especies a las que va dirigido
- Formulado de manera que pueda penetrar el follaje denso para alcanzar las hojas objetivo
- Con una descomposición más rápida en el medioambiente que los compuestos químicos sintéticos
- Inofensivo para poblaciones de organismos no objetivo, como abejas, aves, peces y mamíferos
- Similar en costos a los insecticidas químicos

El Btk no fue un éxito inmediato en términos de eficacia y costo, pero la investigación y el desarrollo intensivos han dado como resultado un producto que actualmente cumple con las condiciones anteriores. Foray (registrado por primera vez en 1986), es actualmente el producto de preferencia de la mayoría de los programas de protección forestal en América del Norte y Europa occidental gracias a la ciencia de su formulación, cepa única y calidad superior. Este producto ha obtenido un nivel de aceptación pública sin precedentes y, como resultado, Foray es el larvicida biológico más utilizado en el mundo para proteger los árboles de las infestaciones de insectos, tanto en entornos rurales como urbanos. La base del éxito de Foray es simple y por partida doble: es altamente eficaz y ecológicamente amigable. De hecho, algunas formulaciones de Foray están aprobadas para su uso en la elaboración de productos orgánicos certificados, como el jarabe de arce.

Desempeño

Debido a su gran eficacia y bajo impacto ecológico, Foray es el producto de elección para las actividades locales de erradicación de plagas en América del Norte y en muchos otros lugares del mundo, especialmente para controlar especies invasoras, como la polilla gitana.

5.9 ¿QUÉ TAN EFICAZ ES FORAY?

Se ha demostrado que la eficacia de Foray es comparable a la de las pulverizaciones químicas usadas para el control de muchas plagas de lepidópteros cuando las densidades de población de estas plagas son bajas o moderadas. Dado que el Btk no es sistémica y requiere ingestión, es menos probable que sea tan eficaz como los insecticidas químicos cuando las poblaciones de plagas son extremadamente grandes, salvo que se realicen múltiples pulverizaciones.

Sin embargo, una estrategia de control de plagas forestales no necesariamente debe matar a todos los insectos que se desea controlar que



para que tenga éxito. De hecho, los estudios indican que existen beneficios de mantener algunos insectos dañinos en un área para apoyar la población de enemigos naturales.

Debido a que las larvas pueden tardar unos días en morir después de una pulverización de Foray, no se observa una reducción inmediata en la población de plagas. Es importante que los gerentes de los programas de salud forestal comprendan que, al utilizar Foray, los lepidópteros dejarán de alimentarse a los pocos minutos de ingerirlo y que la muerte de las larvas afectadas es inminente.

Dependiendo del ciclo de vida de las plagas y las condiciones climáticas, es posible que sea necesaria más de una pulverización de la Btk para alcanzar el nivel deseado de control.

Cuando el objetivo de un programa de control es la erradicación, una sola pulverización de Btk puede ser un poco menos eficaz para reducir la población a cero que algunos insecticidas químicos. Sin embargo, debido a su bajo impacto en los organismos no objetivo, Btk es el producto elegido en la mayoría de programas de control de plagas forestales (incluidas las erradicaciones) llevados a cabo en América del Norte y en todo el mundo.

5.10 ¿ES FORAY NOCIVO PARA LOS SERES HUMANOS Y LOS ANIMALES?

Según lo exigido por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y la Agencia Reguladora de Manejo de Plagas (Pest Management Regulatory Agency, PMRA) del Health Canada, se han llevado a cabo exhaustivos estudios orales e intravenosos con Foray en animales. No se encontraron evidencias de ningún efecto venenoso, infeccioso o causante de enfermedad. En las pruebas de inhalación con Btk, no se presentó mortalidad, y se demostró que Btk tiene un bajo potencial patogénico.

También se llevaron a cabo estudios sobre la ingestión, contacto con la piel, respiración e irritación ocular de Foray en animales. No se observaron efectos tóxicos durante la ingestión o inhalación de cantidades significativas de Foray. En las pruebas, cuando se aplicó Foray directamente en la piel y en los ojos, se observó irritación temporal cutánea leve e irritación temporal ocular moderada. Tales efectos fueron totalmente reversibles.

Además, EPA y PMRA han determinado que Foray está exento de tolerancia residual. Debido a esta exención, no hay un periodo requerido para su reintroducción a un área pulverizada en el curso de los programas de control de plagas patrocinados por el Gobierno.

Sostenibilidad

Foray se basa en una bacteria de origen natural que habita el suelo, *Bacillus thuringiensis*, subespecie *kurstaki* (Btk). Si bien es muy eficaz contra diversas especies de lepidópteros, el Btk tiene poco o ningún impacto en las especies no objetivo y el medioambiente circundante. De hecho, con frecuencia, el Btk y otros microbios comunes se encuentran en la sangre, orina y otras muestras de personas sanas.



Operaciones

Mantener condiciones apropiadas es esencial para que Foray sea eficaz. La Btk es sensible a la luz solar y el calor, y es más efectiva entre 3 y 7 días después de la pulverización. Dado que Foray debe ser ingerido para matar a los insectos objetivo, las pulverizaciones son más exitosas cuando las larvas en estadios pequeños y medianos se alimentan de manera regular.



Fotografía cortesía del Servicio Forestal de los Estados Unidos

Como parte de su estrategia de pulverización, se les recomienda a los gerentes de salud forestal y pulverizadores establecer una comunicación proactiva con el público.

Finalmente, la Btk ha sido utilizada ampliamente en el manejo de plagas forestales urbanas y rurales con fines comerciales durante más de 40 años. Durante este tiempo se ha acumulado un registro estable de seguridad y salud.

5.11 ¿QUÉ EFECTO TENDRÁ LA BTK EN LAS PERSONAS, ESPECIALMENTE AQUELLAS CON INMUNODEFICIENCIA, ASMA O ALERGIAS?

La Bt es una bacteria común que se encuentra en los suelos de todo el mundo. Todos los días, las personas están expuestas a la Bt y a muchos otros microbios. Muchos de los microbios que encontramos, incluida la Btk, no producen toxinas que afecten a los seres humanos. Con frecuencia, la Btk y otros microbios comunes se encuentran en la sangre, orina y otras muestras de personas sanas. Se ha demostrado que la presencia de la Btk en las muestras de especímenes de pacientes no es indicativa de efectos tóxicos o patológicos. Como sucede con otros microbios presentes de forma natural en el medioambiente, se puede detectar como un organismo contaminante insignificante entre los organismos que causan infecciones y que son aislados de las muestras de los pacientes.

Los individuos con enfermedades inmunodeficientes tienen más probabilidad de verse afectados por microbios que normalmente son controlados por un sistema inmunológico sano. Estos microbios se denominan patógenos oportunistas, y la Bt no se considera uno de ellos.

Es poco probable que la exposición a la pulverización de la Btk provoque el desarrollo de nuevas alergias, asma u otras reacciones hipersensibles. Los individuos con alergias, asma o reacciones hipersensibles preexistentes, especialmente aquellos vulnerables a la exposición normal al suelo, el humo y agentes contaminantes, podrían sentir algunos efectos temporales. Tenga



en cuenta que en los estudios realizados por los organismos de salud pública de Canadá y Nueva Zelanda no se observó un aumento de la incidencia de casos de asma en los niños que residían dentro de un área de tratamiento en comparación con los niños que viven fuera de la misma.

El nivel de exposición a Btk debido al programa de pulverización aérea es muy bajo en comparación con los niveles utilizados en pruebas relacionadas con la seguridad y salud. Se ha demostrado que la Btk representa un riesgo bajo para los residentes de áreas forestales residenciales cuando se aplica desde el aire para controlar los defoliadores forestales. Ese historial de seguridad se ha confirmado por más de 40 años de uso en pulverizaciones urbanas y rurales.

Si bien puede ser cierto que las pulverizaciones de Foray no plantean riesgos para la salud humana, es aconsejable que los gerentes y pulverizadores de los programas de salud forestal establezcan una comunicación activa con el público como parte de su estrategia de pulverización. Los individuos con cualquiera de las afecciones médicas específicas anteriormente descritas, deberían considerar consultar a su médico antes de iniciar el programa de pulverización. Además, los residentes en las áreas de tratamiento tal vez deseen permanecer protegidos en sus viviendas durante el tiempo real del tratamiento, para permitir que las finas gotas se depositen en el follaje.

5.12 ¿FORAY PUEDE DAÑAR LAS PLANTAS?

Foray ha sido pulverizado sobre millones de acres de árboles y plantas. No se conocen informes sobre ningún daño a las plantas. Foray y otros productos de Bt producidos por Valent BioSciences se usan comúnmente en agricultura comercial, huertas y viveros.

5.13 ¿FORAY ES NOCIVO PARA LOS ANIMALES, AVES Y POBLACIONES DE INSECTOS BENEFICIOSOS NO OBJETIVO?

No. Foray ha sido probado en mamíferos, aves y otros insectos. En ningún caso se observaron efectos nocivos cuando se probó en dosis mucho mayores a los niveles a los cuales estos organismos estarían expuestos durante un programa habitual de pulverización forestal o de árboles urbanos.

5.14 ¿FORAY ES NOCIVO PARA LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS?

Foray no ha mostrado efectos adversos en medios acuáticos. La Btk ha sido probada en peces de agua dulce e invertebrados acuáticos. Después de las pruebas de exposición prolongada, no se observaron efectos adversos.

5.15 ¿LA BTK SE PUEDE DESARROLLAR Y REPRODUCIR EN EL MEDIOAMBIENTE?

La Btk es una bacteria que se encuentra de forma natural en el medioambiente, pero que requiere condiciones alcalinas para completar su ciclo de vida. Por lo general, la forma vegetativa de la Btk no se adapta bien al suelo, y requiere del hábitat especializado de insectos vulnerables para subsistir. Sin embargo, las endosporas de la Btk pueden sobrevivir en algunos suelos durante al menos cuatro meses. El follaje, el agua y los suelos ácidos no son entornos aptos para el desarrollo y reproducción de la Btk. En estos entornos, la Btk se degradará bastante rápido.

5.16 ¿LOS INSECTOS QUE SE DESEA CONTROLAR PODRÍAN DESARROLLAR RESISTENCIA ANTE LA BTK?

Es muy poco probable que las plagas forestales desarrollen resistencia a la Btk. Para que una especie de insecto desarrolle resistencia a un pesticida, debe producir varias generaciones por año y debe estar expuesta a múltiples pulverizaciones del pesticida en un periodo de tiempo relativamente corto. Además, es fundamental que se presente una dinámica 1:1 de ingrediente activo a zona receptora entre los insecticidas químicos y las plagas objetivo para que se desarrolle la resistencia. No se han observado casos de resistencia a Foray en campo, incluyendo sus múltiples modos de acción y un perfil de protoxinas múltiples. Como resultado del efecto combinado de todos estos factores, es muy poco probable que se desarrolle resistencia a la Btk en pulverizaciones forestales.

Cabe señalar que se utilizan programas de pulverización más intensivos para controlar las plagas agrícolas y que se han registrado algunos incidentes de resistencia a la Bt después de repetidas pulverizaciones (10-20 por temporada) de la Btk para controlar la polilla del repollo. En cuanto a la silvicultura, solo se pulveriza una zona muy pequeña de todo el bosque, y es posible que dicha zona no sea tratada más de dos o tres veces durante todo el periodo de vida de los árboles. Por ello, la exposición de la población de plagas a la Btk sigue siendo extremadamente baja.

Se ha demostrado que las técnicas de implantación de genes de la Btk en los cultivos alimenticios y de algodón pueden causar que las especies que se alimentan de las plantas desarrollen resistencia. Sin embargo, estos genes no manifiestan el perfil completo de las protoxinas presentes en Foray, ni tampoco esas plagas de insectos en particular causan infestaciones en las especies de árboles. También es muy poco probable que el material genético de la Btk se implante alguna vez en especies de árboles forestales.

5.17 ¿QUÉ OTROS COMPONENTES TIENE FORAY ADEMÁS DE LA BTK? ¿ESTOS OTROS INGREDIENTES SON NOCIVOS PARA EL MEDIOAMBIENTE?

Foray es un insecticida biológico que contiene esporas y proteínas en forma de cristal producidas por la bacteria *Bacillus thuringiensis*, subespecie *kurstaki* o Btk, la cual se produce naturalmente. Foray es un insecticida muy selectivo, y no está diseñado como un control de amplio espectro.

Todos los productos de la Bt, líderes en la industria de Valent Health incluido Foray, se producen de la misma manera. La Btk se cultiva en grandes tanques cerrados de fermentación. Foray se fabrica utilizando ingredientes y tecnología similares a aquellos usados para producir muchos productos farmacéuticos, cerveza o licores. Durante la fermentación, la bacteria (Btk) se reproduce en un caldo de cultivo preesterilizado que contiene fuentes de alimentación básicas como maíz, papas, granos, etc. Después de que se haya completado el proceso de fermentación y de que la bacteria se

desarrolle, se recoge el material de fermentación, incluido la Btk. Este material se convierte en el ingrediente básico de Foray.

Este ingrediente básico está compuesto por la Btk, que es el ingrediente activo, y por el material residual de desarrollo de fermentación y agua. El agua y el material residual de desarrollo de fermentación se consideran "materiales inertes" o inactivos, debido a que no son "activos" contra los insectos. Además, a este material de fermentación, Btk y agua, se agregan otros materiales inertes, con el fin de elaborar las formulaciones finales de Foray. Estos otros ingredientes forman una pequeña parte de la formulación total.

Por ejemplo, cerca del 90 % de Foray 48B está compuesto por agua, material residual de desarrollo de fermentación y la Btk. El otro material inerte es un carbohidrato aprobado para alimentos.

Los demás ingredientes inertes se agregan para conservar la calidad de la formulación de Foray, a fin de que sea más fácil de manipular y pulverizar, y para proteger la actividad de la Btk. Algunos de estos ingredientes ayudan a asegurar la calidad microbiana y la pureza de la formulación de Foray, actuando para controlar el nivel de posibles microorganismos naturales contaminantes. Estos ingredientes, agregados en muy pequeñas cantidades para controlar bacterias y moho contaminantes, también se usan en muchos alimentos en Canadá y los Estados Unidos para el mismo propósito. Todos los componentes de las formulaciones de Foray están aprobados por la EPA y la PMRA, y muchos de ellos se utilizan en la alimentación o en la producción de alimentos. La mayoría de formulaciones de Foray están aprobadas para su uso en la elaboración de productos orgánicos certificados.

Sostenibilidad

Todos los ingredientes inertes en las formulaciones de Foray se incluyen en el CFR n.º 40 180.1001. Esta lista ha sido designada por la EPA de los Estados Unidos como "exenciones de los requisitos de tolerancia de residuos de productos agrícolas primarios".

5.18 ¿CÓMO PODEMOS PROBAR QUE LA BTK NO ES UN PRODUCTO NOCIVO?

No se puede probar algo negativo. En el caso de Foray y otros insecticidas basados en Bt de la VBC, podemos referirnos a datos empíricos de décadas y demostrar que cuando se aplica la Btk siguiendo las instrucciones de la etiqueta, conlleva un riesgo bajo, permisible para las poblaciones de organismos no objetivo, ya sean aves o humanos.

Como organización, debemos establecer estándares y no permitimos la venta de productos comerciales hasta que dichos estándares de seguridad establecidos por la comunidad científica y los legisladores, se cumplan. Foray cumple o supera los estándares de seguridad establecidos en los Estados Unidos, Canadá y todos los demás países. Cabe señalar que Canadá cuenta con los estándares reglamentarios más exigentes en el mundo. La mayoría de formulaciones de Foray están aprobadas para su uso en la elaboración de productos orgánicos certificados.

5.19 ¿FORAY DAÑARÁ LAS SUPERFICIES DE AUTOMÓVILES??

No. No hay ninguna sustancia en Foray que dañe las superficies de automóviles. Los productos Foray están formulados para que se adhieran a la superficie de las hojas cuando están secas. Por ello, es más fácil retirar el depósito de pulverización de cualquier superficie mientras aún esté húmedo. Para retirar los sedimentos secos de Foray de cualquier superficie, simplemente enjuague las gotas secas con agua, y luego limpie con una esponja o paño suave. Al igual que con muchas otras sustancias extrañas como deposiciones, excrementos de aves o residuos de insectos pulverizados, es posible que se necesite un producto de limpieza con etiqueta permanente para lavado de automóviles si la pulverización seca permanece en la superficie durante varios días. Entre más pronto se limpie la superficie, más fácil será retirar las gotas de producto pulverizado.

Apéndices

APÉNDICE 1: FUENTES Y RECURSOS 69

APÉNDICE 2: CONTENEDORES DEL PRODUCTO FORAY Y SUS DIMENSIONES 73

APÉNDICE 3: PLAGAS DE INSECTOS CONTROLADAS CON LA BTK DE FORAY 74

APÉNDICE 4: REFERENCIAS 76

APÉNDICE 5: PERFIL TOXICOLÓGICO DE FORAY 78

APÉNDICE 6: INFORMACIÓN DE CONTACTO DE SALUD FORESTAL DE VALENT HEALTH DE LOS BOSQUES (DES FORÊTS) 80

APÉNDICE 1: FUENTES Y RECURSOS

Esta sección lista los fabricantes del equipo y productos, y las fuentes de información que pueden facilitar las operaciones. Hemos procurado que este manual sea lo más completo posible, pero invariablemente podemos haber omitido algunos contactos clave. Comuníquese con nosotros en caso de que falte información; procuraremos incluir dicha información en versiones futuras. Las referencias que se usan en la elaboración de este manual figuran en el Apéndice 4.

Como siempre, si el nombre de un proveedor aparece en nuestra lista, no se debe considerar como una promoción por parte de Valent Health. Por el contrario, es un proveedor reconocido por la industria de dicho producto o servicio.

Los negocios trasladan sus sedes o se fusionan, las direcciones de correo postal y electrónicas cambian, aparecen nuevos códigos de área y los sitios web pueden cambiar. Al momento de redactar el presente, se han hecho todos los esfuerzos para que toda la información esté actualizada. Si usted encuentra que alguna información está desactualizada, comuníquese con Valent Health, a fin de que podamos actualizar la información para la próxima edición del presente manual.

ATOMIZADORES

Hidráulicos

Boquillas TeeJet

Spraying Systems Company
200 W. North Ave.
Glendale Heights, Illinois USA 60139
Tel.: 1 630 665-5000
Fax: 1 630 260-0842
Sitio web : www.spray.com

Pulverizaciones rotativas

Pulverizadores de micrones (Micronair)
Bromyard Industrial Estate,
Bromyard, Herefordshire,
HR7 4HS, U.K.
Tel.: +44 (0) 1885 482397
Fax: +44 (0) 1885 483043
Micronair
Bembridge Fort
Sandown, Isle of Wight, PO36 8QY
Inglaterra
Tel.: +44 1983 406111
Fax: +44 1983 404461



Fotografía cortesía de Micron Group

Para obtener mayor información sobre distribuidores locales, atomizadores rotativos y equipos de pulverización adicionales, consulte su sitio web.

Sitio web:

http://www.microngroup.com

MEDIDORES DE FLUJO

Monitores de flujo y sistemas de registro de datos de Crophawk

Onboard Systems
13915 NW 3rd Court
Vancouver, WA 98685 USA
Línea de atención gratuita: 800-275-0883
Tel.: 360 546 3072
Fax: 360 546 3073
Sitio web: https://www.onboardsystems.com

Turbinas de monitoreo de flujo y sistemas de registro de Micronair: consulte Micronair, página 69.

EQUIPOS DE GPS DIFERENCIAL

FABRICANTES

La mayoría de los fabricantes de DGPS ofrecen actualmente un conjunto completo de equipos de control de pulverización aérea, incluyendo controles de flujo vinculados a DGPS, encendido y apagado automáticos, compuertas de medición granular y software de gestión de flotas. Algunas empresas, como AG-NAV, incluso ofrecen software de optimización de la pulverización y sistemas meteorológicos integrados.

AG-NAV
30 Churchill Drive
Barrie, Ontario, Canadá L4N 8Z5
Línea de atención gratuita: 1-800-99-AG-NAV (24-628)
Tel.: 905-764-3744
Fax: 905-764-3792
Sitio web: https://www.agnav.com

DynaNav Systems Inc
730-11731 Baynes Road
Pitt Meadows Airport
Pitt Meadows, British Columbia
Canada V3Y 2B3
Línea de atención gratuita: 1 877 333 9626
Tel.: 1 604 4645 009
Fax: 1 604 465 0084
Sitio web: http://www.dynanav.com

Satloc
Transland LLC
1206 Hatton Rd., Suite A,
Wichita Falls, Texas 76302
Tel.: 1 940 687 1100
Fax:1 940 687 1941
Sitio web: http://www.satloc.com/

TracMap
15 East Gabilan St.,
Salinas CA 93901 USA
Línea de atención gratuita: 1 888 656 3165
Tel.: 1 831 800 6768
Sitio web: www.tracmap.com

TECNOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE GOTAS

Stainalysis de REMSpC está disponible en línea de forma gratuita.

Para descargar el software, visite http://www.remspc.com/Stainalysis/

MARCADORES Y TINTAS DE COLORES

Varios fabricantes producen actualmente tintas en polvo o líquidas, específicas para pruebas de patrones de pulverización. Recuerde; cuando utilice tinta para dar color al pulverizador para facilitar el escaneo y la evaluación de las gotas, use una gran cantidad de tinta para asegurar una coloración adecuada de las gotas pequeñas. De lo contrario, estas gotas de gran importancia a pesar de su pequeño tamaño, no serán lo suficientemente oscuras como para proporcionar un contraste visible para la detección y el análisis de imágenes por parte de los dispositivos de escaneo.

Las tintas en polvo son generalmente menos costosas que las líquidas, pero deben mezclarse bien con agua antes de incorporarlas al tanque de pulverización.

Las tintas líquidas son más fáciles de usar, pero pueden tener algunas restricciones de transporte.

Las tintas que se utilizaban comúnmente para estos fines ya no se producen o están restringidas únicamente a usos industriales. Se recomienda que consulte con los fabricantes sobre sus necesidades específicas.

BASF Chemical:
Indicador de pulverización Turf Mark® 10059
Sitio web: https://betterturf.basf.us
Disponible a través de numerosos proveedores en línea

Milliken Chemical:
Tinta para el césped Blazon®
920 Milliken Rd.,
Spartanburg South Carolina,
USA 29303
Línea de atención gratuita: 1 800 910 5592
Fax: 866 503 2430
Sitio web: https://chemical.milliken.com

Sensient Colors:
Colorante de pulverización SensiPro™
Sensient Technologies Corporation
World Headquarters
777 East Wisconsin Avenue
Milwaukee, Wisconsin 53202-5304 USA
Tel.: 1 414-271-6755
Sitio web: www.sensientindustrial.com

TINTA PARA EL CÉSPED BLAZON
Milliken Chemical: América del Norte, Europa

SENSI-PRO, POLVO Y LÍQUIDO
Sensient Colors, Global

TURF MARK, DIVERSOS POLVOS Y LÍQUIDOS
BASF Chemical: Global

TARJETAS DE CARTÓN Y PAPELES DEL DEPÓSITO DE PULVERIZACIÓN

CCartones Kromekote

El papel Kromekote® ha sido utilizado durante muchos años en la impresión de folletos, calendarios, etc. Se recomienda utilizar cartón brillante por ambos lados para evitar que el cartón se deforme en ambientes húmedos; esto se denominará Kromekote C/2S.

Dado que los factores de dispersión variarán dependiendo de la calidad del cartón 'Kromekote' utilizado, se prefiere utilizar un solo proveedor para los cartones de pulverización, o al menos determinar la marca y las especificaciones del cartón que se utiliza, de modo que tenga consistencia en su cartón.

Muchas imprentas cuentan con existencias de dichos cartones con revestimiento y podrán cortarlos según el tamaño solicitado. El tamaño ideal de los cartones Kromekote para un análisis típico de depósitos de pulverización de la Btk es de 2" × 3" a 3" × 5"(5 cm × 7,5 cm a 7,5 cm × 12 cm).

Solicite “cartones con revestimiento en ambas caras”

Cartones sensibles al agua

Fabricados por Syngenta y actualmente disponibles a través de varios proveedores, incluyendo aquellos de descuento en línea. Un proveedor universal es TeeJet Technologies, una división comercial de Spraying Systems. Además, numerosos distribuidores locales de

equipos de aplicación de plaguicidas y puntos de venta al por menor similares también ofrecen el suministro de papeles sensibles al agua. (Gempler's, Sprayer Depot, etc.)

TeeJet Technologies,
200 W. North Ave
Glendale Heights, Illinois
USA 60139
Tel.: 1 630 665 5000
Fax: 1 630 665 529
Sitio web: www.Teejet.com (Buscar soporte técnico > Información técnica sobre boquillas > Accesorios de calibración/ajuste)

Numerosos distribuidores locales de equipos de aplicación de plaguicidas y puntos de venta al por menor similares también ofrecen el suministro de papeles sensibles al agua. (Gempler's, Sprayer Depot, etc.)

SELLOS DE BOMBAS

Las siguientes empresas incluyen los principales fabricantes de sellos mecánicos de bombas; estos proveedores pueden remitirlo a los distribuidores que ofrecen servicios en su área.

FlowServe®, Inc.
5215 N. O'Conner Blvd., Ste 2300
Irving Texas, USA 75049
Tel.: 1 972 443 6500
Fax: 1 972 443 6800
Sitio web: www.flowserve.com

John Crane® Inc.
227 West Munroe St.
Suite 1800
Chicago, Illinois, USA 60606
Tel.: 1 312 605 7882
Sitio web: www.johncrane.com

US Seal Manufacturing™
400 Apgar Dr #A,
Somerset, Nueva Jersey
USA 08873
Línea de atención gratuita: 1 800 243 5489
Tel.: 1 732 667-1100
Fax 1 877 849 7325
Sitio web: www.ussealmfg.com

NOTIFICACIÓN DE DERRAMES

Red de Notificación de Derrames de CHEMTREC (800) 424-9300

El Centro de Emergencias de Transporte Químico (Chemical Transportation Emergency Center, Chemtrec) es una empresa de servicios públicos de la Manufacturing Chemist Association que se encarga de las emergencias en el transporte de químicos.

En caso de que ocurra una emergencia al transportar químicos, CHEMTREC brinda asesoría inmediata a aquellos que se encuentren en el lugar de una emergencia, y se comunica inmediatamente con el transportador de los químicos para proporcionarle una asistencia más específica y realizar un seguimiento adecuado.

APÉNDICE 2: CONTENEDORES DEL PRODUCTO Y SUS DIMENSIONES



TAMBOR

Diámetro externo:	23 1/4"
Altura externa:	34 3/4"
Color:	azul
Cuerpo:	polietileno de alto peso molecular con protección contra luz ultravioleta.



CARGA A MINIGRANEL

Capacidad:	275 gal/1000 l
Longitud:	47 1/4"
Ancho:	40"
Altura:	45 3/4"
Color:	blanco
Cuerpo:	polietileno de alta densidad moldeado por soplado
Jaula:	barra de acero sólido de 1/4"
Puerto de llenado:	6"
Válvula de descarga:	válvula de esfera de 2" Roscado NPT
Apilamiento:	máximo dos de alto



CAMIÓN CISTERNA DE CARGA A GRANEL

Capacidad:	hasta 7000 gal
Longitud del tanque:	43'
Altura del tanque:	12'
Descarga:	desde el centro o la parte trasera

APÉNDICE 3: PLAGAS DE INSECTOS CONTROLADAS CON LA BTK DE FORAY

El insecticida biológico de Foray (Btk) está registrado para ser utilizado en una gran variedad de plagas grandes y pequeñas de lepidópteros de bosque en muchos países del mundo. La Tabla 1 muestra una lista de los lepidópteros de bosque más comunes contra los cuales Foray ha sido usado de manera eficaz.

Tabla 1. Plagas más comunes controladas mediante el uso de Foray.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	HUÉSPED(ES) PRINCIPAL(ES)
Gusano de la yema de la pícea del este de América del Norte	*Choristoneura fumiferana*	Abeto balsámico (*Abies balsamea*), pícea blanca, pícea negra, pícea roja (subespecie *Picea*)
Gusano de la yema de la pícea del oeste de América del Norte	*Choristenaura occidentalis*	Abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*, variedad *glauca*), abetos verdaderos (subespecie *Pseudotsuga*), alerce (especie *Larix*), pícea (subespecie *Picae*)
Gusano de la yema de pino de Banks	*Choristoneura pinus pinus*	Pino de Banks (*Pinus anksiana*), Pino silvestre (*Pinus sylvestris*).
Polilla de pino (o lasiocámpido de pino)	*Dendrolimus pini*	Pino silvestre (*Pinus sylvestris*); en ocasiones otras coníferas como abeto (*Abies*), pícea (*Picea*) y alerce (*Larix*)
Polilla Lymantriidae de abeto de Douglas	*Orgyia pseudotsugat*	Abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), abeto de Vancouver (*Abies grandis*), abeto alpino (*Abies lasiocarpa*), abeto del Colorado (*Abies concolor*), y con menos frecuencia en el pino ponderosa (*Pinus ponderosa*), alerce común (*Larix occidentalis*)
Polilla gitana	*Lymantria dispar*	La mayoría de las especies de roble (*Quercus*), así como manzano (*Malus*), tilo americano (*Tilia*), sauce (*Salix*), y muchas otras especies de árboles y arbustos. Se estima que la polilla gitana se alimentará de más de 500 especies de árboles, arbustos y vides.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	HUÉSPED(ES) PRINCIPAL(ES)
Oruga de la cicuta del este de América del Norte	*Lambdina fiscellaria fiscellaria*	Abeto balsámico (*Abies balsamea*), cicuta (*Tsuga canadensis*) y en ocasiones pícea (*Picea*) y alerce (*Larix*)
Oruga de la cicuta del oeste de América del Norte	*Lambdina fiscellaria lugubrosia*	Sitka (*Picea sitchensis*), abeto del Pacífico (*Abies amabilis*), cedro rojo occidental (*Thuja plicata*) y abeto de Douglas (*Pseudotsuga menziesii, variedad glauca*)
Polilla monja	*Lymantria monacha*	Pícea (*Picea*), pino (*Pinus*). Abeto (*Abies*), alerce (*Larix*) roble (*Quercus*), maple (*Acer*), abedul (*Betula*), fresno (*Fraxinus*) y a veces árboles frutales
Procesionaria del pino	*Thaumetopoea pityocampa*	Pino (subespecie *Pinus*), Cedro (subespecie *Cedrus*) y en ocasiones alerce europeo (*Larix decidua*)
Oruga de tienda de campaña	*Malacosoma disstria*	Arce azucarero (*Acer saccharum*), roble rojo americano (*Quercus rubra*), álamo tremblón (*Populus tremuloides*), fresno blanco americano (*Fraxinus americanus*), abedul papirífero (*Betula papyrifera*), árboles frutales y otros

Foray también controla otros insectos defoliadores lepidópteros. Para obtener información sobre la formulación, etiquetas específicas de una región y recomendaciones de pulverizaciones para otros lepidópteros de bosque, comuníquese con su representante de salud forestal de Valent Health.

APÉNDICE 4: REFERENCIAS

Otvos, I.S. y S. Vanderveen. 1993. Environmental report and current status of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* use for control of forest and agricultural insect pests. Forestry Canada y la Provincia de Columbia Británica, Ministerio Forestal; Victoria, BC. 81 págs.

Gypsy Moth Management in the United States: A Cooperative Approach. Final Supplementary Environmental Impact Statement., Vol. 1-4. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; Servicio de Inspección Zoosanitaria y Fitosanitaria. Newtown Square, PA NA – MB – 01–12 de agosto de 2012

(Todos los volúmenes se pueden ver y descargar en http://na.fs.fed.us/pubs/detail.cfm?id=5251)

Bacillus thuringiensis: Biology, Ecology and Safety. Glare, T y O'Callaghan, M. John Wiley & Sons Chichester Reino Unido. 2000 ISBN 0-471-49630-8

World Health Organization *Bacillus Thuringiensis* Environmental Health Criteria #217 Ginebra 1999.

ISBN 92 4 157217 5

Reardon, R., N. Dubois, y W. McLane. 1994 *Bacillus thuringiensis* for managing gypsy moth: A review. Servicio Forestal del USDA, National Center of Forest Health Management, Morgantown, WV. 32 págs. Gypsy Moth Management in the United States: a cooperative approach. Declaración de Impacto Ambiental, vol. I-V, Servicio Forestal del USDA y APHIS (Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal).

Kreutzweiser, D.P., S.S. Capell, y D.R. Thomas.

1994. Canadian Journal of Forest Research 24: 2041-2049 Aquatic insect responses to *Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki* in a forest stream. Phero Tech Inc. y Deloitte & Touche. 1994. A risk assessment of European gypsy moth in British Columbia. Informe elaborado por el Ministerio Forestal de Columbia Británica, Agriculture Canada, y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de Columbia Británica. 73 págs. Reardon, R. y A.E. Hajek. 1995. Gypsy Moth News 39: 3-4 Entomophaga maimaiga in North America: A review.

Richardson, J.S. y C.J. Perrin. 1994. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 51: 1037-1045 Effects of the bacterial insecticide *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk) on a stream benthic community.

Health Risk Assessment of the Proposed 1997-1998 Control Programme for the White-Spotted Tussock Moth in the Eastern Suburbs of Auckland, NZ. A report to the Ministry of Forestry. Public Health Protection Service, Auckland Healthcare Services Limited. Septiembre de 1997, 79 págs.

Reardon, Richard C. 1996. Appalachian Integrated Pest Management Gypsy Moth Project: Summary and Bibliography. Servicio Forestal del USDA. Forest Health Technology Enterprise Team. NA-TP-05-96. 47 págs.

D.R. Miller, R.C. Reardon y M.L. McManus (1995) An Atmospheric Primer for Aerial Spraying of Forests. Servicio Forestal del USDA-Pub. FHM-NC-07-95.

Van Frankenhuizen, K., N. Payne, L. Cadogan, B. Mickle y A. Robinson (1996) Effect of droplet size spectrum and application rate on field efficacy of *Bacillus thuringiensis*. Informe entregado al Spray Efficacy Research Group.

N.R. Dubois, K. Mierzejewski, R. C. Reardon, W.

McLane, y J.J. Witcosky (1994) J. Environ. Sci. Health, B29(4), 679-695 *Bacillus thuringiensis* Field Applications: Effect of Nozzle Type, Drop Size, and Application Timing on Efficacy Against Gypsy Moth. Dubois, Normand R., Richard C. Reardon y Karl Mierzejewksi (1993) Field Efficacy and Deposit Analysis of *Bacillus thuringiensis*, Foray 48B, against Gypsy Moth. Journal Econ. Entomol. 86 (1), págs. 27-33.

Maczuga, Steven A. y Karl J. Mierzejewski (1195) Journal Econ. Entomol. 88 (5) 1376-1379 Droplet Size and Density Effects of *Bacillus thuringiensis kurstaki* on Gypsy Moth.

Otras fuentes de información incluyen informes de investigación interna elaborados por y para Valent Health y bibliografía de fabricantes.

APÉNDICE 5: PERFIL TOXICOLÓGICO DE FORAY

Foray es un insecticida selectivo y microbiano que protege de manera eficaz los bosques de todo el mundo de las larvas lepidópteras defoliadoras, incluidas las polillas gitanas, los gusanos de la yema de la pícea y otras orugas devoradoras de hojas.

El ingrediente activo en Foray, la subespecie *kurstaki* de *Bacillus thuringiensis*, o Btk, es una bacteria que se encuentra de forma natural, generalmente en el follaje y en el suelo. A diferencia de otras sustancias químicas, Foray funciona paralizando rápidamente el sistema digestivo de la plaga después de haber ingerido el ingrediente activo, o Btk, causando que los insectos se dejen de alimentar inmediatamente y que mueran en pocos días. Las formulaciones de Foray se usan para controlar de manera económica y eficaz una amplia variedad de plagas forestales nocivas.

Estudios de toxicidad

Estudios de toxicidad oral

No se ha evidenciado ninguna toxicidad oral en ratas a las cuales se les han administrado 5000 mg de Foray por kilo de peso corporal del animal. Un estudio independiente demostró que una dosis de 108 UFC (unidades formadoras de colonias; una medida de concentración de esporas viables) de Btk no causó efectos tóxicos ni patogénicos.

Estudios de toxicidad por inhalación

No se observaron efectos tóxicos en ratas expuestas a aproximadamente 7 mg de Foray por litro de aire durante 4 horas.

El bajo potencial patogénico de Btk se demostró cuando las ratas fueron expuestas a una concentración de aproximadamente 108 UFC de Btk por litro de aire durante 4 horas. No se han reportado síntomas aparentes de toxicidad por parte de individuos durante el uso de este u otros productos que contienen Btk.

Estudios de toxicidad dérmica

No se observaron efectos tóxicos cuando se aplicaron 2,5 g de Foray por kilo de peso corporal como una exposición de dosis única a la piel de las ratas.

Estudios de irritación cutánea

Cuando se aplicó Foray a la piel de conejos durante 4 horas, se observó una irritación cutánea muy leve y temporal. Todos los signos de irritación desaparecieron de todos los animales en un lapso de dos días después de la aplicación.

Estudios de irritación ocular

Durante un ensayo de irritación ocular en conejos, Foray resultó ser moderadamente irritante. Siete días después de la aplicación de 109 UFC de Btk en el ojo, no había señales de enrojecimiento aparente ni de otros problemas oculares.

Estudios de inyección intravenosa

Una sola dosis intravenosa de 108 UFC de Btk no resultó ser tóxica para las ratas. Tal y como se examinó periódicamente durante los 167 días del estudio, la Btk no se pudo multiplicar en el tejido.

Estudios de toxicidad en peces de agua dulce

No se evidenció toxicidad ni patogenicidad en la trucha arcoíris expuesta a Btk durante 31 días a una dosis de 1010 UFC por litro de agua, ni en la dieta a 1010 UFC por gramo de alimento.

Estudios de toxicidad en invertebrados acuáticos de agua dulce

No se observaron efectos aparentes causados por Btk en Daphnia magna expuesta a 108 UFC de Btk por litro de agua durante 21 días.

Estudios de toxicidad en aves

No se observó toxicidad ni patogenicidad en la codorniz cotuí norteña después de administrar por vía oral 1011 UFC por kilo de peso corporal cada día durante 5 días consecutivos.

No se observó toxicidad ni patogenicidad en ánades reales después de administrar por vía oral 1011 UFC por kilo de peso corporal cada día durante 5 días consecutivos.

Estudios de toxicidad en abejas melíferas

Se concluyó que la LC50 (concentración letal para el 50 % de la población) de Btk en las abejas melíferas fue de 108 UFC por gramo de alimento, y que la concentración sin efecto observado fue de 106 UFC por gramo de alimento.

Estudios de toxicidad en insectos que no se desea controlar

La LC50 de Btk en las crisopas verdes fue mayor a 108 UFC por gramo de alimento, y la concentración sin efecto observado fue de 108 UFC por gramo de alimento.

La LC50 de Btk en las mariquitas fue mayor a 108 UFC por gramo de alimento, y la concentración sin efecto observado por patogenicidad fue de 106 UFC por gramo de alimento.

La LC50 de Btk en una especie de avispas parasitoides fue mayor a 108 UFC por gramo de alimento, y la concentración sin efecto observado fue de 108 UFC por gramo de alimento.

Residuos

Debido a que se ha demostrado que Foray no es tóxico para los organismos no objetivo, los residuos y la precipitación de pulverización no se consideran nocivos.

APÉNDICE 6: INFORMACIÓN DE CONTACTO DE SALUD FORESTAL DE VALENT HEALTH DE LOS BOSQUES (DES FORÊTS)

Valent Health
1910 Innovation Way, Suite 100
Libertyville, IL 60048
U.S.A.

www.valenthealth.com
1-800-323-9597

VALENT HEALTH™

Protecting Life's Potential

valenthealth.com

Valent Health
1910 Innovation Way, Suite 100
Libertyville, IL 60048 USA
© Valent Health 2026
FH 6101SP