

Control de calidad de los tratamientos aéreos contra la procesionaria del pino en Formentera

Germinal Belvis de Miguel¹,
María José Manzano Serrano¹,
Ramón Folgueiras González¹,
Luis Núñez Vázquez²,
María Isidora Santiago Lozano²,
Sandra Closa Salinas²

¹Estudios Medioambientales S.L. (ESMA)

²Servicio de Sanidad Forestal de la Dirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad. Consejería de Medio Ambiente y Territorio. Govern de les Illes Balears.

La procesionaria del pino se detectó por primera vez en la isla de Formentera en el año 2007 (Núñez, 2007) y en 2009 se declaró la existencia oficial de plaga como agente nocivo en las islas de Ibiza y Formentera (BOIB núm. 20, de 07/02/09). A raíz de ello, y estudiando su evolución en sucesivos años, el Servicio de Sanidad Forestal (SSF) perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente y Territorio del Govern de les Illes Balears determinó, a solicitud del Consell insular de Formentera, la realización de varios tratamientos fitosanitarios aéreos con un producto biológico con el objetivo de evitar la expansión de este lepidóptero defoliador (Núñez, 2013), y así proteger las masas de pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) que pueblan la isla.

Estos tratamientos aéreos llevan asociado un control de calidad que garantiza que todos los trabajos, servicios y equipos relacionados con los mismos se ajustan a unos requisitos mínimos, además de asegurar la calidad en cada fase del proceso. Igualmente garantiza el cumplimiento del Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre, por el que se establece el marco de actuación para conseguir un uso sostenible de los productos fitosanitarios.

MATERIAL Y MÉTODOS UTILIZADOS

El producto que se ha empleado es un bioinsecticida microbiológico con actividad por ingestión y por lo tanto selectivo. Su denominación comercial es Belthirul F, y su composición es *Bacillus thuringiensis* (var. *kurstaki*) 17,6 % p/v (17,6 millones de UI/g) p/v (Probelte, 2019).

Se trata de un insecticida agrobiotecnológico formado por bacterias que durante la fase de esporulación producen una toxina insecticida en

forma de cristales proteínicos (proteína Cry). Tras su aplicación, el producto, y por lo tanto la proteína, queda adherido a las acículas del pino; las orugas de procesionaria, al alimentarse, ingieren dicha proteína, que una vez en el tracto digestivo se descompone por la acción de los jugos gástricos alcalinos del insecto. Es entonces cuando se activa la toxina, que se inserta en el epitelio del intestino provocando poros en el mismo que alteran el equilibrio osmótico, paralizando la actividad de las mandíbulas y del trac-

to intestinal, y por lo tanto el cese de la alimentación; ocasionando la muerte de este lepidóptero en su fase de oruga.

Por otra parte, Belthirul F es un producto respetuoso con la entomofauna beneficiosa, debido a que su acción bioinsecticida resulta específica para lepidópteros y no tiene afección sobre los parasitoides ni los predadores existentes en los pinares. Además, este producto se encuentra certificado para su utilización en agricultura ecológica y no presenta plazo de seguridad.

Para obtener una mayor efectividad el producto debe aplicarse desde la eclosión de los huevos y hasta que las orugas alcanzan el tercer estadio larvario -L3- (Hernández et al., 2002). Este periodo de tiempo puede prolongarse durante varias semanas incluso en una misma zona; por ello, el establecimiento de una fecha concreta para el inicio del tratamiento es una cuestión crítica, puesto que es habitual que coincidan en el tiempo orugas en estadio L3 y huevos viables aún sin eclosionar. Debido a estos intervalos temporales de eclosión y desarrollo, y para lograr una mayor efectividad, la aplicación de este bioinsecticida se realiza dos veces, es decir, se efectúan lo que se denomina en aplicaciones aéreas dos pasadas, separadas temporalmente por un mínimo de 10 días.

Para la aplicación de este producto se ha empleado como medio aéreo un helicóptero modelo Bell 206 Jet Ranger B III, provisto de atomizadores del tipo *Micronair*, que proporcionan sistemas de ULV (Ultra Bajo Volumen), con una dosis de aplicación de 2,5 litros/hectárea. El helicóptero resulta la herramienta más precisa y eficaz para cubrir las áreas de pinar de la isla de Formentera, ya que las masas forestales se encuentran muy fragmentadas, con contornos irregulares y con numerosas zonas de exclusión en su interior.

El control de calidad del tratamiento comienza antes de que se inicien los trabajos en el campo. En una fase previa de gabinete se estudian anualmente los polígonos de tratamiento, ya cartografiados por el SSF según los niveles de infestación detectados en los pinares y atendiendo a las cap-



Helicóptero con pértigas



Dispositivo para carga de producto en el helicóptero

turas obtenidas en los diferentes sistemas de trapeo con feromona sexual sintética. Anualmente se instalan 1.039 trampas georreferenciadas que son revisadas cada quince días.

A partir de las superficies cartografiadas digitalmente, y mediante el análisis con Sistemas de Información Geográfica (SIG), se realiza un estudio de las áreas de trabajo, analizándose la relación entre las áreas de actuación y las posibles helipistas a utilizar para la carga y operaciones de des-

pegue y aterrizaje del helicóptero. Además, se estudian las principales zonas que serán objeto de señalización sobre el terreno en cumplimiento del Real Decreto 1311/2012.

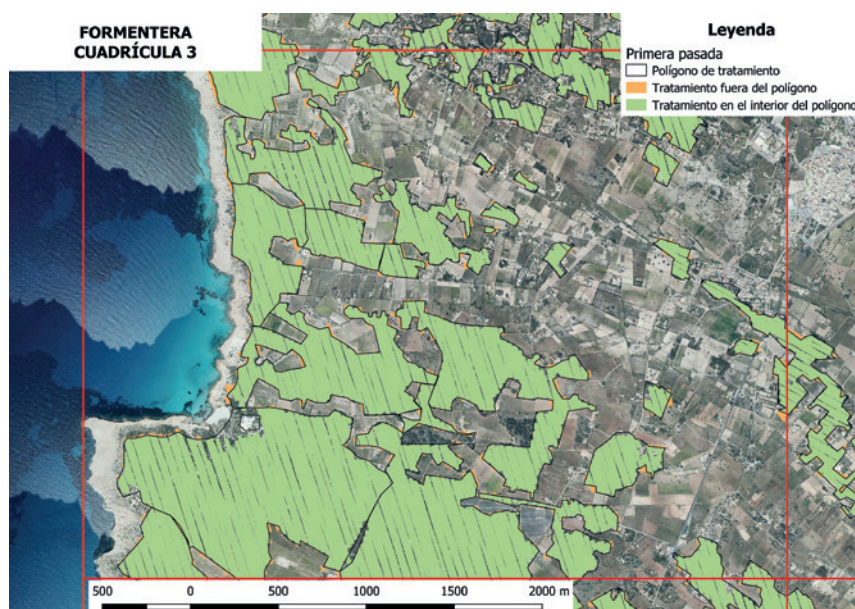
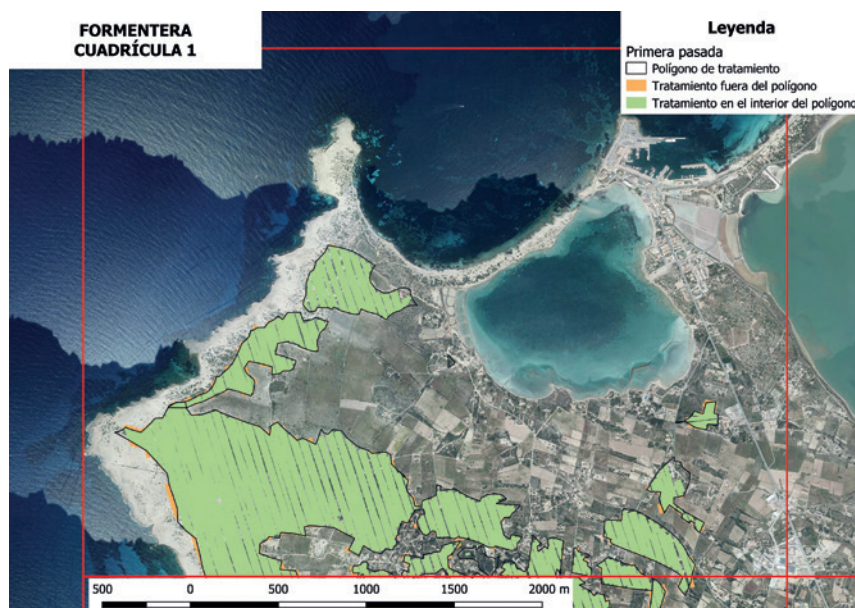
Por otra parte, durante los días previos al tratamiento aéreo es necesario realizar un seguimiento detallado de las variables meteorológicas previstas para la isla, con el fin de ejecutar los tratamientos en una ventana temporal donde se mantengan unas condiciones meteorológicas óptimas.

Para ello, se consultan diversos modelos de predicción.

Una vez comprobado que el estado larvario de las orugas de procesionaria se encuentra en una fase de desarrollo apropiada (visitando diferentes puntos de control) y cuando las previsiones meteorológicas resultan adecuadas, se inicia la fase de logística para comenzar el tratamiento aéreo. Esto implica una primera reunión con todos los agentes involucrados (empresa aplicadora, miembros responsables del control de calidad y técnicos de la administración-SSF-), en la que se repasan todos los procedimientos, y se comprueba la documentación relativa a las características de la aeronave y al personal técnico responsable de la misma. Igualmente se chequean y verifican las áreas de tratamiento, las helipistas y las comunicaciones entre las mismas, y se establece una previsión de avance del tratamiento para los días sucesivos. Este plan de actuación puede verse alterado por diversos factores (cambios no previsibles en la meteorología, averías en el instrumental empleado, etc.), por lo que deberá ser revisado diariamente por el equipo de control de calidad (equipo CC) y si fuese necesario se procederá a su modificación y ajuste, registrando todos los cambios en una serie de documentos y actas que deberán firmarse por los responsables de cada parte del operativo.

Posteriormente, el equipo CC junto con el piloto visitan sobre el terreno las helipistas, estudiando sus características y seleccionando la zona más adecuada para el desarrollo del trabajo, teniendo especial atención respecto a la seguridad.

El equipo CC es el responsable de situarse en la helipista, debiendo comprobar que en ella se encuentran las condiciones y la dotación necesaria para iniciarlos: el helicóptero, el material auxiliar y el producto biológico que se va a emplear. Es entonces cuando se procede a acreditar y documentar *in situ* que el producto y la cantidad existente es el indicado para el tratamiento y que no ha sufrido ningún deterioro. También el equipo CC, antes de la pulverización, realizará sobre el terreno la señalización informativa



Resultados del análisis cartográfico de las pasadas 1

situándola en los accesos principales a las zonas objeto del tratamiento aéreo, así como en el entorno de las helipistas que van a ser utilizadas.

Respecto al helicóptero se comprueba el correcto funcionamiento de los instrumentos instalados en él relacionados con la pulverización, y el instrumental necesario para las comunicaciones con la aeronave (emisoras tierra-aire). En cuanto al equipo de pulverización, se procede a revisar su calibración, a fin de que la dosis a aplicar resulte la perceptiva respecto al tipo de producto y tipo de tratamiento. Para ello, con la aeronave en reposo, se realiza una simulación de

la aplicación del mismo, cuantificándose la cantidad emitida por los atomizadores tipo *Micronair*.

Cuando el resultado de la simulación muestra la dosis deseada, se procede a comprobar la llamada "anchura de la pasada", lo que se corresponde con la anchura de las pértigas que lleva instaladas el helicóptero y con el intervalo (distancia) de dispersión del producto en función a la altura de vuelo. Además, con esta operación también se chequea la distribución, tamaño y homogeneidad de las gotas.

Para realizar esta prueba, la aeronave realiza un vuelo sobre una zona

en la que previamente se han colocado una serie de láminas con un papel hidrosensible. Este tipo de láminas o tarjetas permiten conocer y evaluar la densidad y el tamaño de las gotas y sirven como verificación de la calidad de la sedimentación del producto (Lauric et al., 2016).

Por último, queda comprobar en campo las condiciones meteorológicas, estas se refieren a que la velocidad del viento sea inferior a los 10 km/h (European Crop Protection Association, 2010), y que no se observe rocío sobre la vegetación, así como que la temperatura se mantenga en un rango adecuado sin ser muy elevada (FAO, 2002).

Una vez chequeado todo, y antes del comienzo de los vuelos de cada jornada y al finalizar los mismos, el equipo CC realiza una serie de avisos vía telefónica a todos los participantes en el operativo, y a los servicios o entidades que deban estar informados, incluyendo: Servicio de Emergencias (112), Punto de Información ambiental (PIA), Consell Insular de Formentera, SSF, y Asociación de Apicultores de Formentera. En estas comunicaciones se informa de las áreas a tratar en la isla cada día y de nuevo se indican las características del producto bioinsecticida a emplear. El objetivo es anunciar la ejecución del tratamiento aéreo y favorecer la tranquilidad de la ciudadanía respecto al mismo. Previo a estas comunicaciones el SSF ha realizado una labor de divulgación mediante charlas y exposiciones dirigidas a técnicos y personal interesado. Estas labores se consideran clave para la aceptación de los tratamientos aéreos por parte de los residentes y visitantes existentes en las zonas a tratar, así como, en general para los habitantes de la isla, que tras varios años de trabajo observan los resultados y beneficios de estas acciones.

Si todos los parámetros meteorológicos son adecuados, el equipo CC situado en el monte, en continua comunicación con el equipo de la helipista, procede a dar la orden para que se inicie el primer vuelo. En campo cada 20 minutos se continúan midiendo, registrando y verificando las condiciones de viento, temperatura y humedad relativa, comprobando que

se mantienen en los rangos necesarios para continuar con la aplicación. Igualmente, durante los vuelos el equipo situado en el monte comprueba que la nube de producto pulverizado incide en el pinar, observando que no existe deriva y que no llega producto a las zonas de exclusión; así como, que todos los difusores funcionan correctamente y que la altura de vuelo del helicóptero resulta adecuada.

Por otra parte, en la helipista, el equipo controla todas aquellas tareas relacionadas con el helicóptero y con el producto, chequeando que el trabajo se desarrolla de acuerdo con las normas técnicas y de seguridad. Así, se vigila que cada día se limpie el depósito de producto del helicóptero y que durante las operaciones de carga de combustible se desconecte el motor de la aeronave, controlando que no se produzcan salpicaduras o derrames sobre el terreno. En estos procesos de control se cumplimentan unos formularios con los datos correspondientes a los vuelos de la aeronave incluyendo el producto y el combustible cargados y además se recogen y comprueban los partes de vuelo que genera el piloto. Al final de cada jornada se examina y verifica la información descargada del dispositivo DGPS (GPS diferencial) del helicóptero, con el fin de analizar si todas las superficies programadas han resultado pulverizadas, o si es necesario realizar alguna corrección en las jornadas siguientes.

Una vez se ha terminado el tratamiento aéreo, el equipo CC procede a retirar la señalización y a verificar que la helipista utilizada se encuentra

libre de residuos. Todos los bidones de Belthitil F, vacíos y limpios, deben ser depositados en un centro autorizado de recogida de envases fitosanitarios, en cumplimiento del apartado 1, del Artículo 41 del Real Decreto 1311/2012.

Finalmente y una vez en gabinete, se procesa y analiza el conjunto de archivos que se han generado diariamente durante los vuelos del helicóptero al grabar el área rociada. Los archivos generados son entregados cada jornada por el piloto al equipo de CC en formato compatible con SIG. Estos ficheros se someten a un geoprocésamiento con el fin de analizar los datos y calcular la efectividad real del tratamiento aéreo de cada pasada. Para dicho cálculo, se tiene en cuenta únicamente la superficie tratada dentro de los polígonos de tratamiento propuestos; identificando y extrayendo de estos, para el resultado final, las zonas solapadas existentes dentro de cada uno de ellos.

En el análisis de los datos, también, se procede a la identificación, examen y cálculo de las superficies pulverizadas fuera de los polígonos propuestos; así como, de las superficies que debiendo estar rociadas no aparecen como tal. En estos casos hay que hacer un análisis detallado de estas áreas que muestran exceso o ausencia de pulverización argumentando en todos los casos las causas de estos sucesos. En función de los cómputos resultantes de las superficies comentadas se procede a obtener el cálculo final de la efectividad de cada pasada.



CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado por un equipo de control de calidad, durante la ejecución de un tratamiento fitosanitario aéreo, se manifiesta como una herramienta imprescindible para garantizar la eficacia, optimización y control de unos trabajos de gran importancia, cuyo objetivo final es recuperar el estado de salud óptimo de las masas forestales, cumpliendo en todo momento los requerimientos de seguridad.

Estos trabajos aéreos han sufrido en los últimos años abundantes críticas por parte de diversos sectores de la sociedad y por ello la implementación de un control de calidad en todos ellos ayudaría a reforzar la idoneidad y mejorar la información de la opinión pública sobre este tipo de tratamientos, poniendo de manifiesto sus beneficios frente a determinadas plagas presentes en los montes de la Península e islas.

En este caso, el informe final resultante del control de calidad se remitió al parlamento de las Islas Baleares como argumento técnico ante las críticas de falta de control que surgieron sobre los tratamientos aéreos realizados. Sirvió entonces para justificar que los trabajos se habían ejecutado bajo un control técnico exhaustivo y riguroso.

En este tipo de trabajos son numerosas y variadas las casuísticas que aparecen y por ello la programación y planificación de las tareas a desarro-

llar por cada miembro del operativo debe ser precisa y coordinada. Incluso tras una exhaustiva planificación en ocasiones aparecen modificaciones, debido a cambios meteorológicos no previstos, averías u otro tipo de inconvenientes que ocasionan modificaciones en la programación prevista inicialmente. Por estas razones, resulta de gran importancia que todo el personal que interviene en el tratamiento aéreo se encuentre preparado para asumir este tipo de problemas. Para ello, el equipo CC supervisa cada paso y reevalúa las situaciones críticas para volver a planificar, manteniendo el flujo de trabajo; todo ello, bajo la supervisión del Director de los trabajos del SSF. En este sentido, el control de calidad desempeña una labor fundamental desde el punto de vista de la coordinación de las tareas y en referencia a las operaciones de comunicación.

Los procedimientos explicados y que son los realizados en la isla de Formentera por el equipo de control de calidad de ESMA avalan la vigilancia, monitorización, chequeo y supervisión de cada una de las labores realizadas en un tratamiento fitosanitario aéreo; desde la información inicial a la población interesada hasta la obtención de los resultados de la efectividad del tratamiento con la exactitud de las superficies tratadas.

AGRADECIMIENTOS

A Rotorsun, S.L. (compañía aérea. Empresa adjudicataria del servicio para el control de la procesionaria del

pino mediante tratamiento aéreo de los pinares de Formentera. Lote 1) y a Probelte, S.A.U. (fabricante y distribuidora de fitosanitarios).

REFERENCIAS

- European Crop Protection Association. 2010. Buenas prácticas fitosanitarias para reducir la deriva. <http://proyectotopps.es/buenas-practicas-fitosanitarias-para-reducir-la-deriva/>
- FAO. 2002. Guías sobre buenas prácticas para la aplicación aérea de plaguicidas. <http://www.fao.org/3/Y2766S/Y2766S00.htm#4.2>
- Hernández R et al. 2002. Procecionaria del pino. Informaciones Técnicas. Gobierno de Aragón. http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3714807
- Lauric A et al. 2016. Utilización de tarjetas hidrosensibles para evaluar el efecto de la presión sobre la calidad de aplicación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. <https://inta.gov.ar/documentos/utilizacion-de-tarjetas-hidrosensibles-para-evaluar-el-efecto-de-la-presion-sobre-la-calidad-de-aplicacion>
- Núñez L. 2007. Jornadas de la procesionaria del pino 2008. http://www.caib.es/sites/sanitatforestal/es/n/primera_cita_confirmada_de_la_procecionaria_del_pino_thaumetopoea_pityocampa_den_schiff_en_formentera_2007-67127/
- Núñez L. 2013. Evolución de la población de procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff.) en Formentera y actuaciones de control. 6º Congreso Forestal Español. http://www.caib.es/sites/sanitatforestal/es/n/evolucion_de_la_poblacion_de_procecionaria_del_pino_thaumetopoea_pityocampa_den_schiff_en_formentera_y_actuaciones_de_control-57004/?mcont=3433
- Probelte. 2019. Ficha de datos de seguridad. [https://www.probelte.es/upload/productos/documentos/36_\[belthirul-f_es\]\[belthirul-f\]\[5\]\[es-ES\].pdf](https://www.probelte.es/upload/productos/documentos/36_[belthirul-f_es][belthirul-f][5][es-ES].pdf)

