GOVERN DE LES ILLES BALEARS
Conselleria de Medi Ambient

MEMORIA DEL TRATAMIENTO AÉREO PARA EL CONTROL DE LA LAGARTA PELUDA (*Lymantria dispar*) EN ENCINARES. MENORCA 2007

Sandra Closa, Fernando Blanco y Luis Núñez.
SERVEI DE SANITAT FORESTAL
PALMA DE MALLORCA, 25 DE JULIO DE 2007

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 4

2. ANTECEDENTES 6

3. OBJETIVOS 9

4. BASES PARA LA ACTUACIÓN 11

4.1 LA LAGARTA PELUDA 11

4.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE. CICLO BIOLÓGICO 11

4.1.2 DAÑOS 13

4.2 NIVELES DE INFESTACIÓN 13

4.3 PRODUCTO UTILIZADO 15

4.3.1 DESCRIPCIÓN 15

4.3.2 MODO DE ACCIÓN 15

4.3.3 SEGURIDAD AMBIENTAL 16

4.4 TÉCNICA DEL TRATAMIENTO 16

4.5 TRATAMIENTOS AÉREOS 17

4.5.1 INTRODUCCIÓN 17

4.5.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE APLICACIÓN AÉREA 17

4.5.3 ELEMENTOS DE CONTROL DE LA DOSIS DE APLICACIÓN Y SU CALIBRADO 20

4.5.4 CONDICIONANTES METEOROLÓGICOS EN TRATAMIENTOS AÉREOS 22

4.5.5 PROCEDIMIENTOS DE PULVERIZACIÓN 26

4.6 INSTRUMENTOS DE CONTROL DE TRATAMIENTOS AÉREOS EN TIEMPO REAL 29

4.7 TRABAJOS DE CAMPO 30

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PREVIAS AL TRATAMIENTO 33

5.1 ZONAS DE ACTUACIÓN 33

5.2 RECURSOS CARTOGRÁFICOS GENERALES 36

5.3 ACONDICIONAMIENTO DE LA PISTA 36

5.4 FORMACIÓN SOBRE RIESGOS LABORALES EN MANIPULACIÓN Y CARGA DEL PRODUCTO 37
5.5 CALIBRACIÓN DE LOS HELICÓPTEROS 38

6. RESULTADOS 41
6.1 SUPERFICIE TRATADA Y EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO 41
6.2 EFECTIVIDAD DEL PRODUCTO INSECTICIDA Y DEL TRATAMIENTO: MORTALIDAD DE LAS ORUGAS……44
6.3 GESTIÓN DE ENVASES 45

7. PROBLEMÁTICA Y RECOMENDACIONES 48
7.1 PROBLEMÁTICA.....48
7.2 RECOMENDACIONES.....50

8. BIBLIOGRAFÍA 51

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas forestales de las Illes Balears ocupan aproximadamente una superficie de 209.287 ha, según datos del Tercer Inventario Forestal, cifra que supone un 42% de la superficie de las islas. De esta superficie, el 67% corresponde a sistemas arbolados, mientras que el 33% restante lo constituyen sistemas desarbolados.

Una de las formaciones forestales más destacadas de las Illes Balears son los bosques de encinas.

Las encinas ocupan espacios húmedos y secos, y si es posible, con suelos profundos; por este motivo crecen en las vertientes norte de la Serra de Tramuntana, en los valles húmedos y en las Serres de Llevant, así como en el centro de Menorca. En Eivissa se encuentran algunas encinas, pero no llegan a constituir un encinar cerrado, y en Cabrera la especie no esta presente.

Podemos dividir los encinares de las Baleares en dos agrupaciones. Un tipo está compuesto por *Quercus ilex*, se encuentra en la isla de Menorca, ocupando grandes extensiones en la parte central, y en las zonas ombrívolas de Mallorca; el otro tipo de encinar se compone básicamente de *Quercus rotundifolia*, localizado en las zonas más secas y calientes de Mallorca e Eivissa, donde fue introducido por el hombre.

En Menorca existe una superficie de encinar de aproximadamente 5.441 ha, según datos aportados por el Decreto de Encinares 130/2001, lo que representa un 13,4% de la masa forestal de esta isla. Se trata de masas en que el encinar aparece generalmente mezclado con otras especies como los acebuches y los pinos.

2. ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES

La *Lymantria dispar* es un insecto defoliador, del orden de los lepidópteros, vulgarmente denominada como “lagarta peluda”.

Se trata de una especie autóctona de los encinares menorquines; por este motivo, existen cantidad de parásitos naturales y predadores que en condiciones normales controlan la población. No obstante, con una periodicidad de aproximadamente 7 años, la población sufre un fuerte incremento produciendo graves defoliaciones y daños durante al menos 3 años.

Debido a este desarrollo cíclico de la plaga, los métodos de control deben basarse en el seguimiento, detectando con la máxima prontitud posible, el momento en que la población empieza a aumentar de manera peligrosa. Para el seguimiento de la población de *Lymantria dis*par, se utilizan trampas de feromona tipo G.

Durante los años 2003 y 2004 tiene lugar en Menorca una fuerte explosión de la plaga; la consecuencia inmediata fue la instalación de trampas de fermona para la captura de machos de *Lymantria*. Inicialmente, como prueba piloto, se instalaron 5 trampas en Menorca, 15 en Mallorca y 4 en Eivissa; se capturaron, por este orden, 1822, 1193 y ninguna mariposa en Eivissa.

Todos estos años se ha seguido instalando trampas de feromona en Mallorca y Menorca, incrementando su número. Respecto a Menorca, isla que nos ocupa, en el año 2004 se instalaron 200 trampas repartidas principalmente entre los municipos de Alaior, Es Mercadal, Ferreries y Es Mitjorn, que son los que tienen mayor superficie de encinar.

En el año 2005, se producen fuertes ataques de esta plaga en la zona de Artà en Mallorca y en Menorca; para su control, se tratan mediante medios terrestres, 18,74 ha de encinar en Mallorca (Artà), utilizando el insecticida microbiológico de base activa diflubenzurón*;* en Menorca no se autorizó la realización de estos tratamientos. El número de trampas instaladas en Menorca se incrementa al doble, con 400 trampas.

Durante el 2006, el número de trampas colocadas en Menorca asciende a 523.

Imagen 1.- Tratamiento terrestre contra *Lymantria dispar*. Mallorca 2005

Este año 2007, ha sido la isla de Menorca la que a sufrido un fuerte ataque iniciado ya en 2006; por lo que, después de deliberaciones y reuniones varias con técnicos y sectores implicados, se decide realizar un tratamiento aéreo, complementado con medios terrestres. Dicho tratamiento aéreo es objeto de análisis en esta memoria.

Imagen 2.- Plaga de *Lymantria dispar* en la urbanización Sa Roca. Menorca.

3. OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

Los objetivos que se han pretendido conseguir mediante la realización de este tratamiento son los siguientes:

a) Mejora del estado fitosanitario de las masas arboladas, propiciando la reducción y control de la dispersión y propagación de la lagarta peluda.
b) Defensa de los valores ecológicos, paisajísticos, productivos y recreativos de los encinares de Menorca.
c) Disminuir los problemas que la plaga a originado sobre los ciudadanos que habitan estas zonas de encinar.
d) Evitar la debilidad o degradación de la masa, que seria más propensa a ataques virulentos de hongos y/o otras plagas.

En definitiva, el objetivo principal ha sido la disminución del nivel de infestación de la plaga en determinados encinares de la isla de Menorca.

Este informe tiene como objetivo el presentar una exposición exhaustiva de la realización técnica del tratamiento aéreo contra *Lymantria dispar* ejecutada por los medios propios de la Conselleria de Medi Ambient, a través del Servicio de Sanidad Forestal de la Dirección General de Biodiversidad y del IBANAT, en el año 2007 en la Isla de Menorca.

4. BASES PARA LA ACTUACIÓN

4. BASES PARA LA ACTUACIÓN

En este apartado se definen todos los elementos que han sido necesarios para la definición de la ejecución del proyecto y que por otra parte son de imprescindible consulta de cara a tener una visión del conjunto de la intervención.

4.1 LA LAGARTA PELUDA (LYMANTRIA DISPAR)

En este apartado se ofrece la información sobre la especie que se ha considerado básica para una correcta comprensión e interpretación de este informe.

4.1.1 Descripción de la Especie. Ciclo Biológico.

Se trata de un insecto lepidóptero defoliador (mariposa) conocido vulgarmente como “lagarta peluda”; su nombre de dispar es debido a que el adulto (imago) hembra es de color blanco y el macho de color marrón oscuro.

Esta especie realiza una sola generación al año, dependiendo directamente de la condiciones climáticas.

La hembra (mariposa) realiza la puesta entre finales de julio y primeros de septiembre, permaneciendo en estado de huevo hasta el mes de abril del año siguiente. Estos, de color claro, aparecen agrupados formando unos plastones característicos que en un principio son de color amarillo y que con el tiempo tornan a una coloración blanquecina por la acción de los agentes atmosféricos. Las puestas se encuentran protegidas por la pelosidad del abdomen de la hembra y quedan en su gran mayoría colocadas buscando zonas protegidas de tronco y cara inferior de las ramas.

Aproximadamente en el mes de abril aparecen las primeras larvas (orugas). Las orugas viven unos dos meses y durante este tiempo hacen 5 ó 6 mudas (dependiendo de si son machos o hembras). El paso de un estado larvario a otro es de unos 10 días, aunque este tiempo con condiciones climáticas favorables puede reducirse a la mitad.

En sus primeros estadios son de color negro y muy peludas (fase espejo). Es frecuente verlas colgadas de los árboles mediante un fino hilo de seda fabricado por ellas mismas, y así se desplazan por el viento de un árbol a otro. La primera alimentación la realizan en las yemas y las hojas tiernas. Según evolucionan se transforman cambiando su coloración y presentando en los segmentos torácicos y en el primero abdominal, tubérculos de color azul oscuro y rojo, con gran cantidad de pelos grandes. En esta fase comen de todas las hojas del árbol.

Al final de su desarrollo larvario se preparan para transformase en crisálida, sujetándose por su parte apical a las hojas mediante hilos de seda o agrupándose en troncos, ramas y ramillas, e incluso entre hojas o rocas (en este caso de forma individual). Esta fase suele comenzar en el mes de junio y dura entre 10 y 15 días, pudiéndose reducir si las condiciones climáticas son favorables.

Completada la fase de crisálida emergen los adultos mariposas (imagos), los cuales viven 5 días, se aparean, hacen la puesta y mueren. Las hembras son casi sedentarias, reduciéndose su torpe desplazamiento a encontrar un sitio dónde realizar la puesta. Los machos vuelan con bastante agilidad en zig-zag buscando a la hembra para realizar la puesta. Tienen un agudísimo sentido del olfato, recorriendo a veces varios kilómetros guiados por el olor de la hembra, de ahí que sea tan eficaz el empleo de feromonas sexuales femeninas, naturales o sintéticas, para su captura masiva.

MARIPOSAS **PUESTA** **ORUGAS** **PUPA**

Imagen 3:- Ciclo Biológico de *Lymantria dispar*

4.1.2 Daños

Lymantria dispar L. en las Islas Baleares produce daños sobre todo a la encina (*Quercus ilex)*, y ocasionalmente sobre mata (*Pistacea lentiscus) y* el madroño *(Arbutus unedo)*. Son conocidos e importantes los daños ocasionados en otras comunidades sobre especies del género *Quercus*, *Populus*, *Pinus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Prunus*, *Castanea*.

Los daños en el árbol son producidos como consecuencia de la alimentación de las orugas, comiéndose las hojas y los brotes (mayo-junio). Cuando las defoliaciones son muy intensas se puede producir una reducción importante del crecimiento y llegar a perder totalmente la producción de fruto; incluso, si el ataque coincide con circunstancias adversas (debilidad, sequía), puede producirse la desaparición de numerosos ejemplares.

Imagen 4.- Encinar defoliado en Ferreries. Menorca

4.2 NIVELES DE INFESTACIÓN

La colonización de una masa por la especie no ha de entenderse como un hecho puntual, sino como un proceso gradual. Para facilitar las labores de gestión al respecto, este proceso se ha asimilado a una evolución progresiva en función de la presencia de síntomas y signos de ataque en la masa. Así, se definen los siguientes 3 niveles de ataque, en función del nivel de defoliación:

NIVEL DE ATAQUE	SÍNTOMAS Y SIGNOS
Nivel 1	Defoliaciones pequeñas de hoja nueva y brotes del año.
Nivel 2	Defoliaciones totales, constituyendo focos dispersos más o menos extensos en la masa.
Nivel 3	Defoliaciones totales constituyendo focos más o menos continuos en la masa.

Tabla 1. - Definición de los diferentes niveles de infestación de la lagarta peluda.

El proceso de colonización no siempre tiene lugar de forma continua. Puede detenerse por condiciones climáticas desfavorables en una u otra fase, retroceder o avanzar, pero lo que nunca ocurre es que se produzca una defoliación sin una infestación previa generalizada y sin que las zonas más vulnerables no hayan quedado, algún año antes, totalmente defoliadas.

Como consecuencia del grave ataque de lagarta peluda que estaban sufriendo en Menorca, el 1 de junio de 2007, se sobrevoló la isla para observar la situación y detectar el nivel de ataque de la plaga en las masas de encinar, elaborándose el correspondiente mapa de niveles de afectación. (ver mapa en página 35)

Los resultados obtenidos a raíz de las inspecciones oculares de la masa son:

Nivel	Superficie (ha)	%
0	1.747,6	32,11
1	1.241,08	22,8
2	529,54	9,73
3	1.923,14	35,34

Tabla 2. – Superficie afectada por la plaga de lagarta peluda , según niveles de afectación. Menorca 2007.

4.3 PRODUCTO UTILIZADO

4.3.1 Descripción

El avanzado estado larvario de muchas de las orugas de *Lymantria dispar* en el momento de realizar el tratamiento, nos llevó a utilizar un insecticida distinto al *Bacillus thuringiensis*, producto habitualmente utilizado en los tratamientos contra procesionaria en las Illes Balears y efectivo únicamente en los primeros estadios larvarios.

El producto utilizado en este caso ha sido un insecticida formulado a base de diflubenzurón al 25% que se presenta en forma de polvo mojable. El nombre comercial de este producto es el DIMILIN 25.

A diferencia del *Bacillus thuringiensis*, el Diflubenzurón es efectivo en todos los estadios larvarios de la lagarta peluda.

Imagen 5.- Producto utilizado en el tratamiento.

4.3.2 Modo de Acción

El Diflubenzurón es un *inhibidor del crecimiento* que actúa al interferir en el mecanismo de formación de la quitina, impidiendo la muda. Los insectos, cuando deben mudar, eliminan la cutícula del estadio anterior, pero son incapaces de formar una nueva, por lo que mueren deshidratados.

Este producto se aplica de forma pulverizada sobre las hojas de las encinas afectadas; las orugas, al alimentarse de estas hojas infestadas, mueren al no poder realizar la muda siguiente.

4.3.3 Seguridad Ambiental

La toxicidad de este producto es muy baja o casi nula; los insectos que mueren no lo hacen envenenados como lo harían con insecticidas del tipo piretroides de síntesis.

Al ser un insecticida que actúa por ingestión, es bastante específico; las orugas de *Lymantria dispar*, al comer las hojas, ingieren el insecticida y mueren, pero el resto de los insectos no defoliadores, como abejas, parásitos, predadores, etc. al no ingerirlo no sufren daño y así el impacto sobre la biocenosis del monte tratado es mínima.

Toxicológicament se clasifica como:

- A (riesgo bajo) para los mamíferos
- A para las aves
- B (mediana peligrosidad) para los peces, y
- compatible con las abejas.

No se le conocen efectos mutagénicos, carcenogénicos, teratogénicos ni sobre la reproducción.

El producto se elimina con bastante rapidez al ser degradado en el suelo en menos de 7 días. No obstante, este puede ser absorbido por los ácidos húmicos del suelo.

4.4 TÉCNICA DEL TRATAMIENTO

El fabricante del producto suministra, de cada uno de sus productos comercializados, las dosis a aplicar para las especies objetivo. Para el DIMILIN 25% p/m en pulverización contra la lagarta peluda se recomienda el empleo de 300 g de producto por hectárea.

Estos 300 g de polvo de producto deben diluirse en agua, en una dosis mínima aconsejada de 20 l/ha, que ha sido la dosis finalmente utilizada. Este valor de dosis se encuadra dentro de las técnicas de pulverización a **bajo volumen**.

Para evitar la aparición de espumas durante la mezcla del polvo con agua, se usó un antiespumante, de nombre comercial Lainco, aplicado en el mismo depósito de la mezcla.

El tamaño medio de gotas atomizadas utilizando esta técnica es de aproximadamente 300 micras de diámetro. Para obtener un espectro de gotas adecuado es necesario utilizar atomizadores rotatorios. Los atomizadores rotatorios utilizados en la campaña han sido los Micronair AU-7000 por aire.

4.5 TRATAMIENTOS AÉREOS

4.5.1 Introducción

En la gestión forestal, el técnico se encuentra a menudo con los condicionantes que impone el trabajar con grandes extensiones de monte natural. Entre estos condicionantes tenemos, por ejemplo, el tener que llegar a grandes masas muy remotas e inaccesibles, el alto coste de tratamientos terrestres extensivos en las mismas y el tiempo empleado, entre otras. Es por ello que en ocasiones se impone la necesidad de realizar actuaciones desde el aire como, en el caso que nos ocupa, el tratamiento aéreo de masas forestales afectadas por una plaga.

Para una completa comprensión de las actuaciones realizadas en la campaña, se describen en los siguientes apartados los componentes y el funcionamiento de los sistemas de aplicación aérea, y los procedimientos de su calibrado.

4.5.2 Componentes del sistema de aplicación aérea

La fragmentación de las masas forestales en las Islas Baleares es un problema real a la hora de realizar este tipo de tratamientos; además, socialmente se exige que éstos sean muy localizados, afectando únicamente las masas de encinar de un determinado nivel de afectación (nivel 3). Por estos motivos, junto con la cercanía de algunas de estas masas a zonas residenciales y espacios naturales protegidos, se decidió tratar mediante

helicóptero en vez de aviones, medio utilizado en la campaña contra la procesionaria.

Se utilizó, por tanto, un helicóptero especialmente diseñado para los trabajos de pulverización contra plagas, tanto agrícolas como forestales.

Imagen 6 .- Vista del helicóptero pulverizando encinares

Las ventajas que este medio ofrece frente al avión son claras:

- Menor velocidad de vuelo que permite una mayor efectividad del tratamiento.
- Menor altura de vuelo, permitiendo pulverizar más cerca de la masa de encinar.
- El rotor principal permite una corriente suave de aire que obliga al producto a descender hasta por debajo de las hojas de las plantas y de los tallos, permitiendo impregnar las plantas totalmente y obtener mejores resultados en la eliminación de las plagas.

Todas estas características permiten que el tratamiento sea más localizado y preciso, actuando únicamente en las zonas marcadas en la cartografía, reduciendo los solapamientos entre pasadas, así como la cantidad de producto pulverizado fuera de polígono.

Para ejecutar los trabajos de pulverización, se dispuso en la base de S'Arangí, en el término municipal de Mercadal en Menorca, de:

- Un depósito o unidad de mezclado de 500 l con sistema de aspiración de agua.
- Dos balsas de agua de 4000 litros de capacidad.
- 1 vehículo contra incendios para la recarga de agua de los depósitos.

En el siguiente gráfico tenemos una descripción esquemática del sistema básico de pulverización aérea líquida:

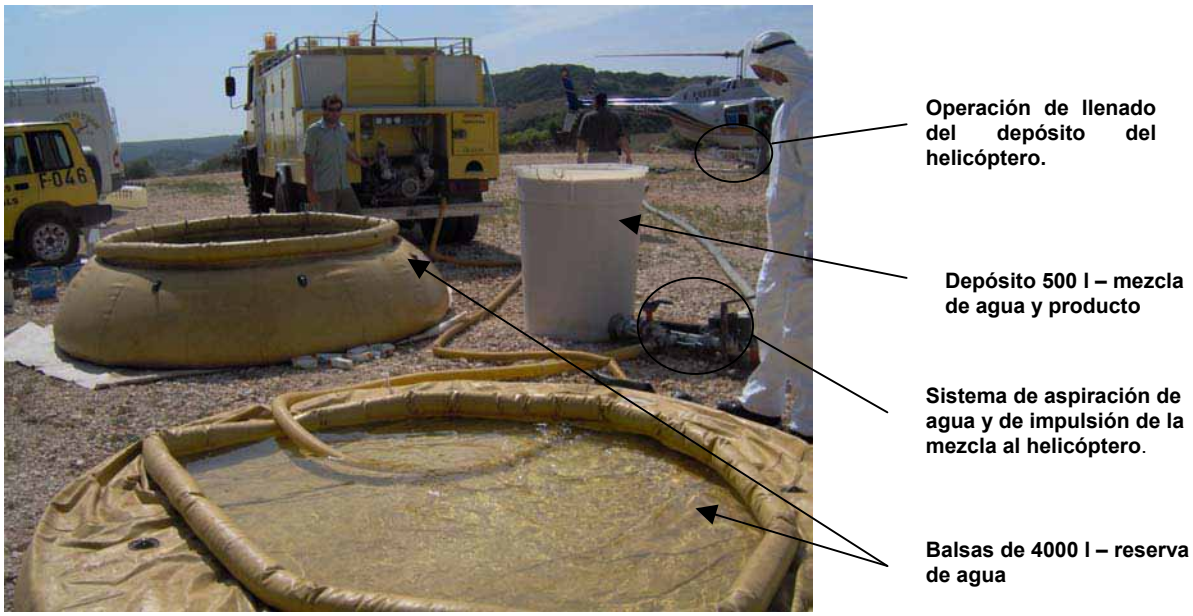


Imagen 7. - Esquema del sistema básico de pulverización aérea líquida

Mediante un sistema de aspiración conectado a una de las dos balsas, se llena de agua el depósito o unidad de mezclado; posteriormente se añade el producto (Dimilin 25 pm) y unas gotas de antiespumante (aproximadamente unas 50 gotas) para evitar la formación de espumas. La bomba de aspiración conectada al depósito crea unas turbulencias que provocan la mezcla del producto con el agua.

Una vez realizada la mezcla y a través de un sistema de mangueras y la bomba, ésta se impulsa al depósito del helicóptero; este depósito es un tanque simplex, con 540 l de capacidad.

Realizada la carga se inicia el vuelo; cuando se sobrevuela uno de los polígono a tratar, el piloto acciona el botón de spray, el producto se envía del tanque a las pértigas y de éstas a los micronairs, que son los elementos encargados de la dispersión uniforme de producto y de la generación de gotas del tamaño adecuado. El equipo dispone de una bomba constante para impulsar el producto del tanque a las pértigas; mediante un servo eléctrico, se cierra y se abre la llave de paso del producto, devolviendo el sobrante otra vez al tanque; además, se dispone de un contador volumétrico con sensor magnético, que funciona con impulsos; cada impulso emite una cantidad de producto regulada en función de la velocidad del helicóptero y del ancho de pasada.

Imagen 8.-Esquema básico del helicóptero

4.5.3 Elementos de Control de la Dosis de Aplicación y su Calibrado

En todo equipo de pulverización aérea, existen una serie de elementos cuya finalidad es controlar los parámetros de pulverización, como son; el flowmeter, la arandela y ángulo de la hélice del micronair, el servo eléctrico y el contador volumétrico por impulsos, entre otros.

Para la calibración de los diferentes elementos disponemos de unos datos de partida que son: diámetro final de las gotas para el tipo de tratamiento

a realizar, velocidad de trabajo del helicóptero, ancho de pasada de pulverización y número total de atomizadores en las pértigas. Con estos datos y mediante las siguientes dos fórmulas, se obtiene el caudal de trabajo del sistema y el caudal de trabajo de cada atomizador:

$$Q_{sistema}\left(l/\min\right) = \frac{v_{trabajo}\left(km/h\right) \times Anchopasada(m) \times dosis\left(l/ha\right)}{600} \qquad 1.1$$

$$q_{atomizador}\left(l/\min\right) = \frac{Q_{sistema}\left(l/\min\right)}{n_{atomizadores}}\ ♣ \qquad 1.2$$

Los datos de partida para el tratamiento con Diflubenzurón contra la lagarta peluda son:

- dosis de 20 l/ha
- velocidad media de 90 km/h (la velocidad del helicóptero utilizado oscila entre 54 y 108 km/h)
- ancho de pasada de 20 m.

Por tanto, aplicando la fórmula 1.1, obtenemos un Caudal de Trabajo de 60 l/min. El helicóptero disponía de 6 Micronairs, por o que el caudal por Micronair es de 10 l/min.

CALIBRACIÓN DE LOS ATOMIZADORES

En el caso que nos ocupa y debido a la premura con la que debían iniciarse los trabajos, se calibraron únicamente los micronairs. Este es el procedimiento seguido:

Sabiendo el caudal teórico de cada micronair, la comprobación real es sencilla. Se hace pasar líquido por la pértiga del helicóptero, y se registran los

♣ $n_{atomizadores}$ = número total de atomizadores en las dos pértigas

litros emitidos por un micronair durante un tiempo determinado. El caudal de salida debería coincidir con el teórico calculado con las fórmulas.

El flowmeter es un aparato localizado en la cabina del avión que suministra en tiempo real al piloto los datos necesarios para el control de los parámetros de pulverización. El flowmeter del helicóptero de pulverización estaba asociado al DGPS, a través del cual se obtenían los datos de cantidad de litros aplicados, dosis de trabajo y hectáreas pulverizadas. Para comprobar el correcto funcionamiento de este dispositivo, se procedió a comprobar que la lectura registrada en el DGPS coincidía con el caudal de salida registrado en los micronairs.

.

Imagen 9.- Calibración de los micronairs con agua.

4.5.4 Condicionantes meteorológicos en tratamientos aéreos

Aplicar un producto insecticida aéreamente y mediante la técnica a bajo volumen, implica tener en cuenta una serie de condiciones meteorológicas que condicionan el tratamiento.

Los parámetros meteorológicos que mayor incidencia tiene sobre los trabajos de pulverización son el **viento**, la **lluvia**, la **temperatura del aire** y la **humedad relativa**.

La empresa suministradora del producto fitosanitario, recomienda las mismas condiciones limitantes de estos parámetros meteorológicos que las dadas para el tratamiento aéreo mediante aviones, a ultra bajo volumen y con

Bacillus thuringiensis var. *kurstaki*, (técnica aplicada en la lucha contra la procesionaria del pino). No obstante, hay que considerar que la aplicación mediante helicóptero permite volar mas bajo, produciéndose menos dispersión y evaporación del producto; además, el producto fitosanitario utilizado no es biológico, como ocurre con el *Bacillus thuringiensis*, y tiene por tanto menor facilidad para degradarse. Por todo ello, las condiciones que exponemos a continuación para cada parámetro meteorológico, no van a ser aplicadas tan estrictamente.

· *VIENTO*

La presencia de este elemento durante los trabajos de pulverización puede suponer dos efectos sobre la manta de pulverización: desplazamiento y deriva.

El **desplazamiento** del producto es el movimiento de las gotas desplazadas por el viento a distancias cortas. Este efecto puede ser recomendable, ya que tiende a hacer uniforme la distribución de las distintas pasadas y permite obtener una cobertura más homogénea de la zona objeto de tratamiento. Por otra parte, también puede suponer una mejor penetración del producto en el follaje.

La **deriva** del producto es el movimiento de las gotas desplazadas por el viento a distancias mayores, hasta llegar incluso a transportarlas fuera de la zona objeto de tratamiento. La deriva puede tener dos efectos negativos, el primero es la disminución de la eficacia del producto sobre la masa, dado que la dosis real aplicada es menor que la requerida. El segundo efecto, es la posible deposición del producto en zonas próximas al lugar de tratamiento (zonas urbanizadas, zonas húmedas, cultivos, etc.)

Existen dos tipos de deriva a considerar:

TIPO DE DERIVA	CAUSA
Directa o mecánica	Componente lateral del viento
Indirecta o térmica	Corrientes verticales generadas por gradientes térmicos

Tabla 3. - Tipos de deriva y sus causas

· *TEMPERATURA / HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE*

Por todos es conocido que estas dos variables están relacionadas en la atmósfera terrestre. Una variación de una de ellos conlleva la variación del otro. Se verifican dos efectos del cambio de estos parámetros sobre los trabajos de pulverización.

Por una parte, los cambios de temperatura en las zonas de tratamiento pueden originar gradientes que originen corrientes de aire. Así, estaríamos ante el fenómeno de deriva indirecta o térmica observado arriba.

Por otra parte, las variaciones de temperatura pueden implicar aumentos de la capacidad de la atmósfera para retener vapor (conocido como déficit de presión de vapor). De este modo, trabajar en rangos de temperatura y humedad relativa inadecuados puede conllevar la evaporación del producto en la zona de tratamiento y la condensación y deposición del mismo fuera de las mismas.

· *LLUVIA*

Las diferentes formulaciones del Dimilin 25 poseen buena respuesta ante los sucesos de lluvia, y especialmente en las que se aplica el producto sin dilución previa. Esto no quiere decir que durante episodios de abundante lluvia concentrados en poco margen de tiempo no disminuyan la actividad biológica del producto depositado. En líneas generales se recomienda, según fabricante, un periodo mínimo de 6 horas sin lluvia para que el producto pueda secarse y adherirse al follaje. Así, no deberían realizarse aplicaciones cuando la previsión de lluvia no nos ofrezca el margen necesario. En estas últimas campañas ese margen se ampliaba a un período de tiempo de 24 hora para asegurar de esta forma que el producto adherido era ingerido por las orugas.

Si a primera hora de la mañana se observa presencia considerable de rocío sobre la vegetación, es recomendable esperar a que la acción de las primeras brisas de la mañana y del sol sequen la superficie de las hojas antes de comenzar el tratamiento. Cabe destacar que una cantidad moderada de rocío no afecta a la deposición del producto. Como estado límite se suele tomar el goteo de agua en las hojas. Esperando a que la vegetación deje de gotear se puede comenzar el tratamiento.

Como consecuencia de la influencia de las condiciones ambientales en los trabajos de pulverización, se impone el establecimiento de pautas de control de los mismos. En los párrafos siguientes se hace reseña de los mecanismos habilitados a tal efecto durante la campaña.

En el siguiente tabla se observa la influencia de las condiciones ambientales sobre la manta de pulverización encontradas en un día de pulverización normal.

ATMÓSFERA ESTABLE - AMANECER	
Viento débil	Poco desplazamiento de la manta de pulverización. Máxima deposición en el estrato forestal superior
PERIODO DE TRANSICIÓN – MEDIA MAÑANA – DIÁS NUBLADOS	
Viento débil	Ligero desplazamiento de la manta de pulverización. Máxima penetración del producto en la masa
Viento fuerte	Deriva acusada de la manta de pulverización. Buena penetración del producto en la masa
ATMÓSFERA INESTABLE - FINAL DE LA MAÑANA Y TARDE - SOLEADO	
Viento débil	Ligero desplazamiento de la manta de pulverización. Alto riesgo de deriva directa e indirecta. Dispersión irregular del producto en zonas objetivo de tratamiento
Viento moderado	Deriva moderada. Dispersión del producto fuera de las zonas objetivo de tratamiento

Tabla 4. - Evolución del viento durante el día / influencia en pulverización

Observando el cuadro, tenemos que las condiciones más adecuadas para el tratamiento serían la primera hora de la mañana, la media mañana con viento débil y los días nublados con viento débil. Esto nos da una aproximación del margen de actuación con respecto al viento, pero ello no implica que no se tenga que realizar un seguimiento continuo del viento en las zonas de tratamiento.

En cuanto a las condiciones de temperatura y humedad relativa, los fabricantes de productos fitosanitarios facilitan tablas y/o ábacos en los que se establecen los rangos de posibilidad de tratamiento en función de dichas variables meteorológicas. En la siguiente ilustración se expone la información al respecto :

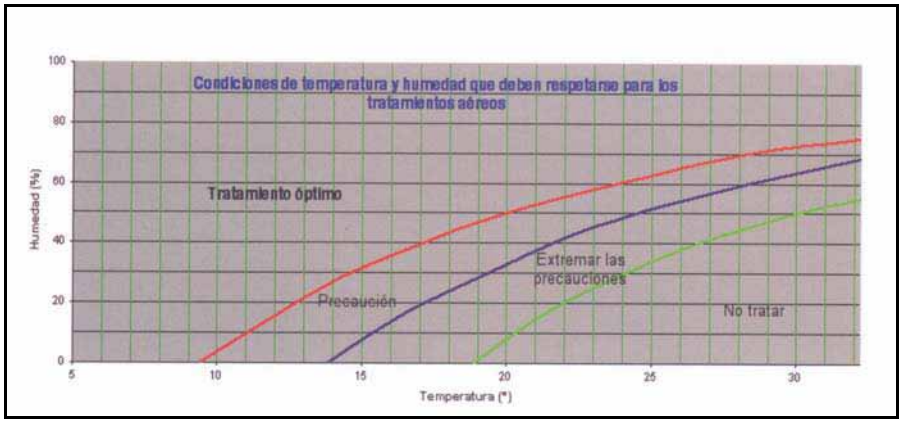


Ilustración 1. - Restricciones meteorológicas en tratamientos aéreos .

Como se puede observar, las condiciones en las que se puede o no tratar están muy claras. Las zonas de "precaución" y "extremar las precauciones" se establecen en orden a que dentro de estas situaciones se ha de prestar especial atención a la evolución de los parámetros de humedad y temperatura. Así, el seguimiento ha de aumentar su frecuencia en estos rangos, ya que las condiciones son cambiantes en zona de "precaución" y muy cercanas al límite en la zona de "extremar las precauciones". Por otra parte, el dispositivo ha de estar diseñado para detener los trabajos en el momento que se produzca un cambio y las condiciones dejen de ser favorables.

De todo lo visto anteriormente se extrae la necesidad de presencia de personal técnico en campo para el diagnóstico y toma de datos *in situ*.

4.5.5 Procedimientos

Una vez establecidos todos los elementos básicos de un trabajo de pulverización, se impone la necesidad de definir un sistema mediante el cual el piloto en su aeronave sea capaz de, primero, llegar a la zona a tratar y,

segundo, reconocer los límites de las zonas objeto de tratamiento. A continuación se exponen las características más reseñables del procedimiento de pulverización que ha sido utilizados en la campaña de pulverización 2007 en la isla de Menorca:

· *PULVERIZACIÓN MEDIANTE DGPS*

La tecnología GPS ha evolucionado enormemente desde su aparición en la década de los noventa. Actualmente, el desarrollo de los DGPS (o sistemas de posicionamiento GPS con corrección diferencial) y los altos niveles de precisión alcanzados por los mismos, hacen posible su utilización en operaciones como los tratamientos aéreos de masas forestales.

Los sistemas de guiado de aeronaves DGPS utilizados en pulverización realizan las funciones que se exponen en la siguiente lista:

- Ofrecen al equipo técnico responsable del tratamiento la posibilidad de definir y actuar con poco margen de error en las zonas a tratar mediante su integración previa en los sistemas de la aeronave
- Dan al piloto la capacidad de llegar a la zonas objetivo y de volver de vuelta a la base
- Guían al piloto durante el tratamiento para conseguir una cobertura máxima del polígono (o parcela a tratar), evitando en gran medida los solapes y las calvas♣
- Suministran una grabación del área pulverizada. Esta información puede verse en el display del aparato del avión para correcciones inmediatas o descargada en un ordenador personal
- La información descargada en el ordenador personal, puede ser después integrada en un GIS para su análisis. Estos datos son un registro del trabajo realizado de cara a posibles reclamaciones

♣ Zonas a las que no llega el producto dentro de un polígono tratado

El fundamento del procedimiento es como sigue: se introduce en el terminal del DGPS del helicóptero las zonas o polígonos objeto de tratamiento a través de un disco de 3 ½, en el formato compatible para el equipo del helicóptero (. mxd). Una vez realizado esto, el aparato le ofrece al piloto las mismas funciones de un GPS convencional como son el guiado hasta el polígono reconocido y la medición de otros parámetros como distancia hasta la zona, etc. Además de esto, se muestra para el polígono las pasadas que el piloto ha de realizar para lograr la cobertura total del mismo. El elemento que orienta al piloto durante la pasada es una barra de luces que tiene situada en el interior de la cabina en una zona de alta visibilidad.

El piloto cuando llega a la zona a tratar se marca una línea base que será la referencia que seguirá para el trabajo. La barra de luces guiará marcando la desviación de las continuas líneas de pulverización en grados sexagesimales y mediante la posición de las diferentes luces de manera que cuando más se desvíe de la línea bases menos centradas estarán las luces.

Este procedimiento necesita una calibración previa al comienzo de los trabajos de pulverización. Cabe destacar que esta descripción es muy sucinta para el gran número de funciones que tiene el DGPS, pero es suficiente como para tener una idea general del procedimiento.

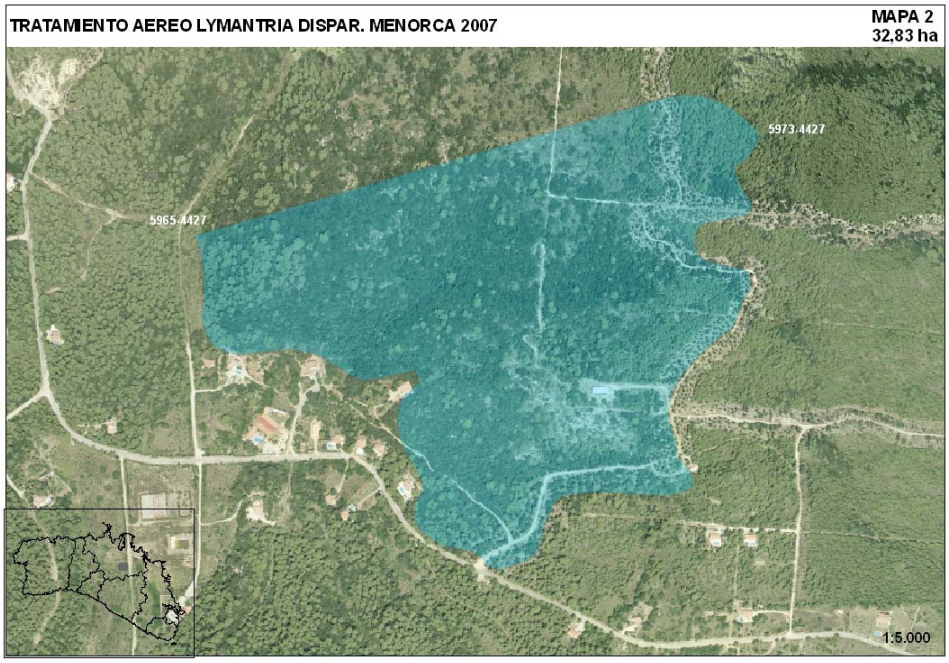


Ilustración 2.- Ejemplo de la cartografía entregada a los pilotos.

4.6 INSTRUMENTOS DE CONTROL DE TRATAMIENTOS AÉREOS EN TIEMPO REAL

El sistema de control se realiza a través del mismo dispositivo DGPS que guía a los pilotos. El aparato deja registrado los movimientos de la aeronave en el momento que está tratando (pasadas de tratamiento), es decir, cuando la palanca del regulador mecánico de presión está abierta (contador volumétrico). Dicha palanca se acciona junto con el interruptor que manda al DGPS la señal de que se está tratando y ordena, así, que registre las pasadas.

Tras el aterrizaje de la aeronave procedente de un tratamiento, las pasadas quedan grabadas en la tarjeta gráfica en formato .mxd y son entregadas al técnico de pista que se encarga de "volcarlas", exportarlas a formato shape y tratarlas en ArcGIS®. De esta forma, se está en condiciones de valorar el trabajo realizado anotando puntos de conflicto como polígonos no tratados, tratados con una cobertura inferior al objetivo, zonas quemadas o inexistencia de encinas, o áreas pulverizadas fuera de las objeto de tratamiento.

A su vez, el técnico de pista recoge tras el aterrizaje el informe de los pilotos en referencia al trabajo realizado. De toda esta información, se extrae las conclusiones pertinentes, en orden a dar visto bueno al trabajo o a establecer la necesidad de repaso total o parcial de la zona trabajada.

Llegado el caso de tener que volver a la zona en la que se ha estado trabajando, este sistema ofrece la posibilidad de suministrar cartografía a los pilotos que les sirva de orientación para el repaso.

Otra de las ventajas de esta metodología es, como ya se ha mencionado, que posibilita la emisión de informes a la dirección del proyecto con la evolución diaria de la campaña.

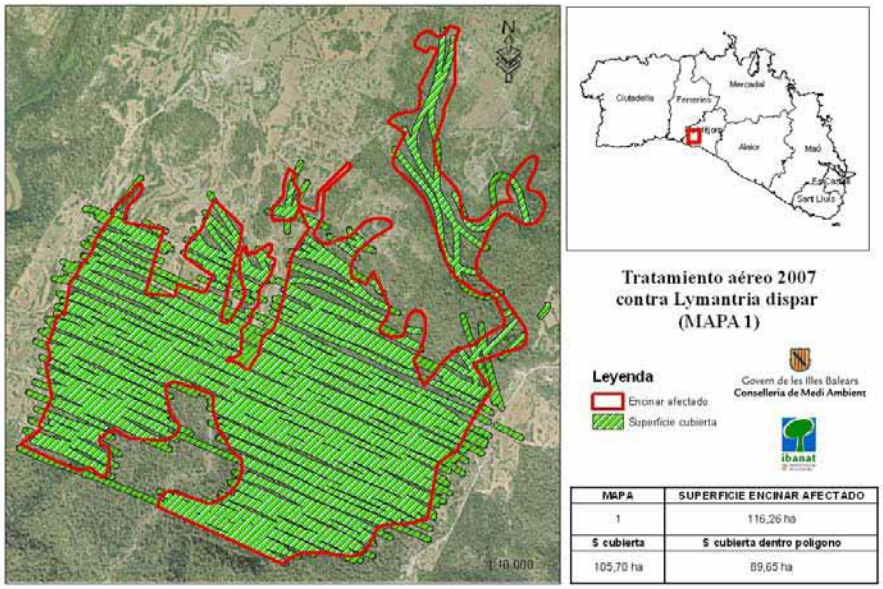


Ilustración 3. -Ejemplo de informe diario para la dirección del proyecto

El proceso de construcción es:

- Los datos grabados de los vuelos son descargados en ArcGis® en forma de polígonos, en el que se representan las pasadas del tratamiento con una anchura de 20 metros propia de las características del helicóptero y la altura de vuelo.
- Posteriormente, con distintas utilidades de ArcGis® se obtienen las hectáreas tratadas tanto dentro como fuera de los polígonos y con estas cifras es posible obtener la efectividad de los vuelos.
- Por último se confecciona la hoja "Informe" con los datos obtenidos, mapas y demás información útil para el seguimiento de los tratamientos.

4.7 TRABAJOS DE CAMPO

Como hemos visto anteriormente, la utilización del Diflubenzurón impone una serie de condicionantes técnicos (temperatura, humedad, viento, principalmente) que, sin ser tan limitantes como con el *Bacillus thuringiensis*, restringen la aplicación del mismo. Por este motivo, simultáneamente a la pulverización aérea, se ha dispuesto un técnico

especializado e involucrado en sanidad forestal en el campo, situada en la zona que va a tratarse cada día, para analizar si las condiciones meteorológicas y atmosféricas son las adecuadas para el trabajo con las aeronaves (ventana de prescripción).

La comprobación de estas condiciones atmosféricas se realiza antes de cada vuelo, y periódicamente durante los vuelos, dando aviso del momento en que dichas condiciones dejan de cumplirse y se debe, por tanto, suspender el tratamiento.

Además del control de estas condiciones, el personal desplazado en campo también controla el trabajo del helicóptero, comprobando in situ que se tratan las áreas planificadas, y que el producto moja convenientemente las hojas de las encinas. Cualquier incidencia observada por este técnico, era comunicada directamente al director del proyecto y al técnico de base.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PREVIAS AL TRATAMIENTO

5. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PREVIAS AL TRATAMIENTO

Habiendo sido ya descritos para la campaña de tratamiento aéreo contra la lagarta peluda en Menorca los antecedentes, la situación actual y los objetivos, así como las bases de este tipo de actuaciones, se ofrece en este apartado una descripción detallada de las actuaciones llevadas a cabo para su ejecución.

5.1 ZONAS DE ACTUACIÓN

Como se ha explicado en el apartado *5.2 Niveles de infestación*, el día 1 de junio de 2007, y debido a la grave explosión demográfica de la plaga que se estaba sufriendo en Menorca, se realizó una inspección de los encinares de esta isla desde el aire, mediante la utilización de un helicóptero.

Imagen 10.- Vuelo de prospección de las masas de encinar. 1/06/07

Se usó, como base cartográfica la capa (.shape) de encinares del decreto de encinares 130/2001. Esta capa se introdujo en una PDA con dispositivo DGPS, lo que nos permitía conocer en cada momento la masa de encinar sobrevolada. A cada una de estas masas se le asoció un determinado nivel de afectación en función del nivel de defoliación observado (ver tabla 1). A partir de estos datos se elaboró el siguiente mapa de niveles de afectación:

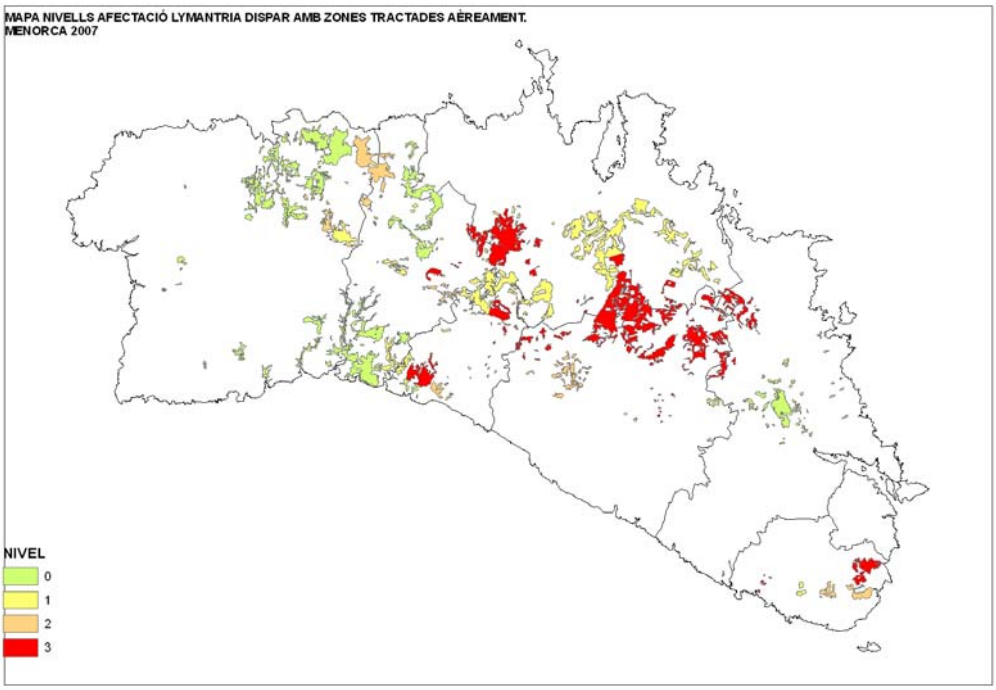


Ilustración 4.- Mapa de niveles de afectación de Lymantria dispar.

El día 4 de junio tuvieron lugar en Menorca 2 reuniones, una con técnicos de las diversas administraciones implicadas y una segunda con los ayuntamientos, empresas forestales, grupos ecologistas y otros sectores de la sociedad afectados. Asistieron también la Consellera de la Reserva de la Biosfera y Medi Ambient del Consell Insular de Menorca, la Sra. Fina Casals, así como el Sr. Miquel Ramis d'Ayreflor, Secretario General de la Conselleria de Medi Ambient de la CAIB.

El objetivo de estas reuniones era decidir sobre la necesidad de actuar o no para controlar la plaga de *Lymantria dispar*, y en caso afirmativo, determinar las actuaciones a llevar a cabo. Los técnicos del Servicio de Sanidad Forestal expusimos la problemática de esta plaga y las posibles

soluciones; después de varias deliberaciones, los representantes políticos presentes en la reunión acuerdan, sin consenso por parte de algunos técnicos del Consell Insular, realizar las siguientes actuaciones:

- tratamiento con producto insecticida (diflubenzurón), en determinadas zonas con un nivel de afectación 3,
- aumentar el nº de trampas de feromona a instalar para la captura de machos reproductores en 2007.
- realizar un estudio sobre la afectación del tratamiento con insecticida sobre el resto de la fauna.

Posteriormente, el 7 de junio, los técnicos del servicio de Sanidad Forestal de La Conselleria de Medi Ambient de la CAIB nos reunimos con técnicos del Consell Insular de Menorca para consensuar las zonas a tratar, acordando:

- Tratar terrestremente las zonas correspondientes a solicitudes concretas de particulares afectados.
- Tratar masas extensas de encinar con un nivel de afectación 3 mediante medios aéreos.

Se excluyeron determinadas zonas que por sus características, servían como parcelas de estudio y comparación respecto las tratadas.

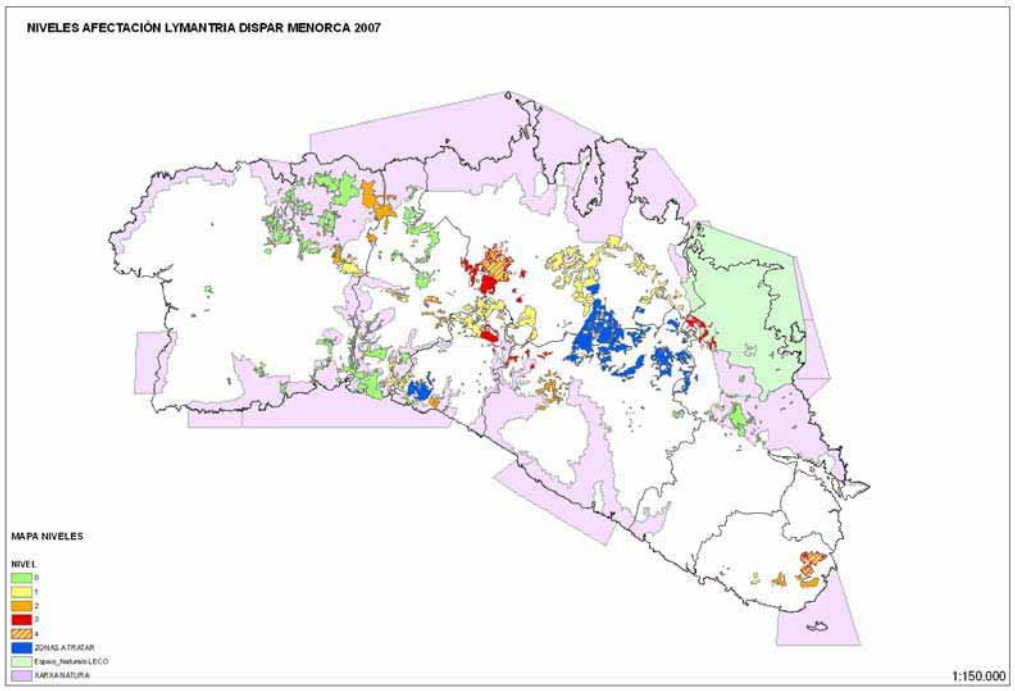


Ilustración 5.- Mapa de niveles de afectación con las zonas a tratar

5.2 RECURSOS CARTOGRÁFICOS

Previamente a la realización de los trabajos de pulverización, se elaboró una colección cartográfica encaminada a facilitar el reconocimiento de las zonas de actuación. De esta manera, el ámbito general del tratamiento fue repartido en diferentes áreas de trabajo (polígonos de tratamiento) con su correspondiente identificador. (ver anejos)

Se distribuyó dicha colección cartográfica a los pilotos, al personal de campo y al personal de pista; este procedimiento facilita mucho el entendimiento entre todos los agentes implicados en el tratamiento.

A los pilotos se les entregó la cartografía en el formato digital que la terminal del avión pudiera reconocer para permitir la pulverización mediante DGPS (.mxd).

Al personal de campo se les repartió la colección cartográfico en formato papel, con los mismos identificadores.

En el caso del personal de pista, disponían de la cartografía en formato papel, pero también en digital, tanto en extensión .mxd, como en .shp, formato este último con el que trabaja el servicio para la elaboración de mapas.

5.3 ACONDICIONAMIENTO DE LA PISTA

El tratamiento con helicóptero implica, a diferencia de los aviones, repostajes (combustible y producto) continuos (cada 12 mín. aprox. en el caso que nos ocupa) que obliga a que la pista este cercana a la zona de trabajo.

Idealmente, para evitar pérdidas de tiempo por desplazamiento, las empresas de tratamientos recomiendan que el helicóptero no reposte cada vez en pista, sino que lo haga en la zona donde esté trabajando en ese momento, siendo los vehículos de combustible y de producto los que se desplacen hacía donde se encuentre el helicóptero.

Las características de la isla de Menorca, mayoritariamente de propiedad privada, dificultaban enormemente este procedimiento de trabajo; además, las zonas a tratar estaban agrupadas en la zona centro de la isla, muy cercanas unas a otras. Por estos dos motivos, la dirección técnica del proyecto,

decidió que el repostaje se hiciera siempre desde un mismo punto, próximo a las zonas de trabajo; el lugar elegido fue S'Arangí, una explanada muy cercana a Mercadal, en la que se tiene previsto adecuar próximamente como pista de helicópteros de incendios.

S'Arangí se acondicionó con dos balsas de 4000 l de agua cada una, un depósito de 500 litros para realizar la mezcla y un camión (tanqueta) para la carga de las balsas con agua.

No fue necesario ningún sistema de canalización ya que el proceso de mezcla y carga del producto no produce derrames ni restos de enjuage: el producto, en polvo, se introduce directamente en el depósito de 500 l, donde se produce la mezcla mediante unas aspas con movimiento rotativo. El depósito va conectado mediante un sistema de mangueras, al depósito del helicóptero, evitando posibles derrames. La parte sobrante del bidón la utiliza el medio aéreo para el enjuage del depósito del mismo.

Según la ficha de seguridad del producto, éste debe mantenerse alejado de la humedad y el calor, en un lugar fresco, seco y bien ventilado. La cercanía de S'Arangí al centro de trabajo de Ibanat, nos permitió almacenar el producto en los almacenes de Ibanat, y disponer en pista únicamente de una pequeña provisión de producto diario para utilizar.

5.4 FORMACIÓN SOBRE RIESGOS LABORALES EN MANIPULACIÓN Y CARGA DEL PRODUCTO

El fabricante prescribe en la ficha de datos de seguridad del Dimilin 25 pm, una serie de medidas de seguridad que han de ser respetadas por todas aquellas personas que manipulen el producto, así como los equipos de protección individual a emplear por estas personas, como son:

- Máscara de protección respiratoria equipada con filtro especiales para productos fitosanitarios, en caso de que las condiciones de trabajo los justifiquen (lugar cerrado, por ejemplo)

- Guantes fabricados en materiales resistentes a productos químicos, como guante de goma butílica y nitrilo. Estos se han de cambiar ante cualquier indicio de deterioro.
- Gafas de protección química o pantalla facial homologada.
- Botas de protección a agentes químicos
- Delantal o mono resistente a productos químicos

Se entregó al personal que realizaba la mezcla del producto o lo manipulaba, los epis descritos y la ficha de seguridad del producto.

Se exigió a todo este personal el uso de estos equipos, así como estar en posesión del certificado de manipulador de productos fitosanitarios, requisito legal.

Imagen 11.- Operarios dotado del equipo de seguridad prescrito

5.5 CALIBRACIÓN DEL HELICÓPTERO

En el apartado *4.5.3*, hemos observado los elementos a calibrar así como el proceso de calibración. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

· *Resultado de los cálculos:*

Modelo	Matrícula	$v_{trabajo}\left(km/h\right)$	Ancho pasada (m)	$Q_{sistema}\left(l/\min\right)$	$q_{atomizador}\left(l/\min\right)$
BELL 206	EC-HCC	90	20	60	10

Tabla 5. - Resultado de los cálculos de la calibración

· *Calibración de Micronairs:*

Modelo	Caudal micronair 1	Caudal micronair 2	Caudal micronair 3	Caudal medio micronairs
BELL 206	10,5	10	9,52	10,01

Tabla 6. - Valores de calibración de Micronairs

· *Flowmeter:*

La lectura en el flowmeter, durante la prueba, fue también de 10 l/min.

6. RESULTADOS

6. RESULTADOS

6.1 SUPERFICIE TRATADA Y EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO

Tal y como hemos comentado anteriormente, la utilización de la tecnología DGPS nos suministra la grabación del área pulverizada por el helicóptero, que posteriormente puede descargarse en un ordenador personal y procesar la información.

A partir de esta grabación de las áreas pulverizadas y mediante el programa informático Arc Gis, hemos obtenido los siguientes datos:

- superficie tratada: hectáreas que el DGPS marca como efectuadas
- superficie cubierta: se eliminan los solapamientos, es decir, las pasadas que coinciden total o parcialmente. Es el cálculo de la superficie de un polígono realmente cubierto.
- superficie dentro y fuera del polígono: nos permite determinar la proporción de producto emitido que cae fuera del polígono.

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR	SUPERFICIE TRATADA	SUPERFICIE CUBIERTA	S cubierta dentro polígono
1	116,26	119,70	105,70	89,65
2	32,83	38,70	25,77	23,44
3	73,47	71,82	63,54	57,47
4	52,09	51,70	44,48	34,74
5	129,85	172,56	141,70	115,40
6	49,44	52,05	45,47	29,76
7	109,86	121,80	108,50	96,46
8	154,13	172,58	151,20	124,50
9	87,12	12,14	10,19	8,55
TOTAL	**805,05**	**813,05**	**696,55**	**579,97**

Tabla 7.- Superficies tratadas según datos del DGPS.

Estos datos han sido contrastados mediante informes de los técnicos de campo.

A partir de estos datos se han calculado las efectividades del tratamiento. Distinguimos tres tipos de efectividades:

- La primera de ellas es la que se refiere al índice de solapamientos. Contra mayor sea este índice, peor es la efectividad del tratamiento, ya que significa que se está pulverizando una misma zona en mas de una ocasión. (efectividad **1**)
- Otra efectividad es la proporción de superficie cubierta que está dentro del polígono marcado; se trata por tanto, de determinar la capacidad del medio aéreo para pulverizar únicamente el interior de un polígono, la precisión. (efectividad **2**)
- Por último, se calcula la efectividad atendiendo a la superficie realmente cubierta dentro de polígono, respecto la superficie inicial de encinar que la cartografía nos detalla (Inventario Forestal Nacional). (efectividad **3**)

Estas efectividades han sido:

EFECTIVIDAD 1	EFECTIVIDAD 2	EFECTIVIDAD 3
13,74	84,28	74,60

Tabla 8.- Efectividades calculadas del tratamiento aéreo contra *Lymantria dispar.*

Existen diversas causas que imposibilitan la consecución de efectividades más altas:

- Algunos polígonos presentaban zonas sin vegetación en las cuales no se ha aplicado caldo.
- Otros presentaban una fracción de cabida cubierta defectiva, lo cual aconseja ceñirse a aplicar el producto solamente en las encinas existentes.
- La mayoría de los polígonos no eran masas puras de encinas, sino mezcla de especies, por lo que no se trató los rodales de especies diferentes.
- Algunos rodales de encinas estaban totalmente defoliadas, lo que hacia más aconsejable tratar los bordes de estas masas en vez de toda la masa.

Si comparamos estas efectividades con las de los aviones utilizados para la campaña de procesionaria:

EFECTIVIDAD 1	EFECTIVIDAD 2	EFECTIVIDAD 3
24,63	56,27	61,91

Tabla 9.- Efectividades calculadas del tratamiento con avión. Islas Baleares 2006

La efectividad 1 (o índice de solapamiento) es claramente inferior en los helicópteros, mientras que las efectividades 2 y 3 son superiores. Es decir, a raíz de estos datos observamos como el helicóptero es un medio mas efectivo y mas preciso que produce menos solapamientos entre pasadas y cubre una mayor superficie dentro de un polígono.

Estas mejoras en la efectividad se deben principalmente a la menor velocidad de los helicópteros y a la mayor facilidad de manejo y velocidad más baja de vuelo.

En el siguiente gráfico representamos el ritmo de pulverización observado en la isla de Menorca en el desarrollo de los trabajos.

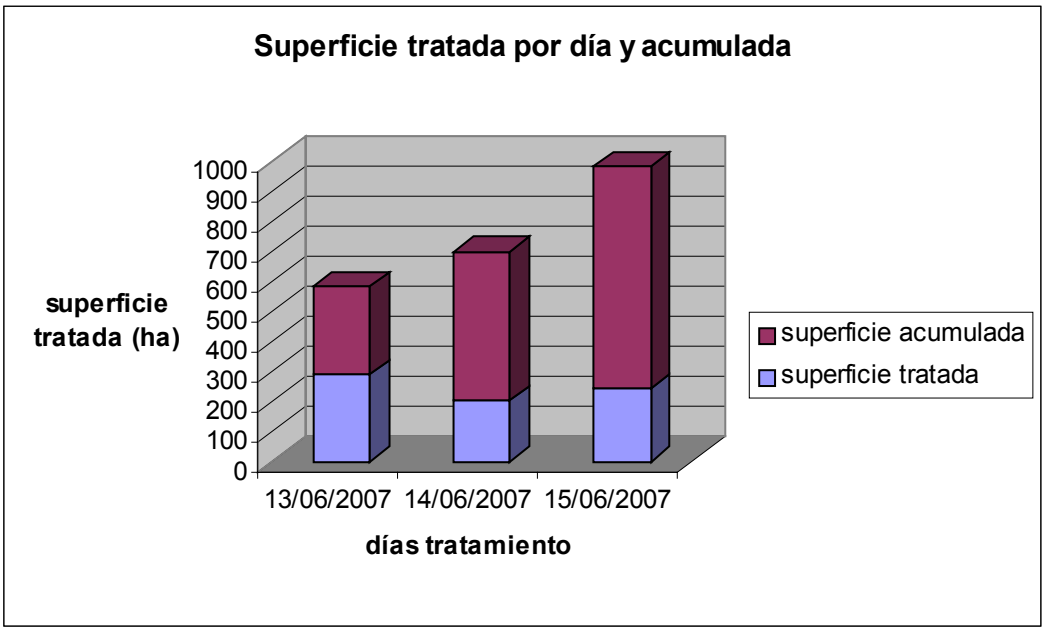


Ilustración 6.- Evolución de la pulverización en la isla de Menorca

6.2 EFECTIVIDAD DEL PRODUCTO INSECTICIDA Y DEL TRATAMIENTO: MORTALIDAD DE LAS ORUGAS

Para determinar la efectividad real en campo del tratamiento aéreo y la repercusión del mismo, se han realizado inspecciones oculares post-tratamiento para verificar la mortalidad de orugas dentro de las zonas tratadas.

Determinar las mortalidad de las orugas de *Lymantria dispar* presenta dificultades respecto a otras especies como la procesionaria del pino; en este último caso, las orugas de procesionaria son gregarias, y mueren agrupadas y colgadas boca abajo, sujetadas por una especie de hilo que ellas mismas producen, por lo que su detección resulta sencilla. Por el contrario, las orugas de *Lymantria* se hallan de manera individualizada , siendo muy fácil confundirlas con mudas de las que se han desprendido.

El día 11 de julio se inspeccionaron por técnicos especialistas en la materia, las siguientes zonas:

a) Finca de Sant Josep de Ses Rambles – Camí de'n Kane : Zona de **nivel 3, tratada.**

b) Carretera Sa Roca: Zona de **nivel 1 sin tratar**.

c) Fincas de Binidunis – S'Alzina Grosa: Zona de **nivel 3 sin tratar**

d) Finca S'Alfurí: Zona de **nivel 2 sin tratar**.

Los resultados de las inspecciones oculares en estas zonas son:

a) Se observan orugas muertas en el suelo y en los árboles; no obstante, también se detectan multitud de restos de pupas y puestas de este año, signos inequívocos de que la actuación se realizó con cierta tardanza.

b) No se aprecian ni restos de pupas ni orugas muertas. Se observan algunas puestas, en menor número pero de tamaño mucho mayor que las observadas en la zona 3. El mayor tamaño de las puestas se debe a la menor competencia que tuvieron las orugas en esta zona y por tanto a una mayor alimentación, lo que les a permitido realizar puestas con mayor número de huevos.

c) En esta zona se observan gran cantidad de puestas en árboles, casas y piedras, así como restos de pupas. Únicamente se observa alguna oruga muerta que se confunde en ocasiones con mudas de distintos estadios larvarios.

6.3 GESTIÓN DE ENVASES

El uso inadecuado de productos fitosanitarios y la eliminación no controlada de sus envases una vez utilizados produce consecuencias negativas sobre el medio ambiente. Según la nueva ley aprobada en España, acorde con la normativa vigente en el resto de Europa, los envases de productos fitosanitarios una vez usados no se podrán tirar, quemar o enterrar, sino que deberán ser retirados y tratados adecuadamente.

Siendo la Conselleria de Medi Ambient consciente de todo ello, y una vez concluido el tratamiento, se iniciaron los contactos con un organismo acreditado para gestionar la recogida de los envases vacíos.

La entidad encargada de la retirada de los envases ha sido SIGFITO, que es un organismo sin ánimo de lucro participado por distintos colectivos, que se ocupa de la recogida periódica de los residuos de envases y su gestión posterior, con la doble finalidad de facilitar el cumplimiento de la ley, evitando posibles sanciones, y ayudar a preservar y mantener el medio.

El día 15 de abril, fecha en la que se finalizaron los trabajos, se procedió a enviar los envases vacíos a la Cooperativa Sant Bartolomé en el término municipal de Mercadal; esta cooperativa esta integrada en el sistema de SIGFITO.

7. PROBLEMÁTICA Y RECOMENDACIONES

7. PROBLEMÁTICA Y RECOMENDACIONES

7.1 PROBLEMÁTICA

En este apartado se pretende analizar los problemas o inconvenientes que han surgido durante el tratamiento, así como las posibles soluciones, de manera que esta primera experiencia sirva para planificar y ejecutar siguientes campañas.

EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO AÉREO

La utilización del helicóptero como medio aéreo, nos ha permitido obtener efectividades superiores respecto el empleo de aviones usados en tratamientos contra la procesionaria. No obstante, dicha efectividad, no supera el 75% debido, principalmente, a las causas que ya apuntábamos en el apartado sobre resultados:

a) Algunos polígonos presentaban zonas sin vegetación en las cuales no se ha aplicado caldo.
b) Otros presentaban una fracción de cabida cubierta defectiva, lo cual aconseja ceñirse a aplicar el producto solamente en las encinas existentes.
c) La mayoría de los polígonos no eran masas puras de encinas, sino mezcla de especies, por lo que no se trató los rodales de especies diferentes.
d) Algunos rodales de encinas estaban totalmente defoliados, lo que hacia más aconsejable tratar los bordes de estas masas en vez de toda la masa completa.

En el caso de los apartados a, b y c, la principal causa es que no existe una cartografía de base suficientemente actualizada como para poder basarnos en ella con garantías; esto lleva a que la realidad difiera, en ocasiones, de la cartografía grafiada. Mientras no se disponga de una actualización de esta cartografía, seria aconsejable contrastar los mapas de base con visitas al campo, previas a los tratamientos, como método de verificación de esta cartografía.

Tal y como se apunta en el apartado d, algunos de los polígonos a tratar estaban defoliados al 100%; teniendo en cuenta que el producto aplicado actúa por ingestión, una vez las larvas se alimentas de las hojas pulverizadas, el tratamiento en estas masas resultará completamente inefectivo; por este motivo, se aconsejó por la dirección técnica del proyecto, pulverizar únicamente los bordes exteriores de estas masas, con menor grado de defoliación. Para evitar esta situación existen diversas alternativas:

- Avanzar la época de tratamiento: si el tratamiento se inicia con anterioridad, las masas no estarán defoliadas al 100%.

- En caso de estar en una fase ya muy avanzada de defoliación, es conveniente utilizar otro producto autorizado más efectivo y que no actúe por ingestión.

Este retraso en el inicio del tratamiento se debe, principalmente, al consenso al que hubo que llegar con el Consell Insular de Menorca, contrarios a realizar cualquier tratamiento.

Para evitar este problema, la Estrategia de Sanidad Forestal de las Illes Balears prevé la creación de protocolos de actuación aprobados previamente por un Consejo Asesor de Plagas, que evitará estos retrasos.

EECTIVIDAD DEL PRODUCTO: MORTALIDAD DE LAS ORUGAS

A pesar de que se han observado orugas muertas en las zonas tratadas, también se aprecian multitud de puestas nuevas y restos de pupa, lo que claramente indica que el tratamiento no ha resultado totalmente efectivo.

Durante el tratamiento aéreo, se dispuso de personal en campo que detectó la existencia de orugas en casi todos los estadios larvarios, y algunas que se preparaban ya para crisalidar; por lo tanto, todas las orugas que antes del tratamiento crisalidaron, no se vieran afectadas por la pulverización, transformándose en mariposas que posteriormente realizaron las puestas.

De todo esto se deduce que la época de realización de los tratamientos fue tardía.

Imagen 12.- Orugas de distintos estadios larvarios en un mismo tronco de encina.

7.2 RECOMENDACIONES

Para futuras campañas de tratamientos aéreos se recomienda:

- Iniciar con anterioridad el tratamiento. Profundizar en el conocimiento de la biología de la especie nos deben servir para ajustar dicho periodo.
- Estudiar la posibilidad de realizar dos pasadas separadas en el tiempo, ya que se ha visto que existe una gran heterogeneidad en cuanto a la fase de desarrollo larvario en la que se encuentran las orugas.

8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

DAJOZ, R. (2001). Entomología forestal: los insectos y el bosque. Madrid. Mundi Prensa. ISBN 84-7114-871-4

GOBIERNO DE ARAGÓN : INFORMACIONES TÉCNICAS (2000). *Lymantria dispar*. Aragón.

GOVERN DE LES ILLES BALEARS : CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT. (2006). Informe del tratamiento aéreo para el control de la procesionaria del pino en las Illes Balears 2006. (Fondo bibliográfico del organismo)

IBANAT. (2005). Memoria de Resultats de *Lymantria dis*par a l'illa de Menorca 2005. Menorca. (Fondo bibliográfico del organismo)

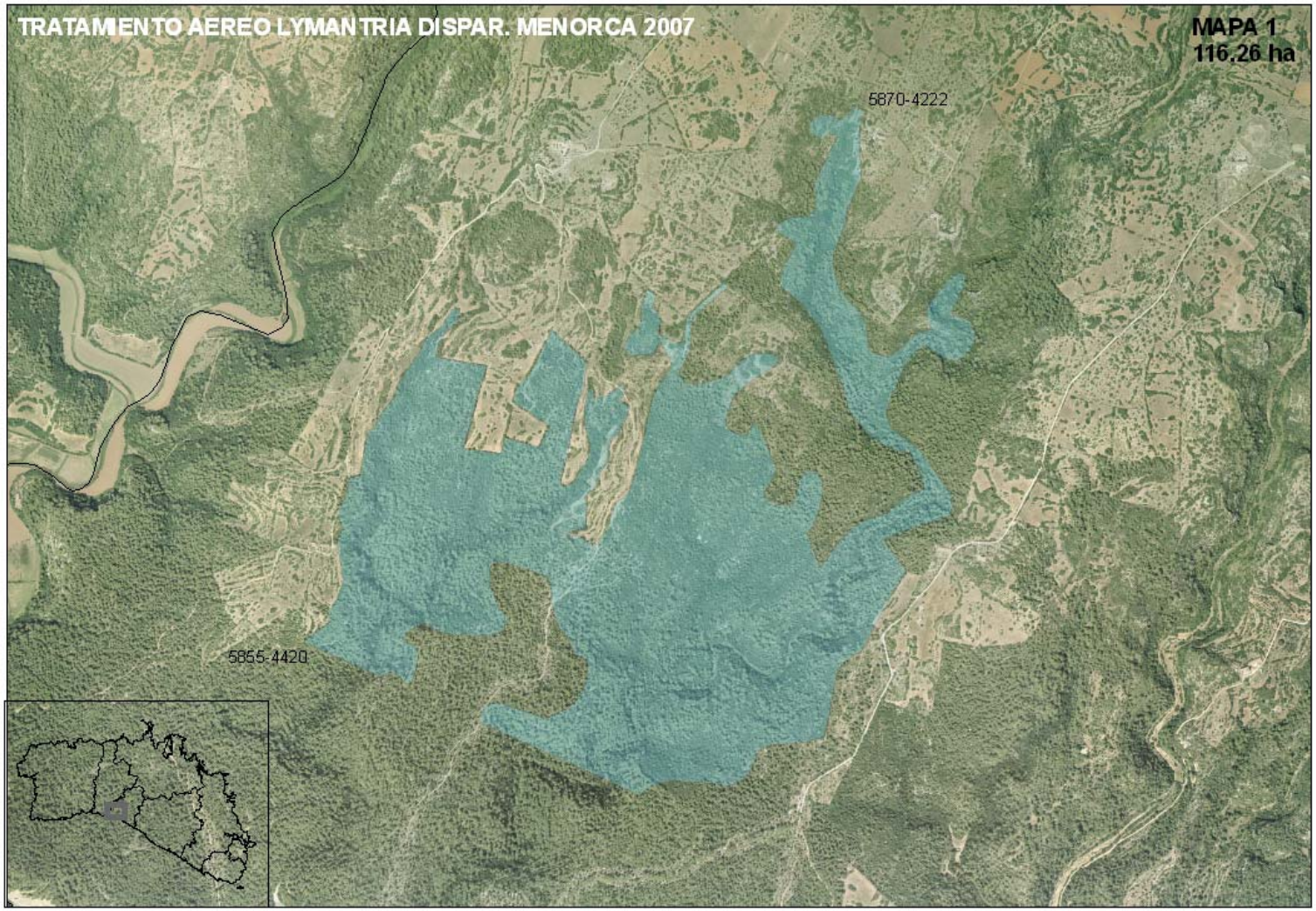
NUÑEZ, L (2007). Estrategia de Sanidad Forestal Palma de Mallorca. Documentación técnica del Servicio. Borrador

ROMANYK, N.; CADAHIA, D. (1992). *Plagas de insectos en las masas forestales españolas.* 2ª ed. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca y alimentación. ISBN 84-7479-125-1

ANEJOS

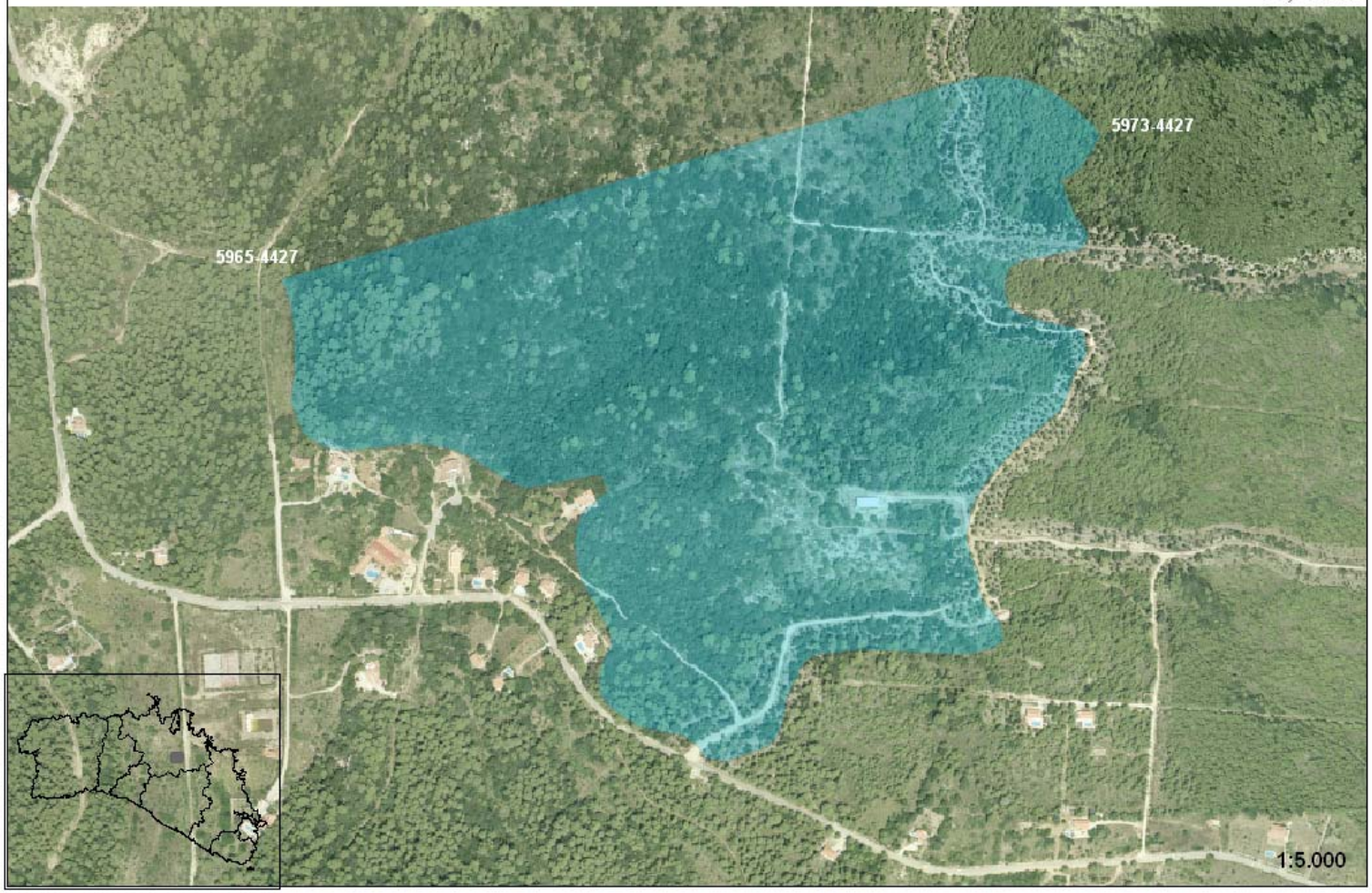
ANEJO I : FICHA DE SEGURIDAD

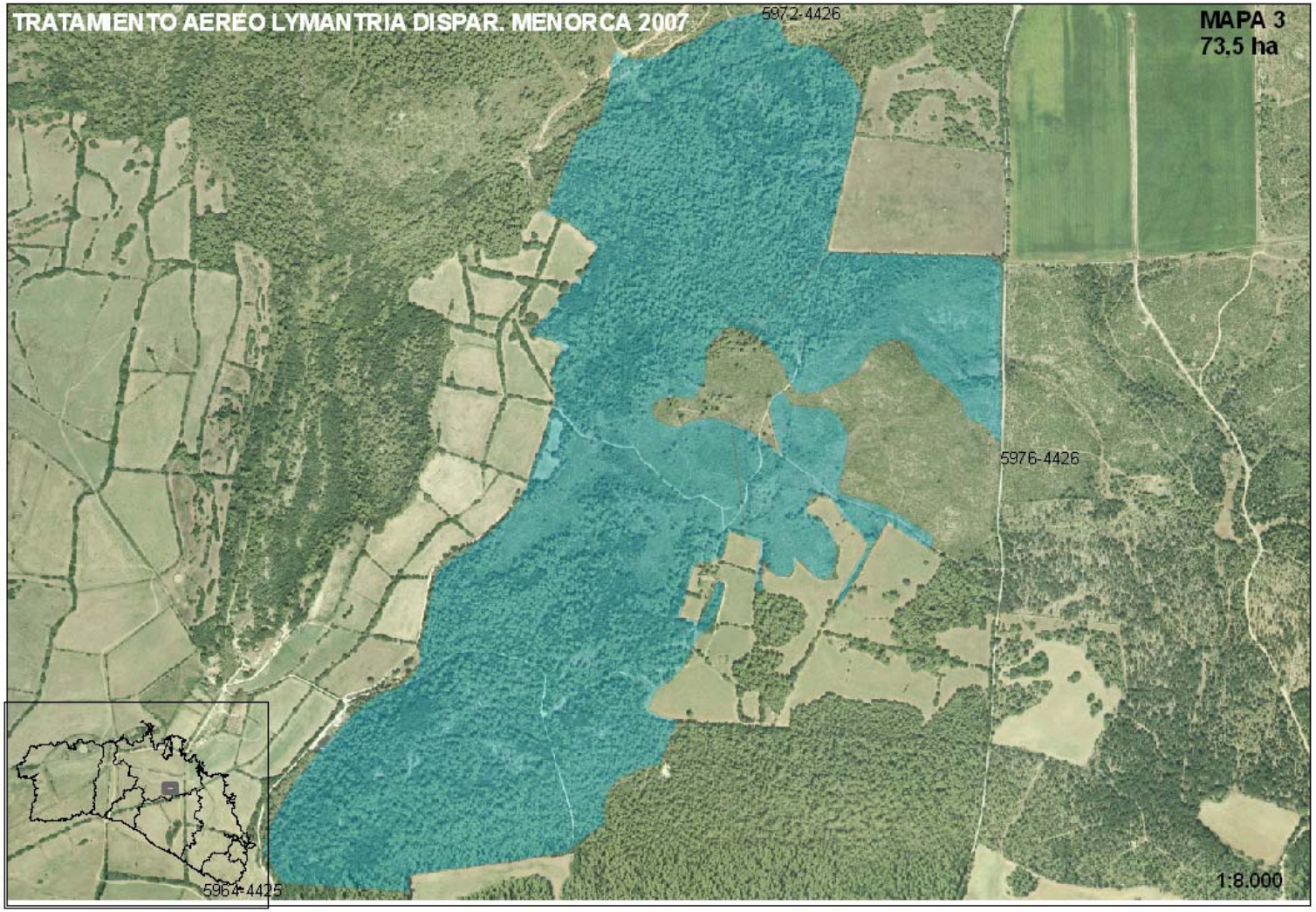
ANEJO II: ZONAS DE TRATAMIENTO

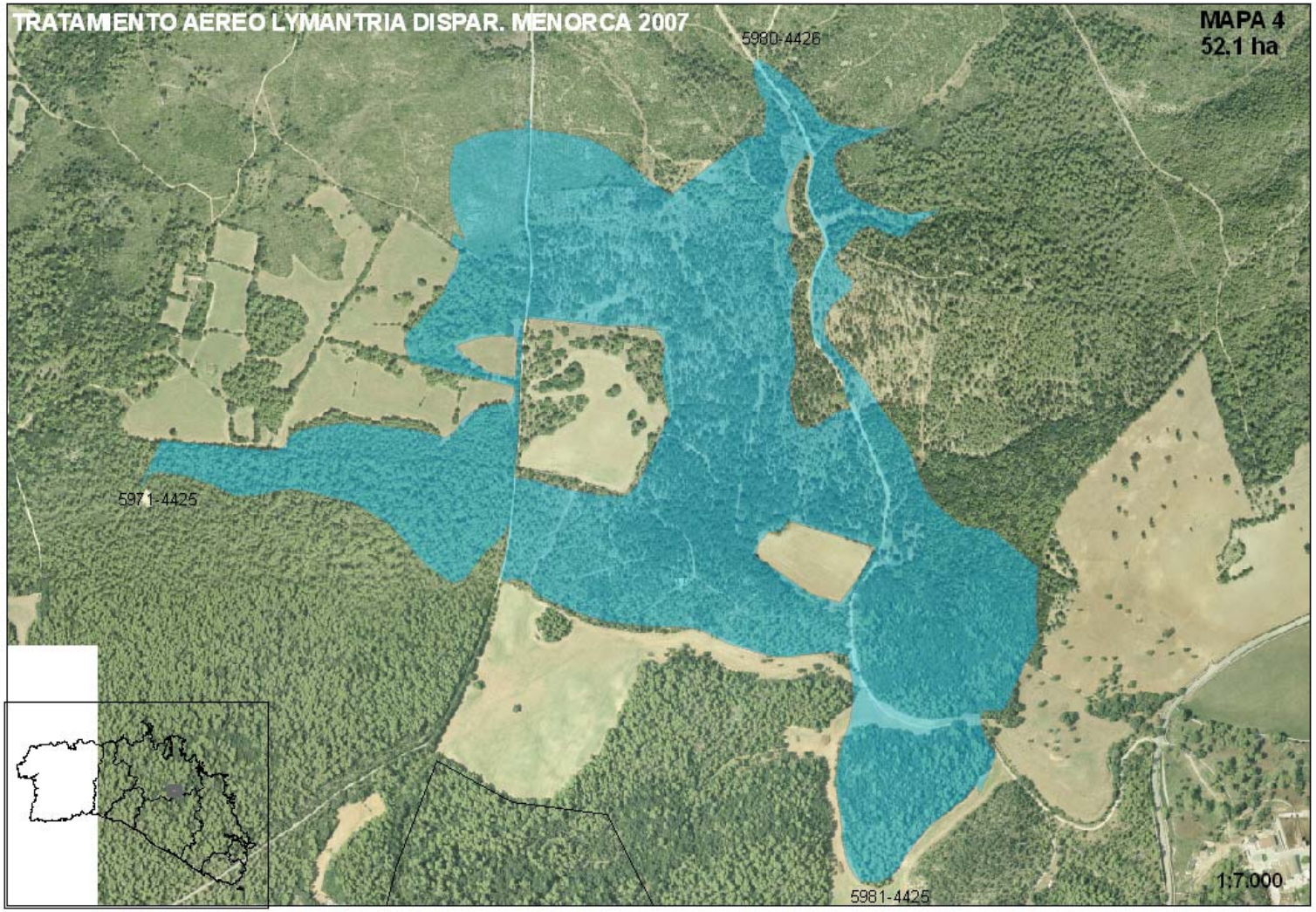

TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
MAPA 1
116,26 ha
5870-4222
5855-4420

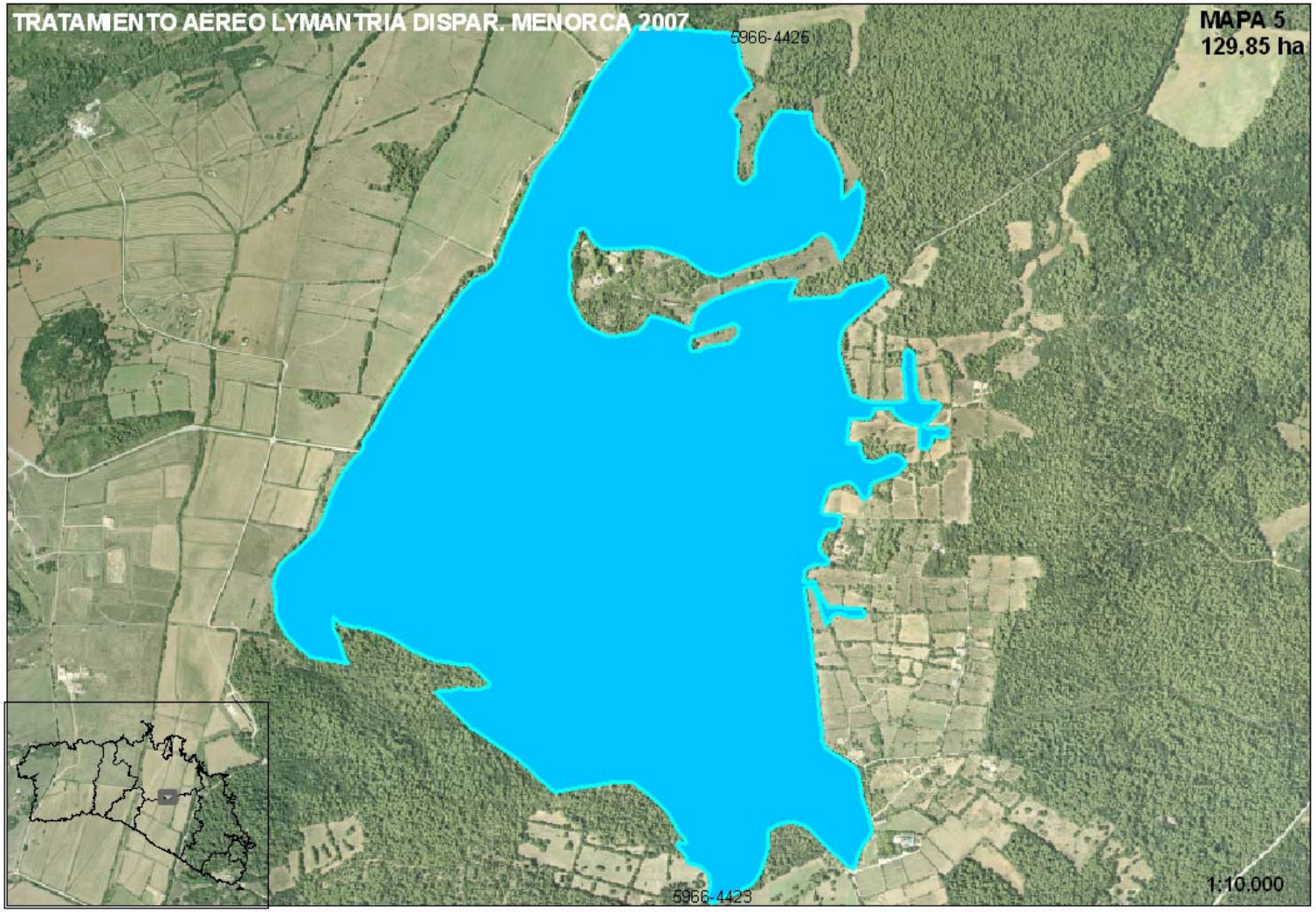
TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007

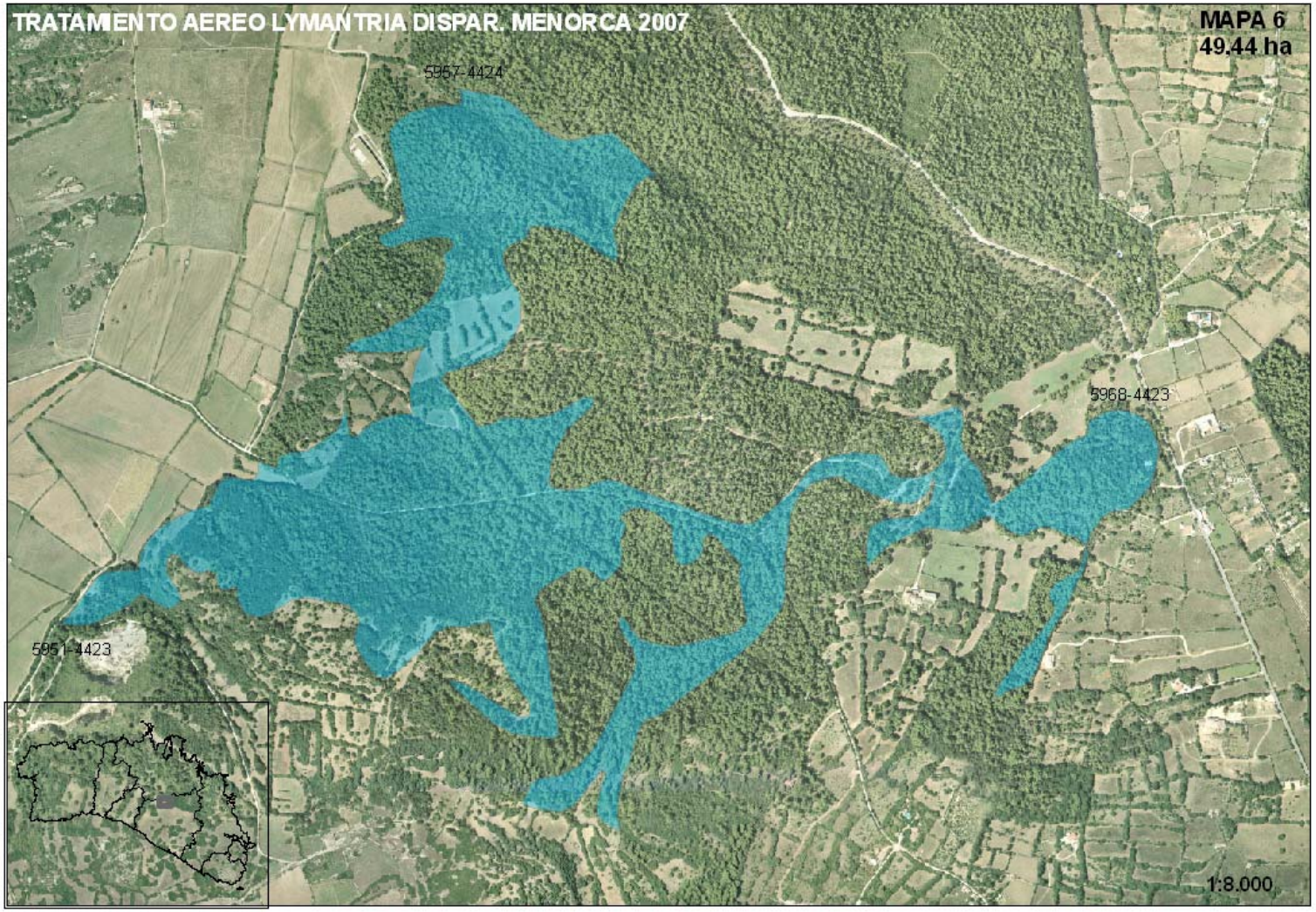
MAPA 2
32,83 ha

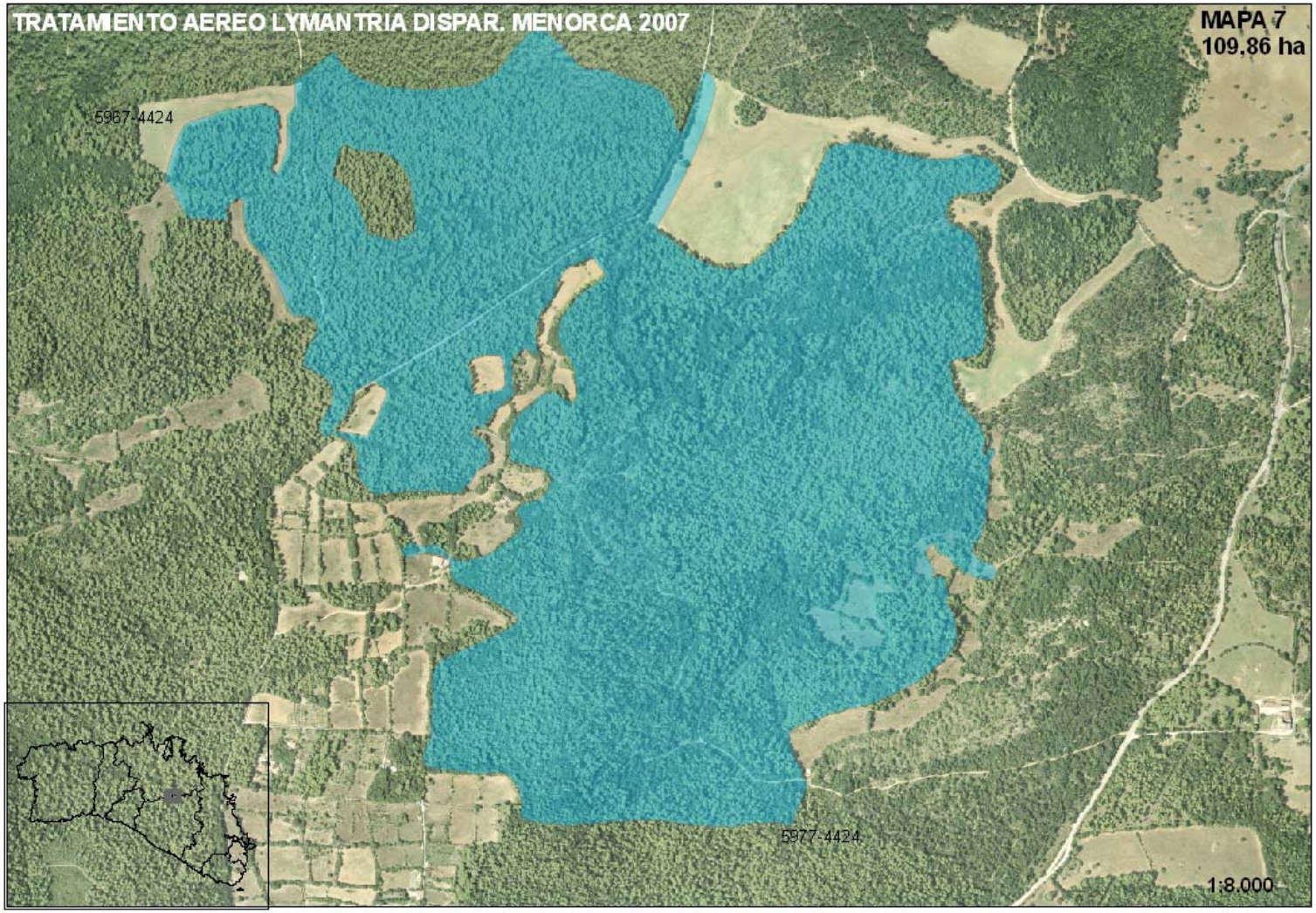


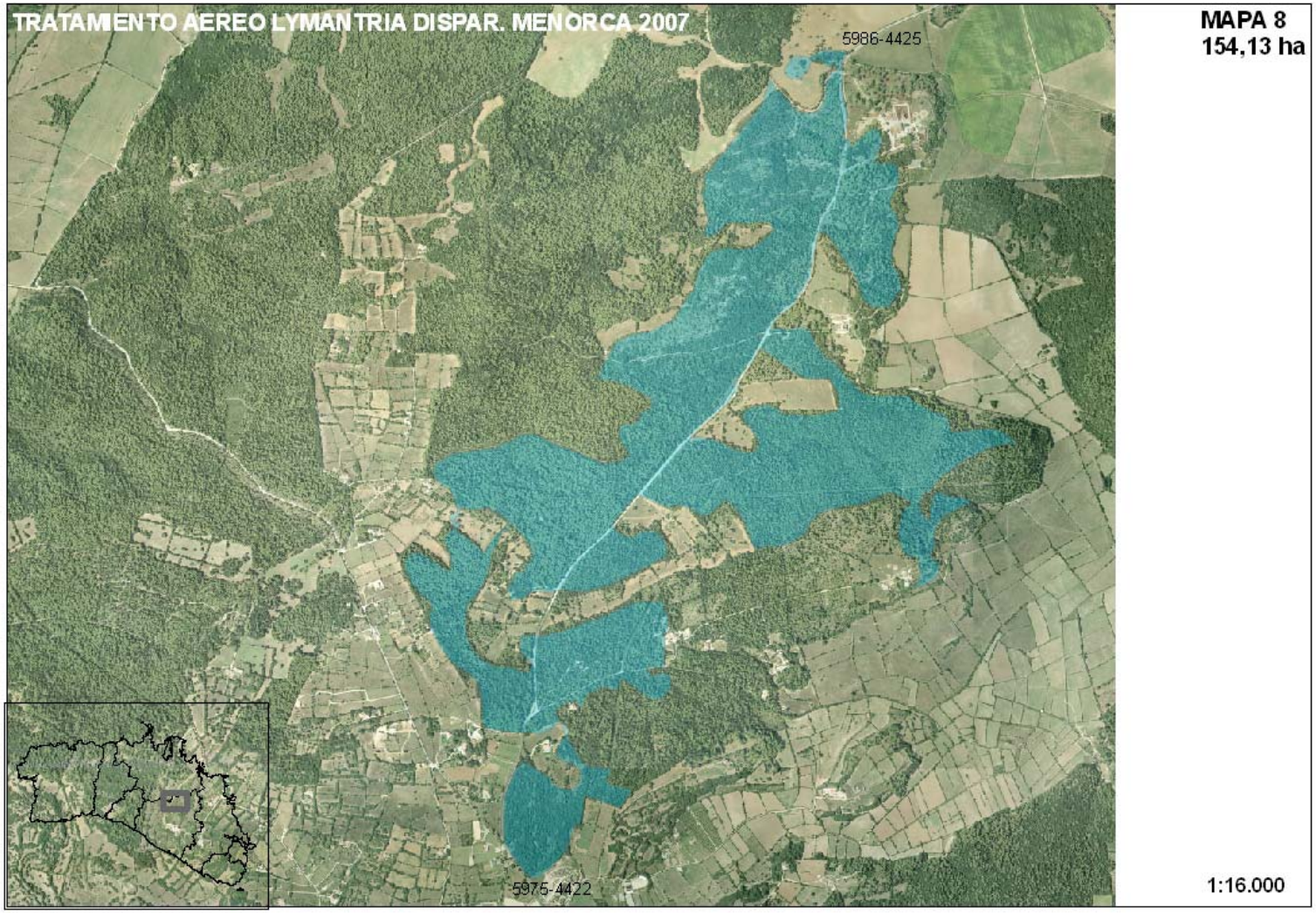

TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
5972-4426
MAPA 3
73,5 ha
5976-4426
5964-4425
1:8.000

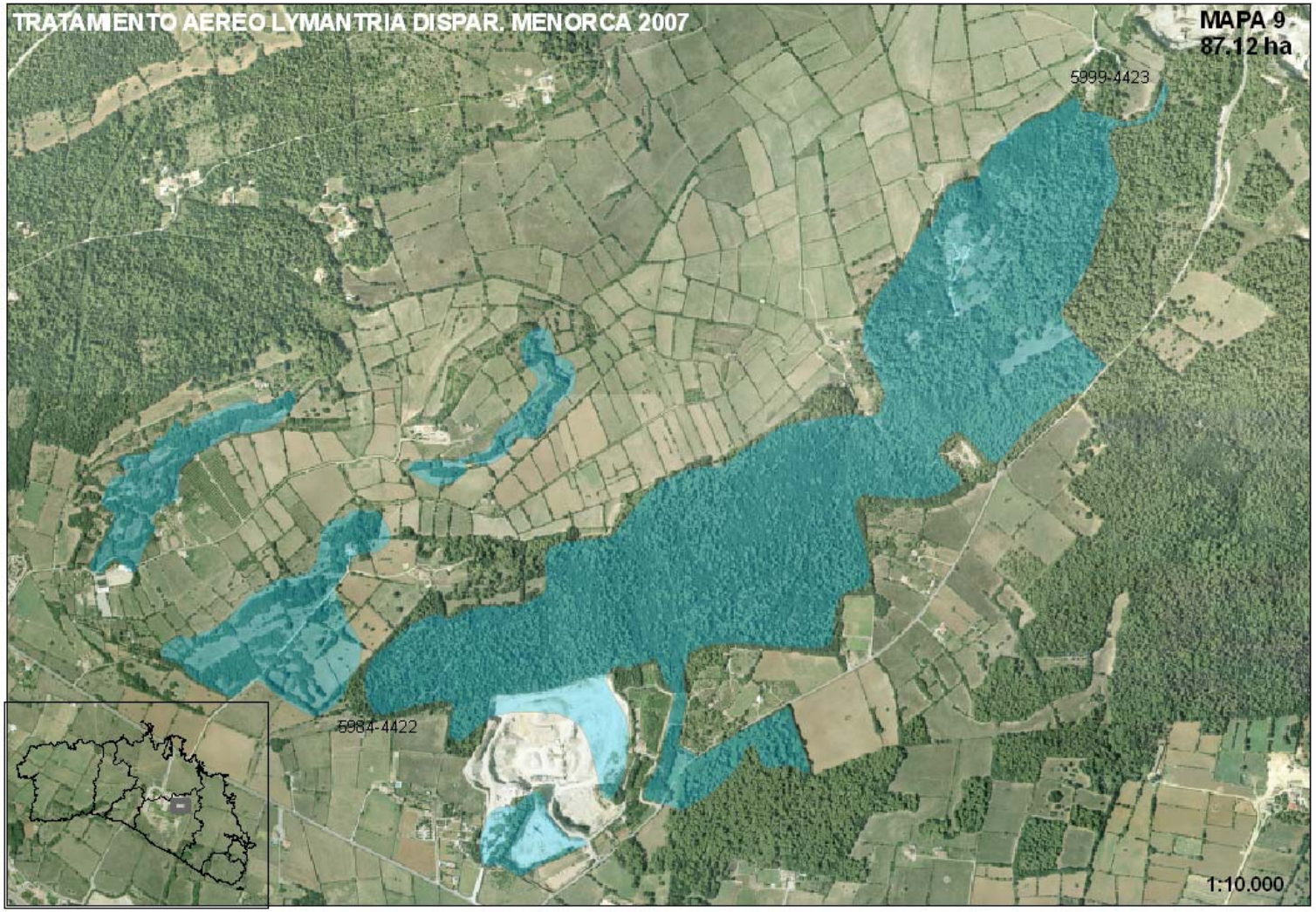

TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
MAPA 4
52,1 ha
5980-4426
5971-4425
5981-4425
1:7.000


TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
MAPA 5
129,85 ha
5966-4425
5966-4423
1:10.000

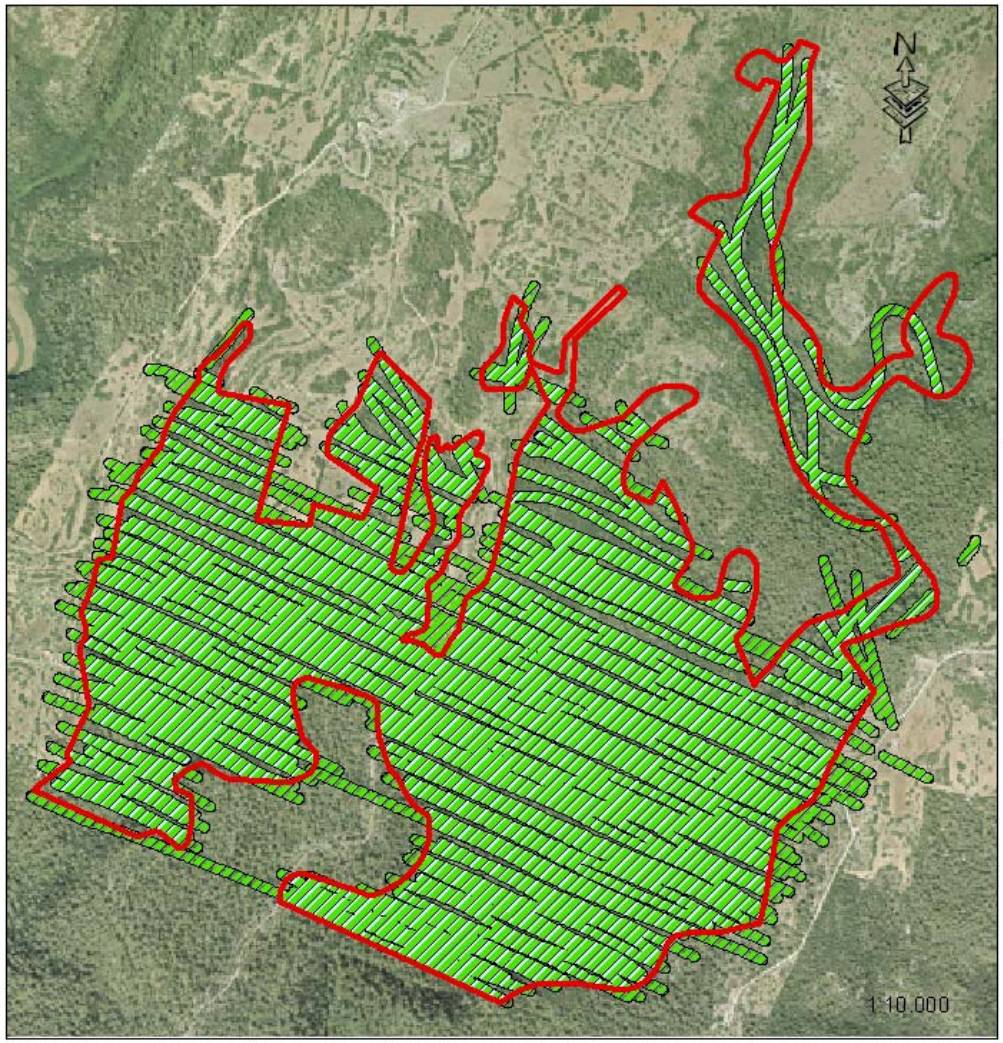

TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
MAPA 6
49.44 ha
5957-4424
5968-4423
5951-4423
1:8.000

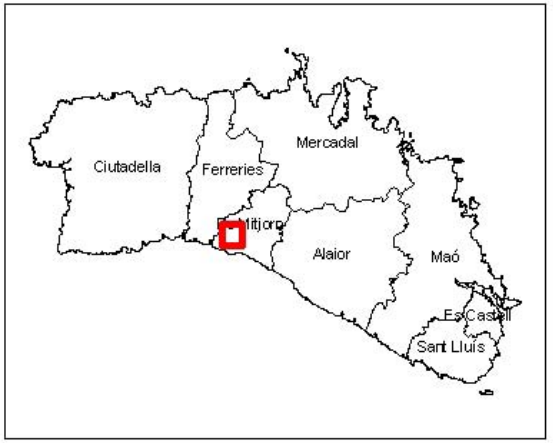

TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
MAPA 7
109,86 ha
5967-4424
5977-4424
1:8.000


TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
5986-4425
5975-4422
MAPA 8
154,13 ha
1:16.000


TRATAMIENTO AEREO LYMANTRIA DISPAR. MENORCA 2007
MAPA 9
87.12 ha
5999-4423
5984-4422
1:10.000

ANEJO III : INFORMES DIARIOS





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 1)

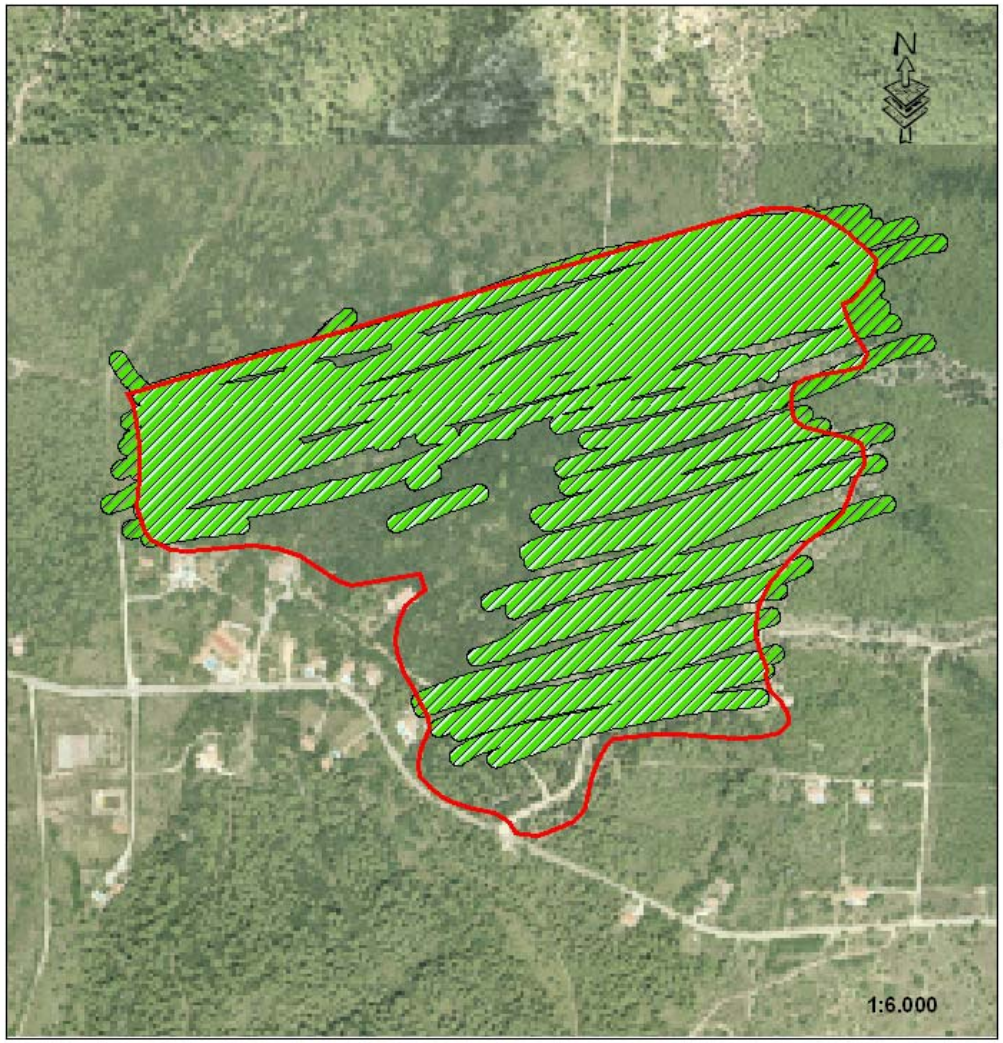
Leyenda

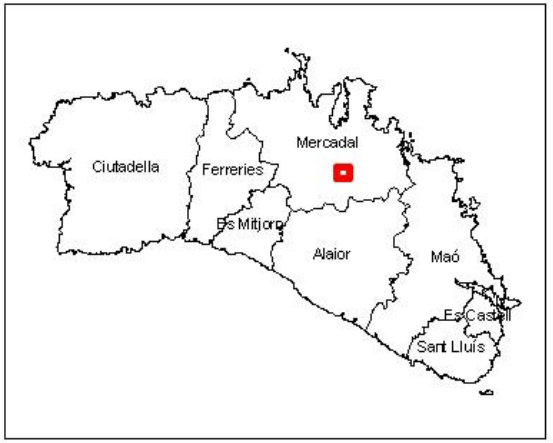
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
1	116,26 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
105,70 ha	89,65 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 2)

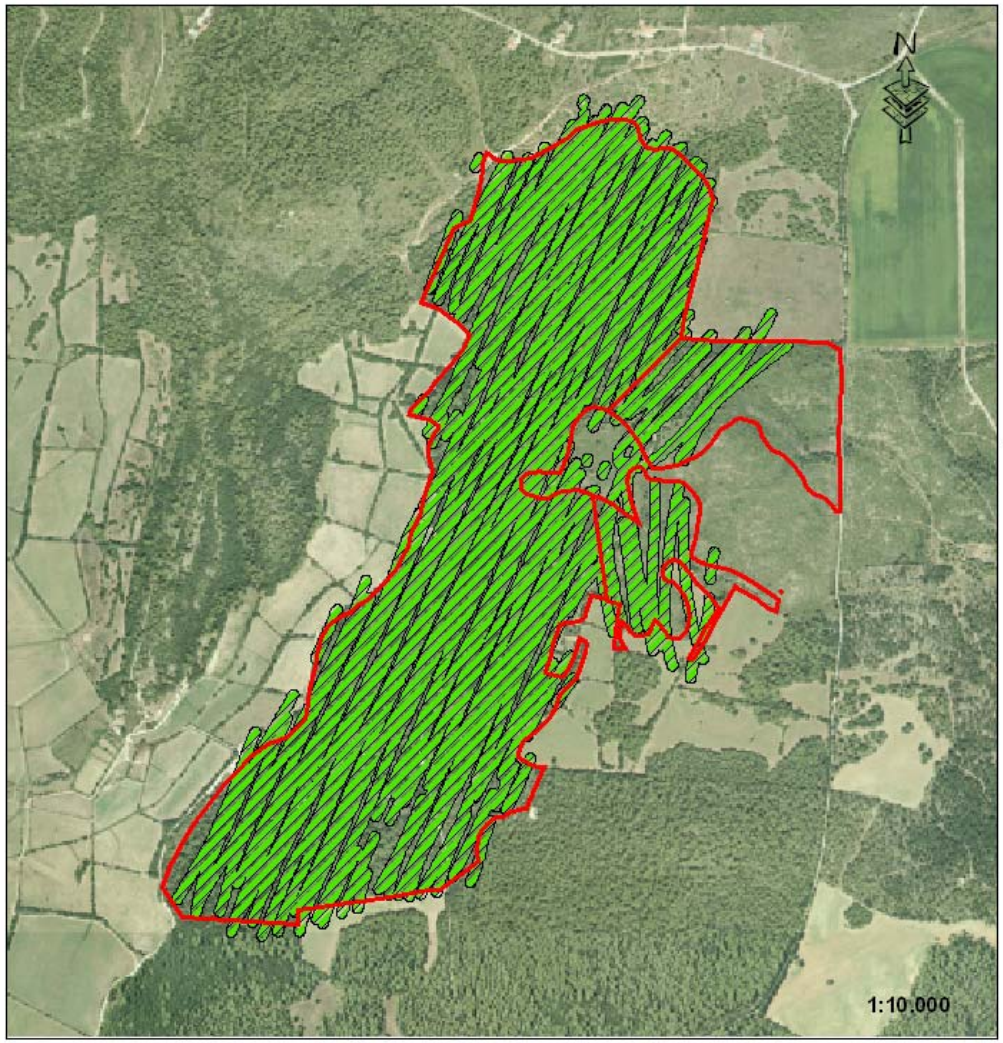
Leyenda

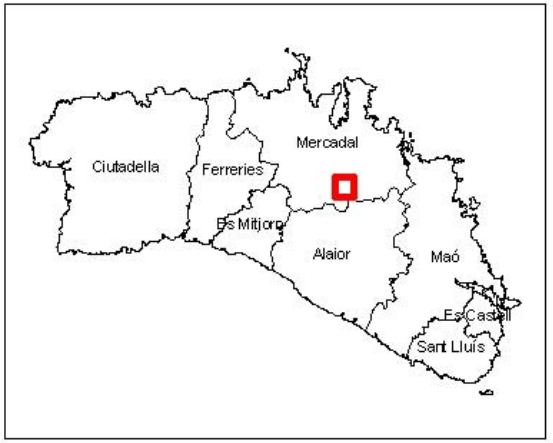
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
2	32,83 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
25,77 ha	23,44 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 3)

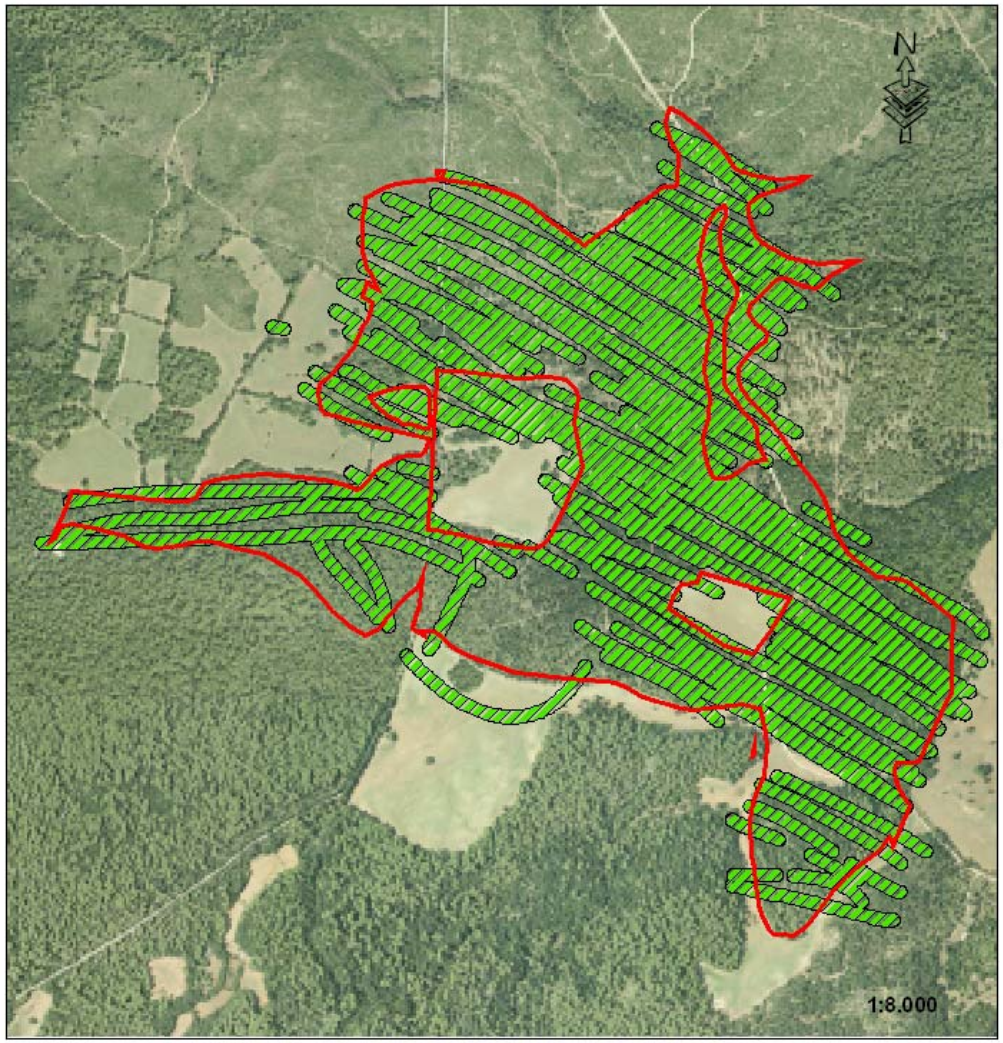
Leyenda

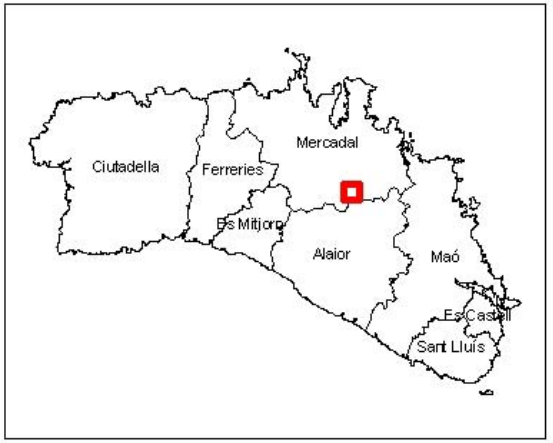
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
3	73,47 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
63,54 ha	57,47 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 4)

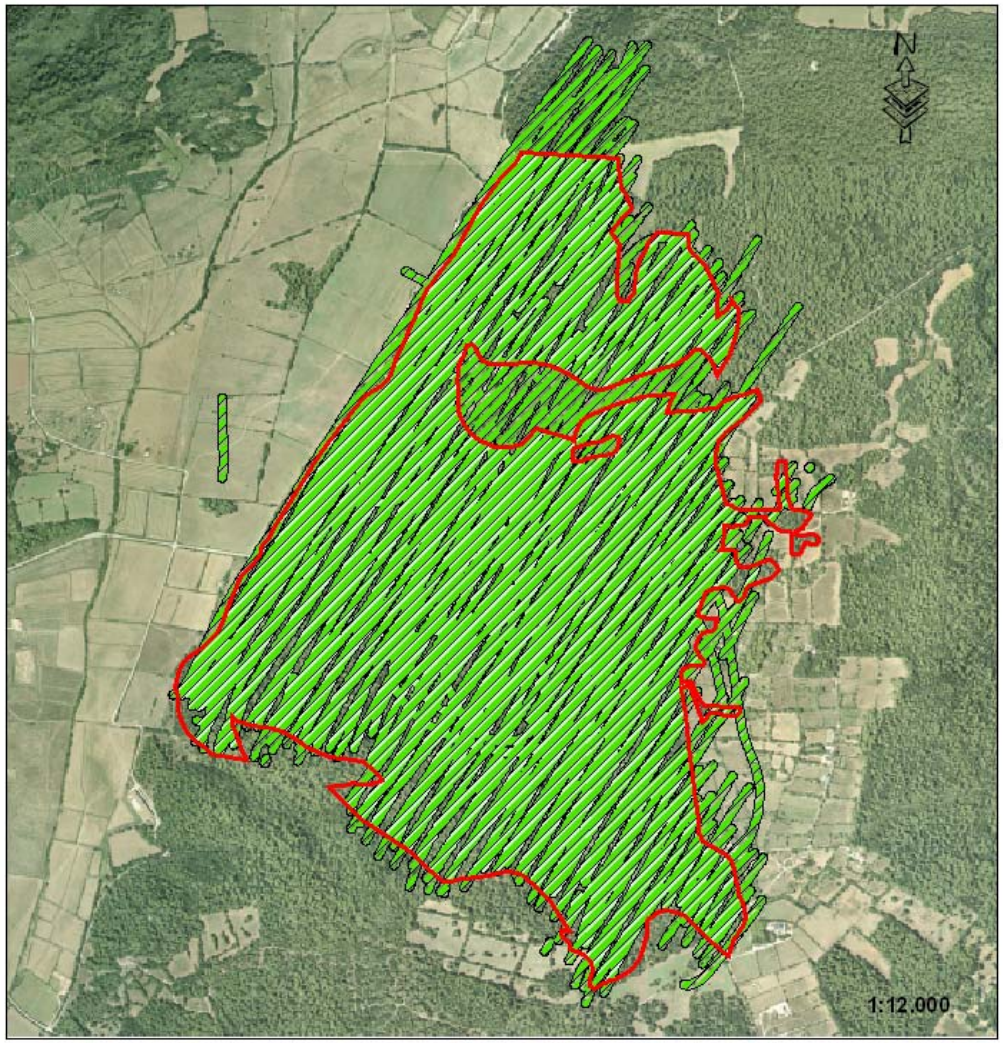
Leyenda

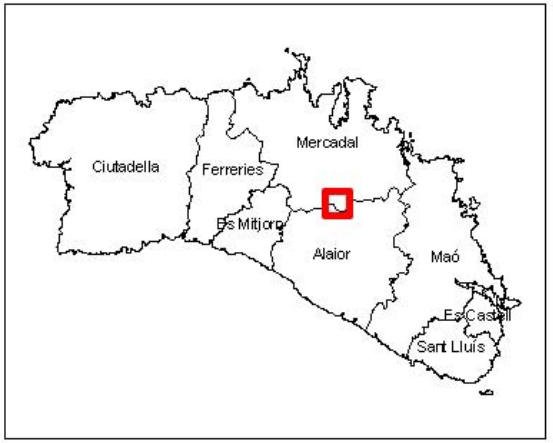
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
4	52,09 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
44,48 ha	34,74 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 5)

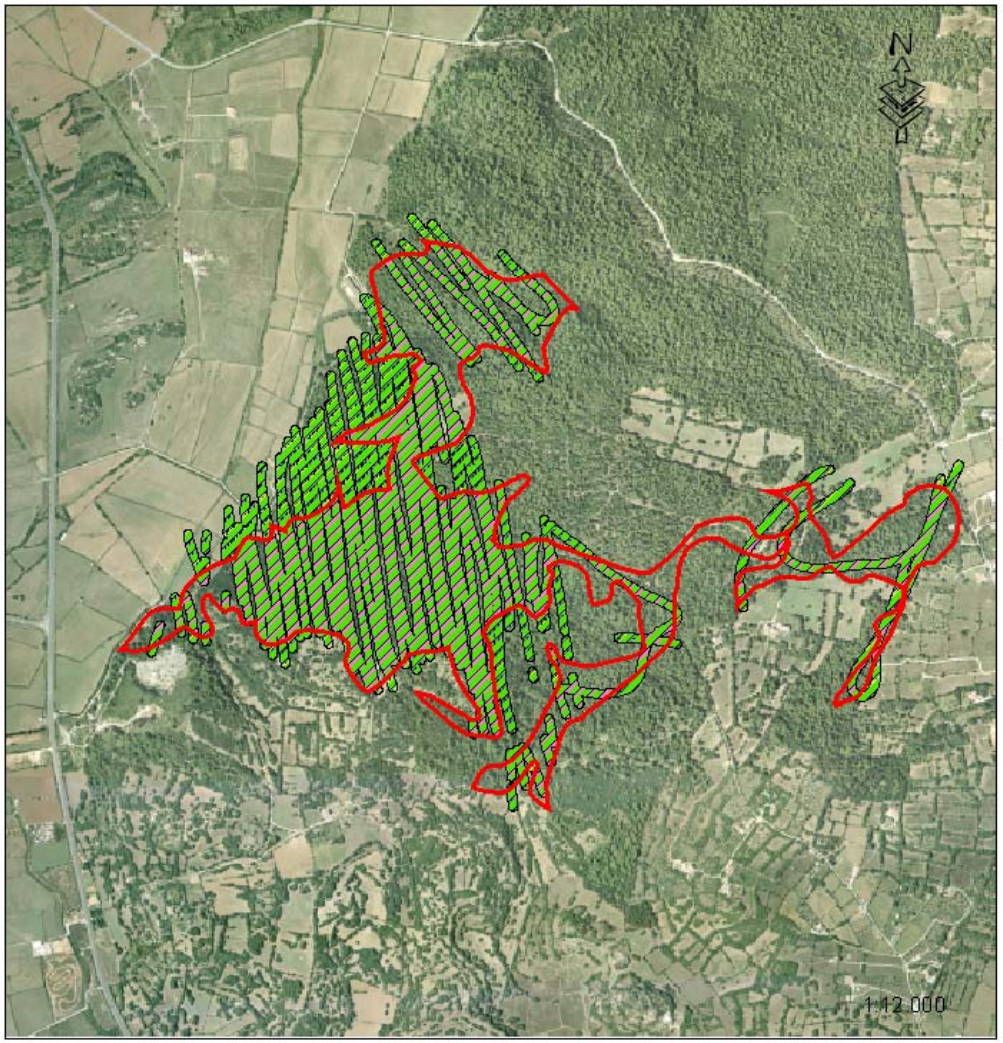
Leyenda

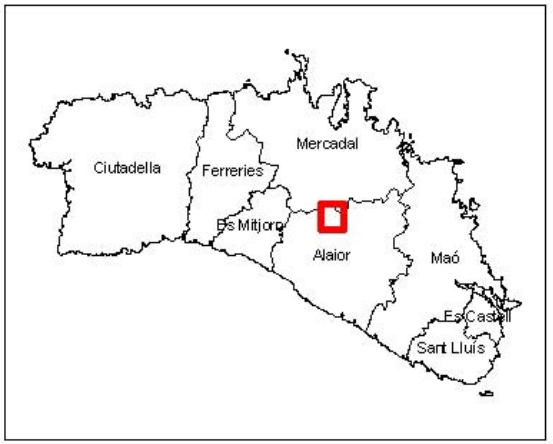
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
5	129,85 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
141,70 ha	115,40 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 6)

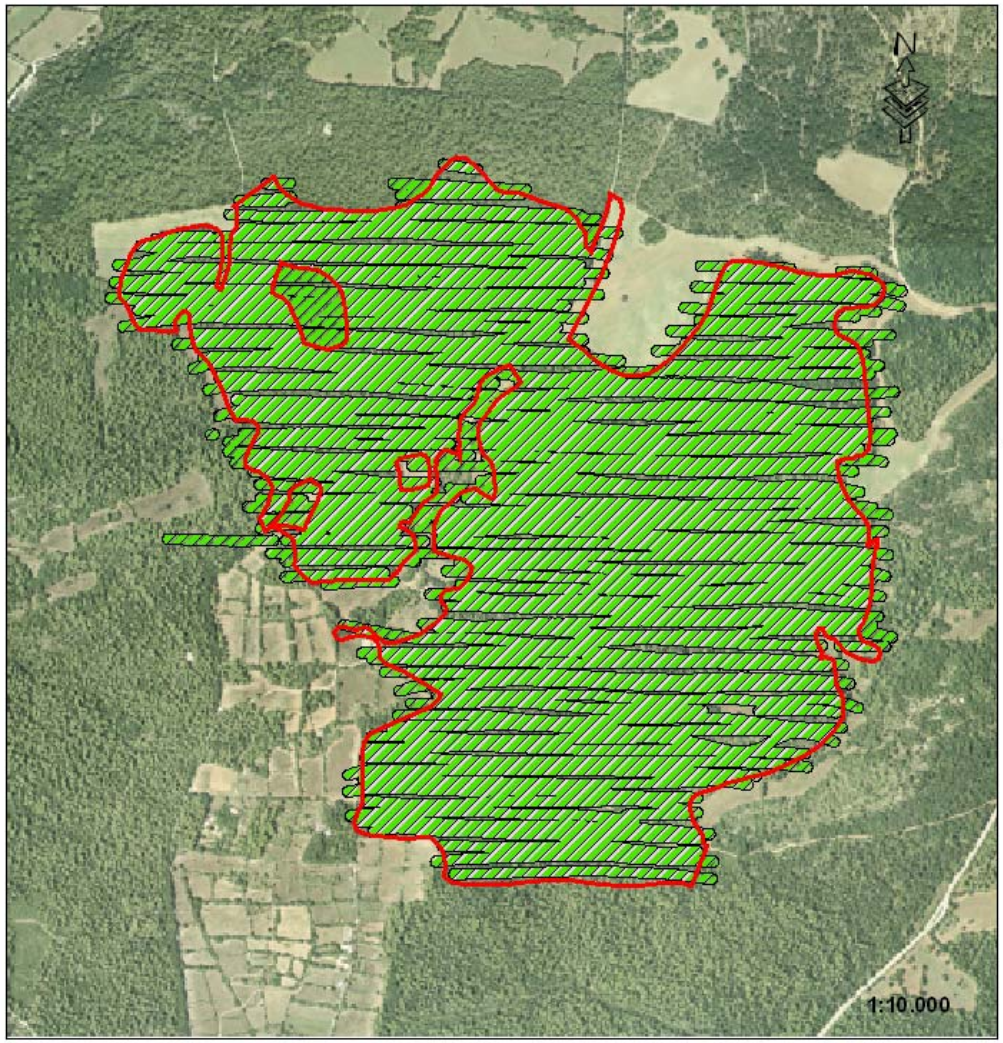
Leyenda

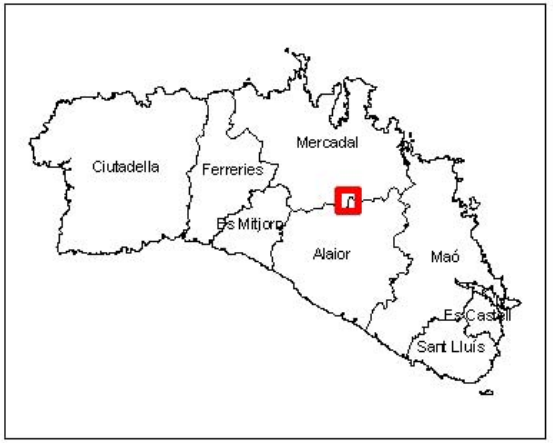
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
6	49,44 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
45,47 ha	29,76 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 7)

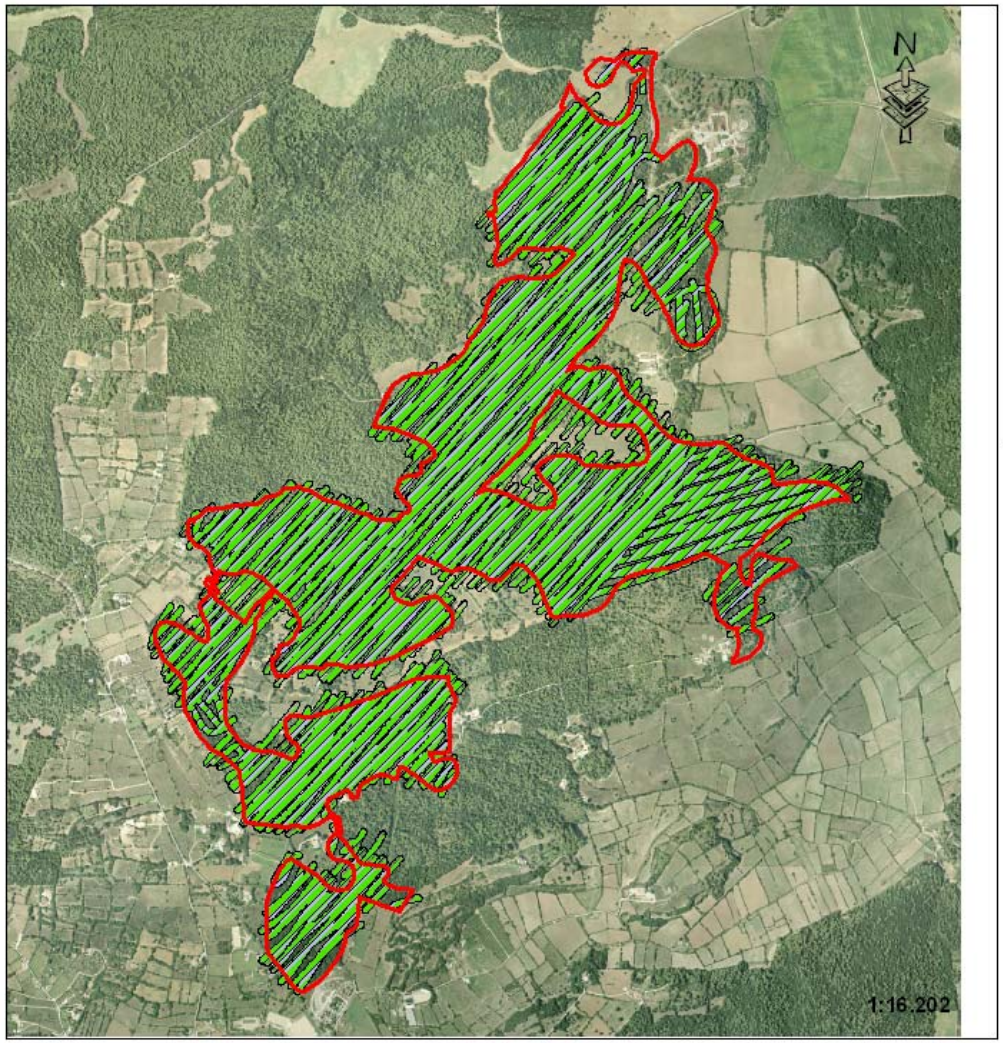
Leyenda

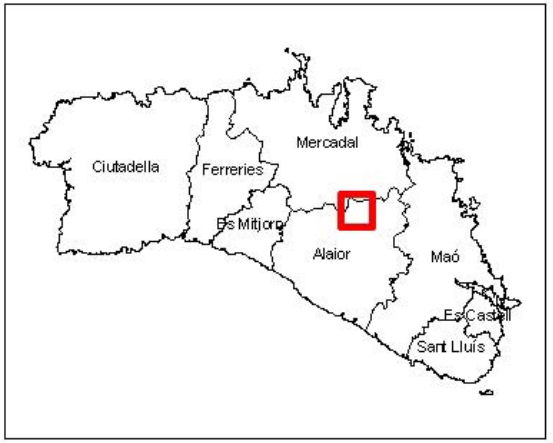
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
7	109,86 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
108,50 ha	96,46 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 8)

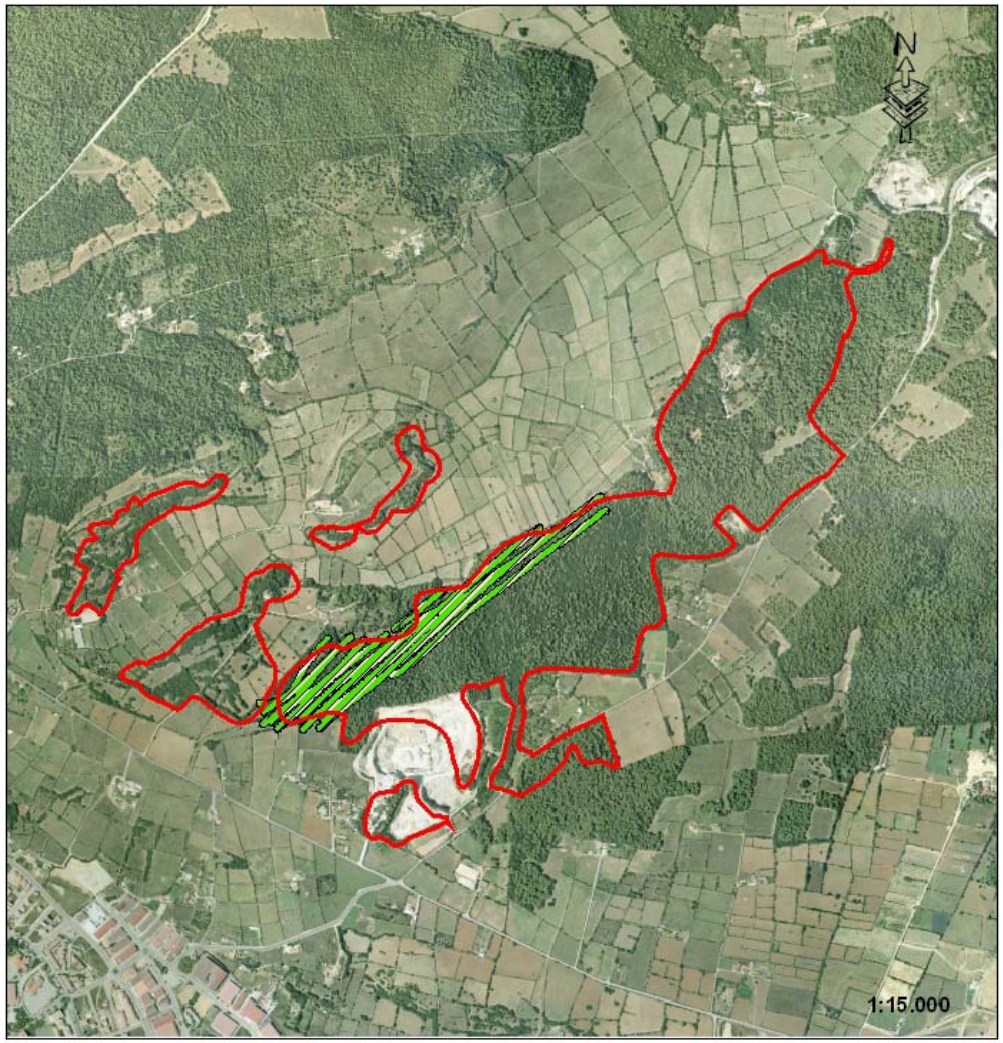
Leyenda

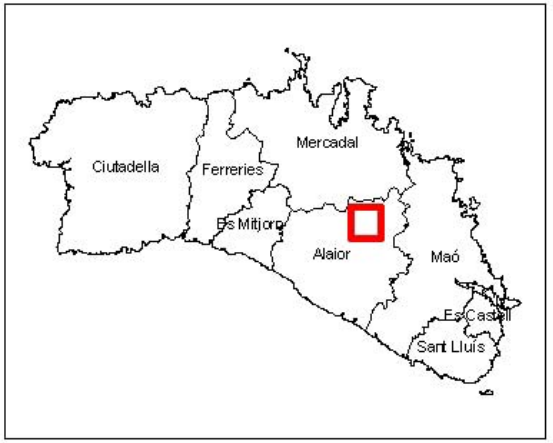
- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
8	154,13 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
151,20 ha	124,50 ha





Tratamiento aéreo 2007 contra Lymantria dispar (MAPA 9)

Leyenda

- Encinar afectado
- Superficie cubierta

Govern de les Illes Balears
Conselleria de Medi Ambient

ibanat

MAPA	SUPERFICIE ENCINAR AFECTADO
9	87,12 ha
S cubierta	**S cubierta dentro polígono**
10,19 ha	8,55 ha

ANEJO IV: PARTES DIARIOS

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS AÉREOS: PARTE DIARIO DE VUELOS

Fecha: 13/06/07

Pista de aterrizaje: S'ARANGÍ
Avión; marca/modelo: BELL-206
Producto empleado: DIMILIN 25 PP (Diflubenzurón)
DGPS: AG-NAV
Dosificación prevista: 20 l/ha
Dosis de producto: 300 gr/ha

Nº. vuelo	Matricula	Hora Salida	Hora Regreso	Tº vuelo (min)	Mapa	Superficie (ha) DGPS	Volumen
1		8:27	8:47	20	1		450 l
2		8:51	9:13	22	1		450 l
3		9:16	9:36	20	1	68 (vuelos 1+2+3)	450 l
4		9:39	10:05	26	1	25,5	450 l
5		10:15	10:38	23	1	21,2	450 l
6		10:47	11:08	21	6	23,3	450 l
7		11:10	11:28	18	6	22,4	450 l
8		11:31	11:46	15	6+5	17,6	450 l
9		11:48	12:03	15	5	23,4	450 l
10		12:07	12:16	9	limpieza	limpieza	450 l
11		17:33	17:48	15	5	22,4	450 l
12A		17:50	16:01	11	5	8,1	450 l
12B		18:59	19:09	10	5	13,4	450 l
13		19:11	19:26	15	5	22,4	450 l
14		19:28	19:45	17	5	23,7	450 l
15			19:53		limpieza	limpieza	450 l

Incidencias: Durante el vuelo nº 12 se bloquea el dgps, por lo que el helicóptero vuelve a la base con el depósito a media carga, realizándose posteriormente el vuelo 12B.

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS AÉREOS: PARTE DIARIO DE VUELOS

Fecha: 14/06/07

Pista de aterrizaje: S'ARANGÍ
Avión; marca/modelo: BELL-206
Producto empleado: DIMILIN 25 PP (Diflubenzurón)
DGPS: AG-NAV
Dosificación prevista: 20 l/ha
Dosis de producto: 300 gr/ha

Nº. vuelo	Matricula	Hora Salida	Hora Regreso	Tº vuelo (min)	Mapa	Superficie (ha) DGPS	Volumen
1		7.16	7:38	22	5	22,5	450 l
2		7:43	8:00	17	3ª	22,1	450 l
3		8:01	8:16	15	3ª	22,2	450 l
4		8:19	8:40	21	3A+3B+3 C	23	450 l
5		8:51	9:10	19	3B+4	24,2	450 l
6		9:14	9:33	19	4	22,1	450 l
7		9:35	9:56	21	4+2	22,8	450 l
8			10:30	Exhibición-Prensa			450 l
9		19:32	19:54	22	2	22,9	450 l
10		19:56	20:14	18	7	22,6	450 l
11			20:21		limpieza	limpieza	450 l

Incidencias: Después del vuelo de exhibición, se suspende la fumigación por exceso del viento. Posteriormente al vuelo 8, s tienen problemas con el DGPS. El piloto nos comenta que los polígonos aparecen desplazados unos 200 m. Por la tarde se logra solventar el problema y proseguir con normalidad.

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS AÉREOS: PARTE DIARIO DE VUELOS

Fecha: 15/06/07

Pista de aterrizaje: S'ARANGÍ
Avión; marca/modelo: BELL-206
Producto empleado: DIMILIN 25 PP (Diflubenzurón)

DGPS: AG-NAV
Dosificación prevista: 20 l/ha
Dosis de producto: 300 gr/ha

Nº. vuelo	Matricula	Hora Salida	Hora Regreso	Tº vuelo (min)	mapa	Superficie (ha) DGPS	Volumen
1		7:15	7:32	17	7	22,6	450 l
2		7:33	7:49	16	7	21,9	450 l
3		7:50	8:05	15	7	17,8	450 l
4		8:07	8:22	15	7	27,1	450 l
5		8:24	8:47	23	7+8	20,9	450 l
6		8:50	9:07	17	8	22,5	450 l
7		9:10	9:25	15	8	22,2	450 l
8		9:27	9:44	17	8	22,4	450 l
9		9:46	10:04	18	8	22,1	450 l
10		10:06	10:25	19	8	23	450 l
11		10:27	10:46	19	8	22,5	450 l
12		10:57	11:21	24	8+9 (parcial)	ha+limpieza	450 l

Incidencias: El último vuelo se aprovecha para la limpieza del depósito y de la manguera de llenado.
El mapa nº 9 se trata parcialmente.