

# Gossge

GRUPO OPERATIVO SUPRA-AUTONÓMICO DE  
SANIDAD SOBRE GONIPTERUS EN EUCALIPTO

Proyecto prospección y control de la plaga  
Gonipterus del eucalipto en Galicia,  
Asturias y Cantabria



Unión Europea  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural  
Europa Investa en las zonas rurales



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



PNDR  
Programa Nacional  
de Desarrollo Rural  
2014-2020

Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

MANUAL FORMATIVO



## CONTENIDO

1. ASPECTOS GENERALES .....	5
2. PRINCIPALES AGENTES CAUSANTES DE DAÑOS EN LAS MASAS DE EUCALIPTO.....	8
3. LUCHA BIOLÓGICA.....	18
4. TÉCNICAS DE CONTROL BIOLÓGICO.....	21
4.1. Conocimiento de la situación.....	23
4.2. Planificación de actuaciones en función de la información obtenida .....	25
4.3. Ejecución de las actuaciones planificadas.....	29
4.4. Producción biofábrica .....	31
4.5. Procedimiento de suelta de ootecas parasitadas por <i>Anaphes nitens</i> .....	42
4.5.1. Actuaciones de planificación y colocación .....	45
4.5.2. Elaboración de cartografía para la instalación .....	46
4.5.3. Recepción de las bolsas con ootecas parasitadas.....	47
4.5.4. Comunicación de las incidencias en la recepción de las bolsas.....	47
4.5.5. Colocación en campo de las bolsas con ootecas parasitadas .....	48

4.5.6. Toma de datos en campo de cada uno de los puntos de colocación .....	50
4.5.7. Procesado y envío de las coordenadas de la colocación de bolsas y planificación de la jornada siguiente.....	51
4.5.8. Realización de los partes de trabajo .....	52
4.5.9. Redacción y edición de memoria final de los trabajos realizados .....	54
4.6. Seguimiento en campo.....	55
4.7. Ensayos y dispositivos .....	55
4.7.1. Nuevo dispositivo de suelta para ootecas parasitizadas.....	60
4.8. Evolución de la plaga .....	65
5. EVOLUCIÓN DE LA PLAGA .....	65
5.1. Desarrollo de técnicas innovadoras en la detección.....	65
5.2. Evaluación de la defoliación de eucalipto .....	68
6. PROTOCOLOS DE SEGUIMIENTO .....	71
6.1. Etología.....	71

## 1. ASPECTOS GENERALES

Los montes de eucalipto son los más productivos de España. Su principal destino es la fabricación de pasta de papel, un sector en crecimiento. España y Portugal cubren el 40% de la demanda de celulosa de la UE.

Sin embargo, ya desde la década de los noventa del siglo pasado, se ven afectados por una plaga defoliadora (*Gonipterus platensis*) que está ocasionando severos perjuicios económicos y medioambientales, reducen el crecimiento y amenazan la viabilidad económica de muchas de estas masas de eucalipto.

5

El gorgojo del eucalipto (*Gonipterus platensis*) es un coleóptero (escarabajo), de la familia de los curculiónidos, que se alimenta de las hojas del eucalipto. Como consecuencia, esta plaga está reduciendo un 20-25% el crecimiento normal del eucalipto, con una disminución anual de entre 800.000 y 1.200.000 toneladas/año de madera de esta especie.

Con un impacto en el crecimiento como el citado, las pérdidas económicas directas en descenso de producción para propietarios y en facturación de empresas de aprovechamientos forestales y transportistas de rolla de madera, se pueden estimar en 70 millones de euros/año. Si se evalúa el valor añadido que se deja de producir en producción de pasta de papel y energía, el impacto sobre el sector industrial y

energético de esta plaga ascendería a 442 millones de euros/año en pasta de papel, y 38 millones de euros/año adicionales en producción de electricidad. Por tanto, el impacto económico total de esta plaga en los montes españoles es de cerca de 480 millones de euros/año, ocasionando pérdidas de empleo y despoblación en el ámbito rural.

El crecimiento del árbol se ve afectado por la pérdida de las hojas y por tanto se reduce también en igual medida la fijación de CO<sub>2</sub> por estas masas forestales. El impacto en la captación de CO<sub>2</sub>, de 1.200.000 ton/año de madera de eucalipto que deja de crecer cada año en los bosques españoles, se puede estimar en 1.056.000 de toneladas/año de CO<sub>2</sub>, suficiente para compensar las emisiones de unos 510.000 vehículos tipo turismo.

6

Actualmente se está utilizando la lucha biológica con el insecto *Anaphes nitens* (parasitoide del *Gonipterus platensis*) y está dando buenos resultados. *Anaphes nitens* es un parasitoide específico de los huevos del gorgojo y está sujeto a las condiciones ambientales, como la plaga, por lo que necesita sueltas periódicas en los momentos oportunos y en cantidades adecuadas.

El problema es que la capacidad actual de producción de parasitoides es insuficiente para acometer el reto del tratamiento biológico. Y es necesario también mejorar el seguimiento de la plaga.

El fomento de nuevas técnicas, especialmente de control biológico (y puntualmente integrado), de *Gonipterus platensis* es uno de los objetivos del proyecto, con la

posibilidad de introducción de nuevas especies de *Anaphes*, que complementen y optimicen la lucha biológica.

Otra de las líneas de trabajo fundamentales en la actualidad es el desarrollo de técnicas innovadoras para la detección y evaluación de la defoliación del eucalipto y para el diagnóstico de la presencia de *Gonipterus platensis* (utilización de drones y desarrollo de un sistema eficaz de seguimiento con la participación de los agentes implicados). De este modo, desarrollando técnicas de prospección innovadoras se mejorará el seguimiento de la plaga y se dispondrá de indicadores que alerten del momento oportuno para realizar las sueltas de *Anaphes*.

---

7

Todo esto muestra claramente, que estamos ante una de las plagas más importantes de nuestro país, y que es indispensable actuar para contenerla y evitar que evolucione hacia estadios incompatibles con la producción de eucalipto.

Por ello, este manual del Proyecto Goosge, pretende preparar y formar a los técnicos forestales y propietarios forestales en las técnicas de control biológico, estableciendo además protocolos de seguimiento y evolución de la plaga de fácil aplicación.

## 2. PRINCIPALES AGENTES CAUSANTES DE DAÑOS EN LAS MASAS DE EUCALIPTO

Los técnicos y propietarios forestales, deben de tener la capacidad de identificar perfectamente el tipo de patología que afectan a los eucaliptos. Se pasa revista someramente a la enfermedad de *la Mycosphaerella spp*, por tener una sintomatología que muchas veces en un análisis superficial, se puede confundir con los síntomas del ataque del gorgojo del eucalipto.

8

### *Mycosphaerella spp*

#### Identificación de especies

La identificación de las especies de *Mycosphaerella* es extremadamente difícil, por un lado, debido a que sobre una misma lesión pueden concurrir 4 ó 5 especies diferentes, solapándose sus caracteres morfológicos y, por otro, porque existen más de 2.000 especies atribuidas al género, así como otros miles de anamorfos de los que no se conocen sus telomorfos.



## Biología

La enfermedad se estimula bajo condiciones de humedad elevada y calor moderado, puesto que estas condiciones facilitan la infección, el crecimiento de las hifas y la liberación de las ascosporas. Esto coincide con el ciclo de los árboles, ya que son las mismas condiciones que para la aparición de nuevos brotes, los cuales son las partes del árbol más susceptibles a la infección.

*M. nubilosa* es mono o bicíclica y la infección sólo ocurre por ascosporas preferentemente sobre hojas juveniles con temperaturas comprendidas entre los 15 y los 20 °C. Las ascosporas sobreviven en lesiones necróticas de la estación anterior actuando como inóculo para el ciclo siguiente de la enfermedad. La penetración en la hoja es de forma indirecta a través de las estomas. Las hifas del hongo se ramifican dentro de las células de las hojas causando lesiones necróticas sobre las cuales se desarrollan las estructuras de fructificación, necesitando unas tres semanas para completar dicho ciclo sobre hojas juveniles y unas veinticuatro semanas sobre hojas adultas necróticas en el haz y envés principalmente de las hojas juveniles y, ocasionalmente, en hojas adultas.

Las manchas, que en principio son circulares y de un tamaño entre 10 y 20 mm, pueden confluir tomando formas irregulares de mayor tamaño. Son de un color pardo claro y frecuentemente rodeadas de un círculo violeta.

Los daños producidos por la enfermedad son desde la reducción de la superficie foliar con capacidad fotosintética, hasta la defoliación anticipada del árbol con la consiguiente pérdida de crecimiento, provocando la deformación del mismo e incluso su muerte.



10

### Métodos de lucha y control

Desde hace varios años, existen iniciativas para el desarrollo de material vegetal de reproducción resistente a la enfermedad de las manchas foliares, lo que adquiere especial relevancia para su control, dado que su magnitud hace inviable los tratamientos con fungicidas en el monte.

Existen evidencias de variación genética en cuanto a susceptibilidad a la enfermedad tanto a nivel de procedencias como de familias de especies de eucaliptos. De la misma

manera se ha detectado resistencia a la enfermedad según diferencias familiares y ejemplares individuales.

Diversos estudios de investigación persiguen la obtención de material forestal de reproducción mejorado tanto a través de semilla como de clones, gracias a las técnicas de estaquillado y cruces controlados. Parece lógico pensar, que el futuro en materia de lucha contra la enfermedad pasa por repoblaciones resistentes a la enfermedad con ejemplares seleccionados.

## Complejo *Gonipterus scutellatus* – *G. platenses* (Coleoptera: Curculionidae)

### Identificación de especies

Existen estudios recientes sobre la distinción entre especies de *Gonipterus*, su distribución natural en Australia y los hospedantes (especies de eucalipto), así como cuáles son las especies del insecto distribuidas por el mundo. La especie *G. platensis* está presente en Nueva Zelanda, en el este y oeste de América del Sur, suroeste de Norteamérica (California), oeste de Europa (Portugal y España), Islas Canarias, Hawai y, posiblemente, en Sudáfrica. Por lo tanto, las referencias realizadas hasta ahora en

España y Portugal sobre *Gonipterus scutellatus* deben ser asignadas a *G. platensis*, ya que no se conoce la existencia de otra especie en esos territorios.

## Biología

Se trata de un insecto originario de Australia, es uno de los defoliadores más importantes que afectan al eucalipto en todo el mundo.

12

### Huevo - Puesta

Los huevos son de color amarillo translúcido y forma subcilíndrica. Presenta una longitud aproximada de 1 mm y una anchura de 0,5 mm, estando formada la puesta por un conjunto de 8 a 12 huevos dispuestos en hileras envueltos en una cubierta protectora, constituida principalmente por excrementos, de color marrón y que se conoce como ooteca.

### Larva

La larva es glabra, ápoda, convexa transversalmente y aplanada centralmente. Presenta 4 estados larvarios. En los dos primeros las larvas son de color amarillo claro con puntos negros dorsales a lo largo de los anillos y miden entre 1,5-2,5 mm y 2,7-4,8 mm,

respectivamente. En el tercer (5-7 mm) y cuarto (7,5-12 mm) estadios el color es amarillo verdoso con dos bandas longitudinales oscuras a cada lado siendo más notorias en L4, presentando igualmente los mismos puntos negros torácicos y abdominales antes mencionados.

### **Pupa**

La larva madura cae al suelo y se entierra a una profundidad de hasta 10-15 cm efectuando una celdilla ovoidal donde se desarrolla la pupación. Ésta se produce mediante la formación de un capullo y una pupa libre que evoluciona desde un color blanco translúcido hasta una tonalidad marrón. Este proceso dura entre 30-50 días.

13

### **Adulto**

*G. scutellatus* es un coleóptero curculiónido de aspecto general elíptico y color marrón, su longitud varía entre 7 y 9 mm, presentando el macho menor tamaño que la hembra. Su coloración varía, cuando son jóvenes presentan un tono tostado claro y pasan a un color castaño oscuro grisáceo cuando son más viejos. El tórax está cubierto de escamas más claras.

El ciclo biológico se inicia con la emergencia de los primeros adultos en la última quincena de febrero, que se corresponde con la segunda generación del año anterior,

cuya vida se prolonga entre 6 meses y 1 año. El adulto recién emergido se alimenta preferentemente de hojas tiernas, iniciándose la oviposición una vez transcurrido un período previo de aproximadamente 30 días.

Los adultos se alimentan de las hojas desde los bordes, realizando el característico daño de bordes aserrados (denominado festoneado). Las puestas se realizan preferentemente sobre el haz de las hojas. Cada hembra puede poner entre 700 y 900 huevos como promedio, lo que demuestra el potencial biológico del patógeno. El período embrionario es de 10 a 15 días. Las larvas en los estados L1 y L2 se alimentan de la epidermis de las hojas, respetando la cutícula del envés y en los L3 y L4 de la totalidad del limbo incluso brotes apicales y yemas florales, completando su desarrollo en unos 30 días.

14

En el Noroeste de la Península Ibérica, presenta dos generaciones al año, aunque en condiciones favorables puede alcanzar las tres generaciones. Existe un periodo de semilatenia estival durante los meses de verano en el cual no se observa actividad.

### Síntomas y evaluación de daños

Este gorgojo se alimenta de las hojas del eucalipto durante las diferentes etapas de su desarrollo: las larvas de los primeros estadios (L 1 y L2) se alimentan de la epidermis respetando la cutícula y, tanto las larvas de los estadios siguientes (L3 y L4) como los

adultos, se alimentan de todo el limbo. Sin embargo, el patrón de alimentación difiere: mientras que los adultos consumen la hoja desde el margen causando el típico festoneado, y tienen preferencia por brotes apicales y yemas florales, las larvas minan la hoja. Los síntomas se inician en el tercio superior del árbol. Las sucesivas defoliaciones originan una disminución en el crecimiento, con la consecuente pérdida de rendimiento. Si la defoliación es muy intensa incluso puede llegar a producirse la muerte del pie.

15



## Métodos de lucha y control

### Control biológico

La lucha biológica está basada en la suelta de *Anaphes nitens Huber*, que es un himenóptero mimárido, parásito específico de los huevos de *Gonipterus*, de 0,8-1 mm de longitud y color negruzco. Las antenas son de color marrón oscuro a negro, presentando 13 artejos y forma filiforme en el macho y sólo 10 y forma clavada en la hembra. Las patas son de color negro en coxa y fémur, siendo de color marrón desde este segmento hasta el torso. Las alas, cuyos bordes presenta numerosos pelillos largos, son hialinas, existiendo en el primer par una aureola subproximal que está delimitada por una banda parduzca situada oblicuamente.

16

Alcanzan la madurez sexual en el instante mismo de la emergencia de los adultos, apareándose y empezando las hembras la parasitación a los pocos minutos de vida, produciéndose con más rapidez sobre ootecas frescas. La emergencia de nuevos adultos de *Anaphes* se produce después de 11-21 días de la parasitación. Las primeras emergencias son de machos, pero en los días posteriores la población se equilibra y finalmente la sex-ratio es favorable a las hembras, las cuales son más longevas que los machos, llegando a vivir unos 20 días. Cada hembra de *Anaphes* deposita entre 25 y 30 huevos, es decir, destruye de 25 a 30 huevos del gorgojo.





grupo operativo gonipterus

Además, tiene un alto potencial biótico con más de 10 generaciones al año, frente a una o dos del gorgojo. Así, *Anaphes* es un himenóptero que parasita eficazmente los huevos de la plaga.

### **Mejora genética**

Dentro de la estrategia de mejora genética, existen diferentes líneas enfocadas hacia la selección de árboles resistentes al gorgojo del eucalipto, en los que se tienen en cuenta ensayos con diferentes procedencias y familias.

---

17

### **Mejora silvícola**

No se debe olvidar la mejora a través de los tratamientos culturales como, por ejemplo, la fertilización de arranque, fundamental para alcanzar el vigor necesario.



Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

### 3. LUCHA BIOLÓGICA

Los medios de lucha actualmente disponibles para minimizar el impacto de *G. platensis* se centran en la utilización de enemigos naturales (control biológico) y de productos químicos (control químico). Aunque son eficaces, estos métodos tienen limitaciones técnicas y operativas, no siendo suficientes para garantizar el control efectivo y prolongado de esta plaga en todas las áreas de producción del eucalipto en la Península Ibérica. Por ello la estrategia real de control, se tiene que basar en una vigilancia continua, para actuar con las herramientas de control disponibles, ante los primeros síntomas de ocurrencia de la plaga.

18

El control químico tiene una clara contestación social, y muchas veces no hay productos autorizados, por lo que se debe de centrar la estrategia de control y lucha, en las opciones de la lucha biológica.

El control biológico ocurre naturalmente en la Península Ibérica desde que su enemigo natural, *A. nitens*, parasitoide oofago que fue introducido primero en España, dispersándose naturalmente por Portugal durante la década de los 90 del siglo pasado. Al mismo tiempo también se realizaron sueltas del parasitoide con el fin de acelerar su establecimiento. Aunque *A. nitens* es eficaz para reducir las poblaciones de *G. platensis*, en varias regiones del mundo, el parasitoide tiene una eficacia limitada en algunas regiones de clima particular. En la Península Ibérica ocurre principalmente en las zonas

montañosas del norte de España (Galicia y Asturias) y el norte y centro de Portugal, por encima de una altitud de 400 metros y en climas con inviernos un poco más rigurosos, configuran las zonas más afectadas y en las que no se ha podido evitar la aparición de pérdidas.

En algunas regiones de la Península Ibérica, a fin de potenciar el parasitismo, se han realizado liberaciones regulares de este parasitoide en lugares con bajo parasitismo. Sin embargo, no existe conocimiento de la eficacia y de la ganancia económica resultante de esta estrategia, por lo que su uso no se ha generalizado en todas las regiones afectadas.

La baja eficacia de *A. nitens* se debe probablemente a que no está bien adaptado a las condiciones ambientales en estas áreas. Teniendo en cuenta que *G. platensis* y *A. nitens* presentan diferentes áreas de distribución natural (Tasmania y Nueva Gales del Sur, respectivamente), lo que podría justificar la aparente dificultad de adaptación del parasitoide a algunas de las condiciones ambientales adecuadas para el huésped, volviéndose poco eficiente en estas situaciones.

En 2014 se inició la producción en laboratorio del parasitoide *Anaphes nitens* para su distribución en las masas forestales. La producción anual se incrementó año a año y ya ronda los 300.000 individuos de parasitoides al año (2016). Para la masificación de la producción es necesario disponer de un gran número de adultos de *Gonipterus p.* de los cuales se obtienen las ootecas (agrupaciones de huevos), las cuales son sometidas a la



grupo operativo gonipterus

parasitación por individuos de *Anaphes nitens* en proporciones concretas y bajo condiciones ambientales controladas.

Una vez parasitadas las ootecas, se liberan en las masas de eucalipto para su dispersión. Tanto los *Anaphes* liberados como su progenie continuarán parasitando nuevas ootecas de forma natural. El objetivo final no es la erradicación de la plaga, sino su reducción hasta un nivel inferior al umbral de daño económico.



Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

## 4. TÉCNICAS DE CONTROL BIOLÓGICO

La adecuación a los nuevos marcos legislativos (uso de fitosanitarios y protección del Medio Ambiente principalmente) así como la adaptación a las demandas de la sociedad sobre los usos de estos ecosistemas hace necesario abrir nuevos campos de estudio y profundizar en otros ya iniciados que permitan ofrecer alternativas de gestión y manejo.

Los Planes de Lucha Integrada (PLI) son protocolos de trabajo en los que se indica, de forma fundamentada y comprobada, el procedimiento a seguir para el control de la plaga de la forma más eficiente y con el menor perjuicio del equilibrio biológico. Son sistemas de manejo de plagas, que utilizan todas las técnicas y métodos apropiados, de la manera más compatible, para mantener las poblaciones de plaga por debajo del umbral de daño.

21

El éxito depende de un adecuado conocimiento de la dinámica de las poblaciones de plagas, actuales y potenciales, así como de la ecología y de los posibles efectos nocivos que se pueden ejercer sobre el medio ambiente.

Las principales ventajas son:

- Se evita la resistencia al plaguicida de las especies indeseables
- Se impide el resurgimiento de la plaga

- Los brotes de plagas secundarias son menos frecuentes
- Es menos contaminante y menos tóxico, porque se tiene un mayor conocimiento tanto de las plagas y de las enfermedades como de los medios a utilizar.

De esta forma este método se basa en el equilibrio biológico, ya que partiendo de un adecuado estado vegetativo de las plantas permitirá superar la actividad de los agentes nocivos sin necesidad de participación externa siempre que estemos en una situación de equilibrio biológico.

### Características de los enemigos naturales

- Capacidad de exploración. Con el fin de mantener una baja densidad de la plaga
- Especificidad del huésped. Atacar única y exclusivamente al causante de la plaga  
Importante que el depredador consuma otros animales para que permanezca en el terreno
- Tasa potencial de aumento. Tiempo corto de generación y fecundidad elevada
- Adaptación al clima y al medio
- Facilidad del cultivo Implicaría menor gasto en cuanto a la producción del mismo

*Anaphes nitens*, *Hymenoptera* de la familia *Mymaridae* es un parásito natural y específico de huevos de *Gonipterus*.

El adulto apenas alcanza 1 mm de longitud. Tras aparearse las hembras disponen sus huevos en el interior de los huevos de *Gonipterus*, siendo de este modo parasitados.

Las larvas de *Anaphes nitens* permanecerán dentro de la ooteca alimentándose de su contenido e impidiendo el desarrollo de las larvas de *G. platensis*.

Una vez alcanzado el estado adulto, *A. nitens* sale al exterior en busca de nuevas ootecas que parasitar.

#### 4.1. Conocimiento de la situación

Obtener la información necesaria que defina la evolución del ataque, así como el escenario actual en el que se encuentra la masa forestal atacada y las poblaciones del agente patógeno, factores que resultan fundamentales a la hora de plantear el plan de lucha integrada, y decidir el momento más adecuado de intervención y suelta de parasitoide o aplicación de producto en su caso, para lo que se distinguen dos fases:

## Recogida de datos – Labores de Seguimiento

En el caso de que no se disponga de datos actualizados se recomienda establecer una red de seguimiento en la que se recoja la información básica necesaria, tal como:

- Organismo/s patógeno/s
- Niveles de daños en función de factores climáticos, edáficos, orográficos y silvícolas
- Evolución de las masas arbóreas
- Niveles de daño (principalmente la defoliación)
- Seguimiento de las poblaciones de los patógenos y sus enemigos naturales (ciclos biológicos y niveles de parasitación)

## Procesado y análisis de los datos

Una vez que se disponga de la información de los muestreos, se debe intentar predecir cuándo habrá un máximo de la fase biológica del patógeno más susceptible a cada tratamiento y de esta manera determinar y predecir el momento de máxima eficacia del mismo. Hay que determinar los umbrales de daño, de manera que se puedan establecer los momentos -el cuándo- y los métodos de control -el cómo- más oportunos para cada situación.



## 4.2. Planificación de actuaciones en función de la información obtenida

Según define la lucha integrada para realizar una correcta planificación de las actuaciones y elección de los tratamientos, una vez conocida y procesada la información procedente de los datos de campo, se deben tener en cuenta aspectos de tipo económico, ecológico y toxicológico, fomentando la utilización de elementos naturales, tratando, no de erradicar el organismo causante del fenómeno de plaga, sino de conseguir mantener su población por debajo de los umbrales admisibles de daño.

Se considera que el umbral o nivel de daño admisible, es el límite admisible (aceptable ó asumible) para cada situación concreta por debajo del que no se realizará ninguna actuación de control de tipo curativo o terapéutico del agente nocivo.

25

Las condiciones de campo muchas veces hacen muy difícil cuantificar las lesiones, por lo que los umbrales se suelen expresar como valores cuantitativos, como son el número de ejemplares por trampa, o por hoja o brote, por metro lineal, por m<sup>2</sup>, etc. y normalmente depende del agente dañino y de su hospedador. También se pueden expresar como valores relativos: porcentaje de superficie afectada, porcentaje de plantas atacadas o con presencia de la plaga, etc.

El nivel económico de daños (NED) se define como la mínima densidad de población de un patógeno que puede causar daño económico. Un concepto relacionado con este, es el de umbral económico (UE) o umbral de tratamiento (UT), definido como la densidad

de la población del patógeno causante de daños a la que debe aplicarse el tratamiento para evitar que aumente hasta alcanzar el nivel económico de daños.

Normalmente el umbral de tratamiento suele ser menor que el nivel económico de daños (aunque a veces es igual) y se suele estipular mediante la adjudicación de un porcentaje del NED, ya que se debe dejar el tiempo necesario para que las medidas de control hagan efecto antes de alcanzar el nivel de daños. En la práctica estos umbrales deben usarse a la hora de tomar decisiones, en conclusión, si se debe tratar o no.

Como ya se mencionó anteriormente, lo más frecuente es utilizar el criterio económico para definir el umbral de tratamiento (UT) y asumirlo como el umbral de daños admisible. Sin embargo, no se deben olvidar el resto de valores, de los que también se puede definir su propio umbral de daños, de manera que tendremos umbrales de daños ecológicos, paisajísticos, etc.

El cálculo de los umbrales suele ser complicado y tedioso, pero resulta fundamental disponer de una herramienta lo suficientemente objetiva que respalde la decisión de qué actuaciones se van a realizar. Como resultado se obtiene una serie de valores orientativos que lógicamente pueden cambiar según cambie el escenario y que marcan las pautas a seguir en los criterios de decisión.

Cuando no se conoce el umbral de daño como tal y a falta de otros parámetros, un método utilizado para estimar el nivel de daño en las masas forestales es cuantificar el estado aparente de salud del arbolado a través del grado de defoliación.

En función del nivel de defoliación se pueden tomar decisiones en cuanto a si es necesario actuar o no. Hay para ello definida una metodología que es la utilizada en la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques, Nivel I.

### Grado de defoliación

27

La defoliación es un parámetro básico para cuantificar el estado aparente de salud del arbolado, que se define como la pérdida o falta de desarrollo de hojas o acículas que sufre un árbol en la parte de su copa evaluable, comparándola con la del árbol de referencia ideal de la zona. En las coníferas y frondosas de hoja perenne, la defoliación significa tanto reducción de retención de hojas o acículas como pérdida prematura en comparación con los ciclos normales. En frondosas de hoja caduca la defoliación es pérdida prematura de masa foliar.

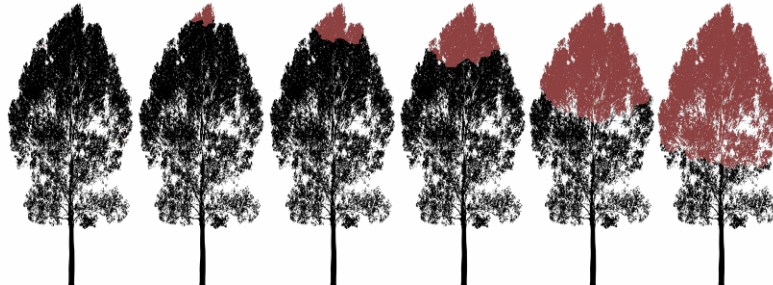
La defoliación ha sido estimada en porcentajes del 5%, según la cantidad de hoja o acícula perdida por el árbol en comparación con un pie ideal cuya copa tuviera el follaje

completo totalmente desarrollado. Los porcentajes asignados a efectos estadísticos se agrupan en las siguientes clases de defoliación:

%	Clase de defoliación	Descripción
0-10%	0	Nula
11-25%	1	Ligera
26-45%	2.1	Moderada
46-60%	2.2	
>60%	3	Grave
100%	4	Árbol seco

28

Es importante resaltar que el porcentaje de defoliación se calcula en el tercio superior de la copa:



### Unidad mínima de tratamiento

Paralelo a este concepto, surge la necesidad de definir cuál será la unidad mínima de tratamiento, que a su vez está relacionada estrechamente con los métodos de control. Se deben considerar unidades de tratamiento suficientemente representativas y homogéneas sin olvidar su distribución espacial.

En algunas ocasiones si se sobrepasa el umbral de daño admisible, el tratar de realizar actuaciones de control puede desestabilizar más la situación, por lo que dependiendo de la situación en la que nos encontremos lo más recomendado sea no realizar tratamientos de control.

29

Como se definió anteriormente, el umbral de daño admisible es el límite para cada situación concreta por debajo del que no se realizará ninguna actuación de control de tipo curativo o terapéutico del agente nocivo, sin embargo, existen situaciones en las que la aplicación de métodos de control preventivos evita que se alcance el umbral de daños y reconduce la estabilidad poblacional del patógeno.

### 4.3. Ejecución de las actuaciones planificadas

De acuerdo con la lucha integrada, los umbrales de tolerancia nos determinan si existe un nivel de plaga suficiente que justifique, bajo criterios económicos, ecológicos y



Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

toxicológicos, la realización del tratamiento. No se debe realizar el tratamiento si no se alcanza el umbral preestablecido específicamente para cada uno de los patógenos y su estado de desarrollo.

A la hora de la ejecución de las actuaciones planificadas, se deben tener varios aspectos en cuenta:

- Evaluar las repercusiones que tendrán las actuaciones sobre el medio ambiente.
- No aspirar a eliminar el patógeno sino mantener su población por debajo del umbral prefijado.
- Utilizar todas las técnicas disponibles dando prioridad a los procedimientos no químicos.
- Sólo se justifica la aplicación de medios de control cuando el nivel de plaga sobrepasa un umbral de tolerancia económica.
- Los medios de lucha empleados no deben impedir, dentro de lo posible, la acción de los factores naturales de mortalidad de la plaga.
- El método de lucha debe proteger adecuadamente el cultivo y permitir la obtención de producciones rentables.

Cualquier tratamiento o actuación de lucha contra agentes causantes de daños, consiste en lograr la eficacia del mismo alcanzando los objetivos propuestos, así como de una

manera eficiente, en la que se utilizarán el menor número de recursos de forma racional.

A la hora de planificar las actuaciones, para que el control biológico de *G. platensis* sea efectivo, es importante tener en consideración:

- 1) OPORTUNIDAD o momento idóneo de suelta que debe ser cuando se detectan las primeras ootecas
- 2) CANTIDAD de número de Anaphes por hectárea (no menos de 100 anaphes/ha)
- 3) CONTINUIDAD EN EL TIEMPO (aplicación del tratamiento anual, excepto durante los primeros tres años de tratamiento que se aplicará en primavera y otoño)

31

Además, las masas deben empezar a tratarse antes de los 8 años de edad (mitad de turno) y con niveles de daño inferior al 43% de defoliación de forma que, una vez ejecutado el control biológico, tenga capacidad de recuperación y crecimiento.

#### 4.4. Producción biofábrica

La producción de parasitoide, en las cantidades adecuadas, y con disponibilidad en el momento más adecuado para su suelta, es un problema complejo que, sin embargo, gracias a los avances de investigación y desarrollo aplicado de los últimos años, tiene ya un grado de madurez tecnológica suficiente para ser abordada en biofábricas, de una

forma relativamente sencilla, y sin grandes necesidades de inversiones en activos físicos, una vez que se tiene el “know how” adecuado. Se repasará en este apartado el estado del arte de las biofábricas para la producción de parasitoide *Anaphes nitens*.

El proceso presenta diferentes etapas o fases:

#### FASE 1. RECOLECCIÓN DE ADULTOS EN CAMPO

- Se recolectan insectos adultos directamente del monte que son introducidos para su cuidado en un invernadero de almacenamiento de imagos (insectos adultos).
- El objetivo es suministrar parejas de insectos para su reproducción en cámaras de cría de la biofábrica y ootecas para ser parasitizadas
- Población a mantener en el invernadero entre 5.000 y 10.000 insectos.





# Gossge

grupo operativo gonipterus



33



**Unión Europea**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural  
Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



**PNDR**  
Programa Nacional  
de Desarrollo Rural  
2014-2020

Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

## FASE 2. PRODUCCIÓN DE OOTECAS

- Objetivo de las cajas de cría es producir ootecas para ser parasitizadas por *Anaphes nitens*.
- Preparación de cajas de cría para albergar a las parejas (macho y hembra) recogidas en el invernadero.
- Se preparan dos tipos de cajas:
  - Caja Húmeda o con alimentación en verde: Contiene ramos con brotes de hojas tiernos mantenidos en floreros (matraces) con agua destilada. Número de parejas en cría por caja: 50-100.
  - Caja seca con alimentación en seco: Contiene hojas tiernas apoyadas sobre una malla que evita el contacto con el fondo de la caja. Número de parejas por caja: 20.

34



Caja húmeda



Caja seca

35

## Procedimiento operativo estándar

### Retirada de las cajas de reproducción

En la cámara de reproducción de Gonipterus, se montan las cajas en el carro que está situado dentro, hasta llenarlo. (8 cajas por carro). Los lunes y jueves se revisan las cajas con pegatina amarilla y los martes y viernes las verdes.

## Limpieza

Para una caja: La abrimos y apartamos a un lado el "florero" y las hojas de eucalipto de suelo y los Gonipterus muertos que halla. Cogemos un bote y recogemos los Gonipterus que se encuentren en la pared y en tapa de la caja. Con la ayuda de un cepillo, limpiamos y vaciamos los restos en un cubo. Desinfectamos con alcohol 70% y con ayuda de papel. A continuación, capturamos uno a uno los Gonipterus de las ramas de eucalipto y los metemos con el resto de los Gonipterus en el bote.

## Extracción ootecas

36

Extraemos las ootecas de las ramas con cuidado para que no se rompan (por el extremo redondeado o de lado). Las colocamos todas en una placa petri. Tiramos las ramas viejas al cubo y limpiamos la mesa de trabajo comprobando que no haya ootecas.

## Recuento de ootecas

Contamos las ootecas con la ayuda de un pincel. Se recomienda hacer filas con todas las ootecas para contabilizarlas con mayor rapidez.

### **Anotación de ootecas**

Registramos el número total de ootecas y el número de Gonipterus muertos de nuestra caja en el estadillo correspondiente.

### **Apilación de cajas con Gonipterus para montaje**

Colocamos los Gonipterus dentro de una caja pequeña con ventilación (tupper) y la ponemos dentro de la caja de reproducción. A continuación, apartamos esta caja a un lado y seguimos con la limpieza del resto de las cajas del día.

### **Montaje de caja**

Con todas las cajas limpias, se cogen una a una poniendo la tapa sobre la mesa y sobre ella colocamos dos brotes (de calidad inferior a los brotes del florero) y en el centro el florero. Introducimos los Gonipterus dando un golpe al tupper para que se suelten.

### **Colocación en la cámara**

Por último, colocamos las cajas en el carro hasta que se llene. La razón es evitar abrir demasiadas veces la puerta. Cuando el carro esté lleno, se colocan en la cámara de reproducción con la pegatina de color visible.

## Control variables climáticas cámara de reproducción. Revisión del data logers

La temperatura ambiente no debe ser menor a 16°C ni mayor de 22° C. Cada semana descargamos los datos del data logers en el ordenador y comprobamos que no hubiera valores anómalos. Si fuese así, ajustar. La humedad debe permanecer siempre superior al 80 %.

## Preparación de floreros

### *Preparación de hoja*

38

Cogemos las ramas traídas de campo y, una a una, cortamos solo los extremos de los brotes jóvenes sin que de largo exceda el alto de una caja de reproducción. Eliminamos un tercio de hojas del principio para acomodarlas mejor en el florero y las clasificamos en hojas de suelo o hoja de florero.

### *Preparación de floreros*

Hacemos grupos de 8-10 ramas y las envolvemos en una esponja. La función de la esponja es la de impedir que los G. entren dentro del florero y mueran ahogados. Luego las ponemos en un matraz con agua.

### FASE 3. PARASITIZACIÓN, CONSERVACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

- Objetivo: parasitizar ootecas. 50% de parasitismo

#### Procedimiento operativo estándar - Montar reactores

##### Preparación de botes

Desinfectar el bote con etanol e impregnar la tira de gasa en agua miel y secar para que no escurra. Colocar imán en el bote en parte superior.

##### Preparación de Anaphes

Mediante el sistema de luz/sombra reunir en el bote los Anaphes para parasitizar. La sombra se consigue tapando con el plástico negro.

##### Preparación de ootecas

Utilizar prioritariamente las ootecas frescas del día. En caso de necesitar utilizar ootecas de nevera sacar minutos antes colocar en papel y humectar con agua.

##### Montaje de reactor

Introducir las ootecas, se establece una relación 4:1. Tapar con gasa y goma. Asegurarse que queden bien extendidas.



Gossge

grupo operativo gonipterus



*Reactor Fase Luz/oscuridad. Desplazamiento de Anaphes hacia las ootecas a parasitizar*

40

## Parasitización

Días de parasitización 3 o 4 días.

Ciclos: Lunes-Jueves // Martes-Viernes.



Unión Europea  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural  
Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



PNDR  
Programa Nacional  
de Desarrollo Rural  
2014-2020

Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.





### Retirada de las ootecas tras parasitización

Retirar al colador, agitar para separar los Anaphes muertos y contabilizar. Seleccionar 30 ootecas para control externo y 40 ootecas control emergencias (20 ootecas en incubadora y 20 ootecas control emergencia en ZT). Revisar que no quede ningún anaphes por el medio y meterlas en una placa petry cerrada con parafilm. Pesar ootecas restantes, comprobar el % de ootecas para producción y suelta.



Gossge

grupo operativo gonipterus

42



#### 4.5. Procedimiento de suelta de ootecas parasitadas por *Anaphes nitens*

El material suministrado estará preferentemente inscrito en el Registro Oficial de Productos y Materiales Fitosanitarios, como Otros Medios de Defensa Fitosanitaria, Organismos de Control Biológico (OCB), conforme a la Orden APA/1470/2007, de 24 de mayo.



Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

Las bolsas de ootecas parasitadas por *Anaphes nitens* a emplear se aplicarán exclusivamente sobre masas de eucalipto afectadas por *Gonipterus platensis* en aquellas ubicaciones de acuerdo a los criterios de zonificación referidos.

El responsable del procedimiento determinará el número de ootecas que deberán colocarse por punto de colocación en función del ratio número de *Anaphes*/ooteca. Cada bolsa contendrá un mínimo de 120 ootecas parasitadas por punto de colocación que podrá ser mayor si el ratio *Anaphes*/ooteca es inferior a 5. Cada punto de colocación afectará a una superficie de 6 hectáreas.

Las ootecas son introducidas en bolsas de papel con solapas y agujereadas en las esquinas inferiores. Se introduce la hoja a través de las solapas de la bolsa y una de ellas es grapada a la misma de tal manera que el limbo de la hoja actúa como tapa de la bolsa mitigando los fenómenos meteorológicos adversos como la lluvia y el viento que podrían producir caídas de las ootecas al suelo o presencia de agua dentro de la bolsa.



# Gossge

grupo operativo gonipterus



44



Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

Las bolsas se colocarán en zonas preferentemente luminosas al lado de pistas, cortafuegos y teniendo en cuenta la dirección predominante del viento para que ayude al desplazamiento de los parasitoides.

Las ootecas se transportarán en tubos eppendorf con 120 ootecas cada tubo que serán volcadas dentro de cada bolsa en el momento de su colocación en el punto definido en la planificación.

Una vez colocada la bolsa, se procederá a recoger entre 5 y 10 ootecas cercanas al punto de colocación para el seguimiento de parasitismo. Estas ootecas se introducirán en el tubo eppendorf vacío y este se identificará marcando en el exterior del tubo el código de colocación (nº de orden de colocación establecido en la planificación) con un rotulador de tinta indeleble de punta fina.

#### 4.5.1. Actuaciones de planificación y colocación

En los planos deben aparecer reflejados el Sistema Geodésico de Referencia y el Sistema Cartográfico de Representación empleados. Por defecto, se empleará siempre el Sistema ETRS89, y la proyección UTM, haciendo referencia al huso 29 norte.

Cada punto de suelta o colocación estará identificado por un nº de orden único, además de sus coordenadas geográficas X, Y.

Habrá que tener en cuenta para la planificación que las bolsas deberán ser colocadas lo antes posible no dejando pasar más de 6 días desde su salida de la biofábrica. El lote mínimo de ootecas oscilará entre 100.000 y 125.000 ootecas semanales, es decir, entre 835 y 1042 puntos de colocación (139-160 puntos/día)

#### 4.5.2. Elaboración de cartografía para la instalación

En función de las zonas de actuación definidas, se realizarán planos de detalle que permitan al equipo de campo localizar con mayor facilidad la ubicación de las coordenadas establecidas para la zona.

46

El departamento de cartografía y GIS elaborará una colección de planos generales (E: 1/50000) y planos de detalle a escala 1:5000. Junto con esta cartografía se facilitarán las coordenadas X e Y de cada uno de los puntos en los que se ubicarán las bolsas. Además, se identificar  cada punto de colocación con un n  de orden o ítem  nico.

Se prestará especial importancia a la hora de reflejar aquellos elementos permanentes (núcleos de población, carreteras, pistas forestales, etc.), que permitan al equipo de campo, ubicarse y orientarse en el terreno.

#### 4.5.3. Recepción de las bolsas con ootecas parasitadas

La biofábrica se encargará de suministrar las ootecas al responsable del equipo de campo que procederá a recoger en el punto de entrega acordado. El material entregado será: bolsas de papel preparadas y tubos eppendorf con 120 ootecas (en función de la calidad de la ratio anaphes/ooteca).

En caso de que el número de tubos eppendorf correspondientes a cada punto de colocación no correspondiera con la planificación, se ajustaría este último al número de tubos entregados y el responsable de campo notificaría de este hecho al equipo administrativo; procediendo a colocar estas bolsas en ubicaciones determinadas por el equipo de campo, dentro del conjunto de aquellas plantaciones de eucalipto en las que se han emplazado la colocación de las bolsas con ootecas.

47

#### 4.5.4. Comunicación de las incidencias en la recepción de las bolsas

En el caso de que en la recepción de las bolsas el encargado del equipo de campo detectará cualquier incidencia y una vez la misma sea comunicada al equipo administrativo, procederá a notificársela, con la mayor premura posible, a la empresa que realiza las labores de coordinación.

Si la incidencia no permite llevar a cabo la colocación de parte o la totalidad de las ootecas (número de bolsas insuficiente, ootecas ya eclosionadas, etc.), el técnico responsable determinará el procedimiento a seguir en este caso.

#### 4.5.5. Colocación en campo de las bolsas con ootecas parasitadas

El equipo de campo procederá a colocar las bolsas en las coordenadas establecidas en la correspondiente zona de actuación de acuerdo a la descripción referida.

La bolsa se colocará en el punto más próximo posible a la coordenada establecida, siempre sobre un pie de eucalipto y evitando dañar la yema apical en los ejemplares jóvenes.

En casos excepcionales podrá colocarse la bolsa en hojas de otras especies arbóreas siempre que se encuentren al lado de la masa de eucalipto objeto de tratamiento.

Una vez colocada la bolsa, se procederá a obtener un “waypoint” del emplazamiento con las coordenadas exactas del punto. El pie donde se coloque la bolsa se marcará mediante un punto con pintura fluorescente en la corteza, de modo que posteriormente pueda identificarse dicho árbol. Si el árbol se encuentra próximo a una pista, la marca se realizará en la cara posterior, a fin de evitar que la bolsa sea avistada por transeúntes que puedan retirarla o dañarla.



En el caso de que, por diversos motivos, la bolsa deba colocarse a una distancia superior a los 10 metros de la coordenada establecida (bien por la ausencia de pies de eucalipto o por la imposibilidad de acceso a la misma), se cumplimentará el documento en el que se recogerá y describirá dicha incidencia, indicando la causa de la misma y distancia del punto desplazado, y se obtendrá una imagen fotográfica que en la medida de lo posible refleje la causa de la incidencia.

En todo caso, las incidencias y observaciones que sobre los puntos se realicen a lo largo de cada jornada de instalación serán informadas por escrito.

Si durante la colocación se produjera cualquier eventualidad que no permitiera la colocación de las bolsas, el responsable del equipo de campo comunicará dicha incidencia al equipo administrativo (si fuera de tipo logístico), o al director técnico (si esta tuviera un carácter exclusivamente técnico).

En caso que alguno de los puntos caiga en una zona sin eucalipto, se informará al equipo de planificación para que reasigne un nuevo punto y se informará de esta incidencia por escrito.

#### 4.5.6. Toma de datos en campo de cada uno de los puntos de colocación

El equipo de gabinete le pasará un estadillo o estadillos con los campos de toma o captura de datos para cada punto de colocación al equipo de campo para su cumplimentación.

Cada punto de colocación identificado por su ID correspondiente deberá tener la siguiente información.

Nº identificativo (ID), Lote (origen de las ootecas), Fecha, Coordenadas UTM ETRS89 (X, Y), Nombre del monte, Tipo (tipo de propiedad), Municipio, Provincia, Empresa (quien coloca), Observaciones, Daño (grado de ataque según tabla), % defoliación, Insectos por árbol, Insectos/ha, Altura (mayor o menor a 6 metros), Oot\_colocadas (Nº de ootecas por punto), Oot\_recogidas (nº de ootecas recogidas este dato se contabiliza cuando las muestras llegan a la biofábrica), Sup. tratada (ha), Zona (identificar zona de acuerdo a los límites establecidos para cada una de ellas, ver mapa), Tipo\_bolsa, Desbroce (desbrozado o no desbrozado), Tipo\_masa (brinzal, chirpial seleccionado, chirpial no seleccionado), Quemado (sí o no) ,Sup\_quemada ha (en caso de que se haya quemado)

Los estadillos serán entregados al equipo de gabinete quien procesará la información obtenida por el equipo de campo.

Campos mínimos que deben ser rellenados por el equipo de campo: Nº identificativo (ID), Lote (origen de las ootecas), Fecha, Coordenadas UTM ETRS89 (X, Y), Observaciones, Daño (grado de ataque según tabla), Tipo\_bolsa, Desbroce (desbrozado o no desbrozado), Tipo\_masa (brinzal, chirpial seleccionado, chirpial no seleccionado), Quemado (sí o no)

#### 4.5.7. Procesado y envío de las coordenadas de la colocación de bolsas y planificación de la jornada siguiente

51

Una vez que el equipo de campo haya colocado las bolsas con ootecas parasitadas, se realizará el procesado y posterior envío de los datos. El departamento de cartografía y GIS recibirá los datos (archivos gpx y shp de los waypoints) y los partes de actuación generados. Con los datos facilitados el equipo cartográfico elaborará el parte de actuación correspondiente a esa jornada de trabajo.

Más específicamente, se debe indicar que el encargado del equipo de campo transformará los datos de las coordenadas (puntos de colocación de las bolsas capturados mediante dispositivos GPS), a un archivo en formato shp y gpx; el cuál se procederá a enviar al equipo de cartografía.

Por otra parte, se informará tanto al departamento de administración como al departamento de cartografía y SIG de la planificación establecida por el encargado del equipo de campo para la jornada siguiente, incluyendo la zona de trabajo y el número estimado de bolsas a colocar.

Siempre que sea posible, se acompañará el documento referente a los puntos desplazados con fotografías que ilustren gráficamente el motivo causante del desplazamiento.

Al realizar el procesado de los datos GPS, el encargado de campo, comprobará que el número y disposición de las bolsas colocadas por el equipo de campo, se corresponden con lo establecido por la empresa coordinadora. En caso de detectar cualquier incidencia en este aspecto será consignada por escrito y comunicado a departamento de cartografía y SIG de la empresa adjudicataria.

#### 4.5.8. Realización de los partes de trabajo

A partir de archivos enviados por el equipo de campo, el equipo cartográfico y de partes de actuación procederá al envío de los datos a la empresa coordinadora para su posterior almacenamiento y revisión.

La empresa adjudicataria elaborará un documento de “Parte diario de instalación” con los datos extraídos de los documentos anteriores.

De forma hebdomadaria elaborará el documento de “Parte semanal de instalación” a partir de los datos partes diarios.

Estos partes semanales serán completados con la cartografía de detalle de la instalación semanal. En los planos elaborados aparecerán los puntos de instalación fijados previamente en gabinete por la dirección de obra junto con la ubicación real de las bolsas instaladas por los equipos de campo.

53

Los partes diarios serán enviados al técnico responsable durante las 24 horas siguientes al envío por parte de los equipos de campo.

Los partes semanales serán enviados a la dirección de obra transcurridas 72 horas desde el último día de instalación de la semana. En ciertas semanas se podrán instalar bolsas sábados y domingos por lo que el parte semanal será enviado los martes.

#### 4.5.9. Redacción y edición de memoria final de los trabajos realizados

A la finalización del proyecto se elaborará una memoria final en la que se recoja la metodología seguida, los criterios aplicados, el trabajo efectuado y los resultados finales obtenidos de manera estadística y cartográfica.

En base a los documentos “Parte diario de instalación” y “Parte semanal de instalación” se extraerán los resultados finales para conocer la superficie tratada y las bolsas totales colocadas sobre el terreno.

Se incluirá la cartografía relativa a la localización exacta sobre el terreno de las bolsas con ootecas colocadas por el equipo de campo. Junto a los planos se añadirá una tabla final con las coordenadas X e Y de cada bolsa colocada para su correcta identificación y localización posterior, parámetros medidos en campo por medio de dispositivos de GPS en sistema de coordenadas ETRS89 (Husos 29).

La cartografía se proporcionará igualmente en formato shp, con una base de datos elaborada por el departamento cartográfico en el que se especifique para cada bolsa colocada su código identificador individual (ID), las coordenadas X e Y de instalación, el lote, el día exacto en que fue colocada sobre el terreno y las incidencias en su colocación si las hubiese habido.

#### 4.6. Seguimiento en campo

- Objetivo: estimar niveles de ootecas, parasitismo y daños.
- El seguimiento de una suelta se realiza:

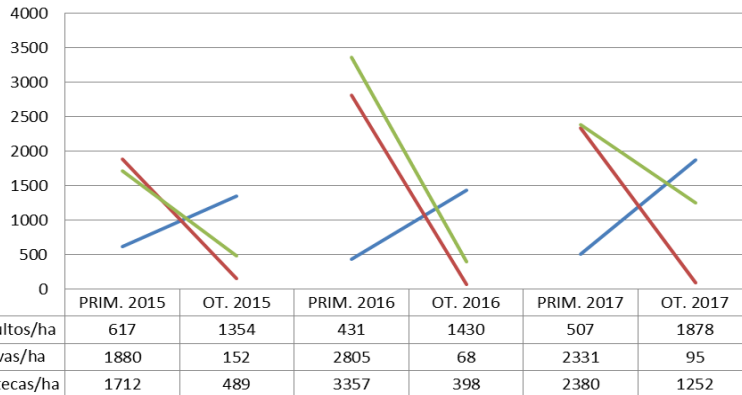
Antes y después de suelta: se toma una muestra de 10 ootecas en campo para medir el porcentaje de parasitización. Conteo de adultos, ootecas y larvas en 30 árboles pegados a pista. Se realizaría el conteo una vez a la semana.

#### 4.7. Ensayos y dispositivos

Entre 2015 y 2017 ENCE realizó un estudio de poblaciones donde se estimó el número de adultos, ootecas y larvas por ha. Se comprobó que la dinámica poblacional es la misma:

- En primavera los daños son por las larvas: La población de larvas de primavera es del orden de 10 veces mayor a la de otoño.
- En otoño los daños son por el adulto: La población de adultos en otoño triplica a la población de primavera.

### Evolución de las poblaciones de Gonipterus y estadios de desarrollo en diferentes años



Para la medición del porcentaje de ootecas parasitadas y número medio de Anaphes/ooteca realizó una submuestra de 400 parcelas con 25 árboles por parcela, 100 de ellas fueron testigos sin tratamiento biológico.

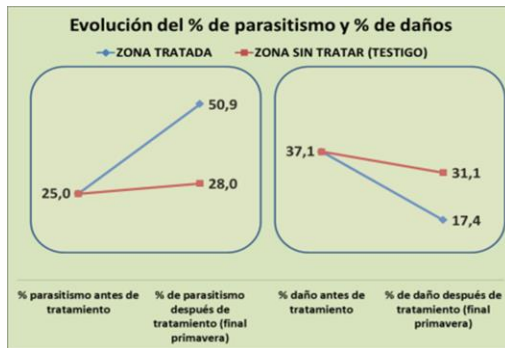
División de la región en tres zonas:

- Zona 1 Formada por el norte de A Coruña, Lugo y Asturias Occidental
- Zona 2 Formada por A Coruña centro y norte de Pontevedra

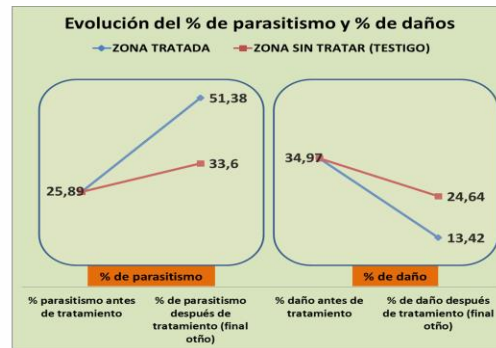


- Zona 3 Formada por centro y sur de Pontevedra y sur de A Coruña

El número medio de huevos/ooteca fue de 8,2 con I.C. al 95% entre 8,05 y 8,35.



**PRIMAVERA**



**OTOÑO**

En primavera, se verifica que niveles de parasitismo del 50,9% (4,17 anaphes/ooteca) tienen una probabilidad del 76% de que el nivel de daño se mantenga por debajo del 26%. (nivel 1).

Además, con niveles de parasitismo por encima del 50% los daños no superan el 60% (nivel 2 de afección).

		% parasitismo																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Nivel daño	<=10%	8	9	11	12	14	16	18	21	23	26	29	33	36	40	44	48	52	56	59	63
	<=26%	20	25	30	37	43	50	57	64	70	76	80	84	88	91	93	94	96	97	97	98
	<=60%	83	89	92	95	97	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

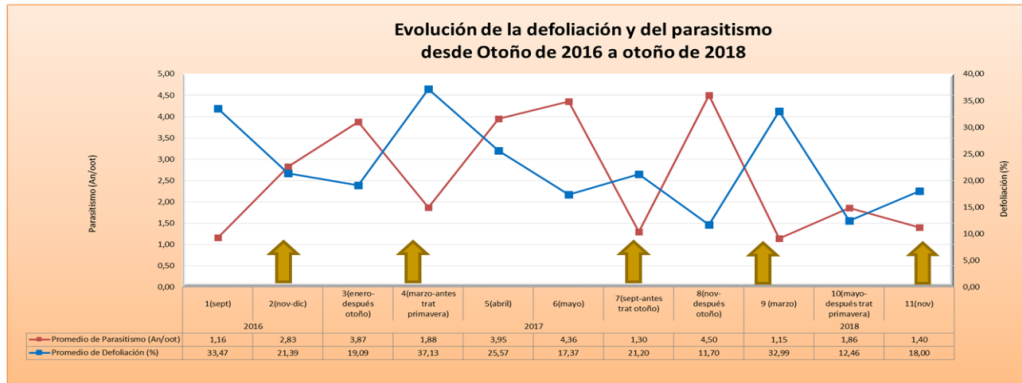
Se verifica, igual que en primavera, que niveles de parasitismo del 51,38% tienen una probabilidad del 70% del que daño se mantenga por debajo del 26%.

Además, con niveles de parasitismo por encima del 50% los daños no superan el 60% (nivel 2 de afección).

58

		% Parasitismo campaña otoño 2017																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
NIVEL de probabilidad	<=10%	9	11	14	17	20	24	29	34	39	45	51	56	62	67	72	77	81	84	87	89
	<=26%	35	39	43	47	51	55	59	63	67	70	74	77	80	82	84	86	88	90	91	92
	<=43%	76	78	79	81	82	83	84	86	87	88	88	89	90	91	92	92	93	93	94	94
	<=60%	87	91	93	95	97	98	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Así, basándonos en estos ensayos, se obtiene la relación de la evolución de la defoliación y del parasitismo:



59

 **Tratamiento Biológico**

- El % de parasitismo no es estable y presenta mínimos al inicio de primavera y otoño
- La reducción de daños se consigue por medio del aumento del % de parasitismo a través de tratamiento biológico

### Resultados

- Se confirma la tendencia global tanto en primavera como en el otoño: La reducción de daños viene acompañada de un aumento del parasitismo

- Tanto en la primavera como en el otoño hay un repunte de la plaga que es más acusado en la primavera.
- En campo se mantiene un nivel medio de parasitismo durante todo el año de entre 1,5 y 2 Anaphes/ooteca sin necesidad de soltar parasitoides. Sin embargo, este nivel de parasitismo no reduce los daños ni controla a la plaga.
- Con niveles de parasitismo en campo por encima de 4 Anaphes/ooteca (50 % de parasitismo) se reducen los daños y se controla la plaga.
- Para reducir daños por Gonipterus por debajo del 26%\* es necesario incrementar la población de Anaphes hasta 4 Anaphes/ooteca con sueltas en primavera y otoño.
- Con dicho nivel de parasitismo, la probabilidad de tener daños inferiores al 26% es de un 76% y de un 90% que los daños sean inferiores al 43%

60

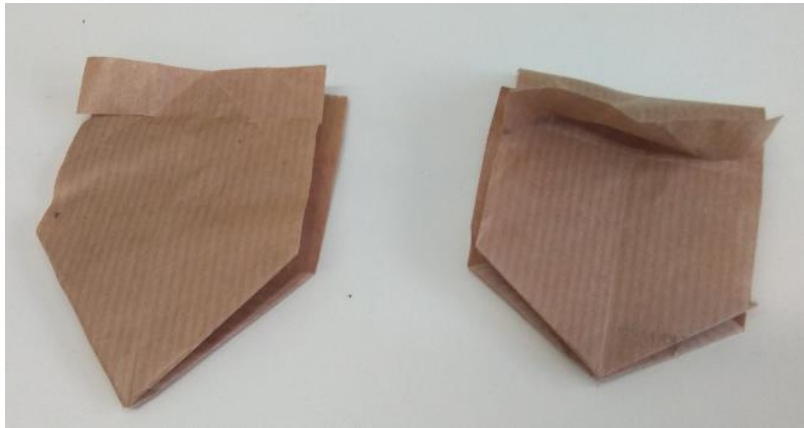
\*Se estima que más del 45% de la superficie de las plantaciones de *E. globulus* del NO se encuentran con más del 26% de defoliación.

#### 4.7.1. Nuevo dispositivo de suelta para ootecas parasitizadas

- Objetivo: Medir la eficacia de la suelta con bolsas de papel y el nuevo dispositivo BIOCLIP 2.0
- Promotor: ENCE Energía y Celulosa

- Sitio de ensayo: Loureza- Tomiño- Pontevedra
- Dispositivos ensayados: Bolsa papel Ence, Nuevo diseño bolsa papel Chile, Bioclip color verde plástico degradable, Bioclip color blanco plástico degradable.

61



*Bolsa de Chile*



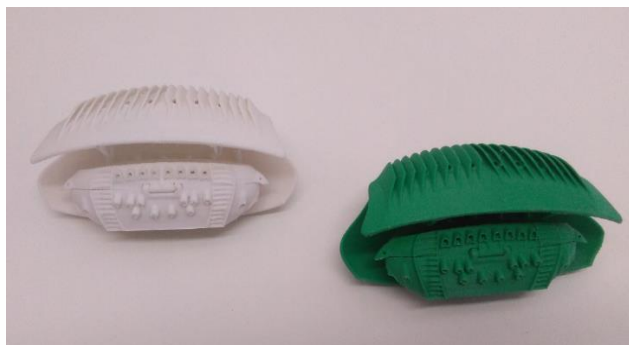
Gossge

grupo operativo gonipterus



*Bolsa ence*

62



*Bioclip 2.0*



Con la financiación de FEADER (80%) y Administración General del Estado (20%).  
Importe máximo subvencionable de 581.157,08 euros.

- Cada dispositivo contiene 50 ootecas iniciales.
  - I. Cada punto tenía 1 bioclip verde, 1 bioclip blanco, 3 bolsas Ence y 3 bolsas Chile.
  - II. El objeto de la colocación de 3 bolsas por punto es para recoger datos de lo que sucedía con las bolsas desde que se colocaban hasta la fecha final de ensayo, de tal manera que se asegurara la aparición de fuerte viento o temporal con el fin de analizar la resistencia de los dispositivos a diferentes condiciones ambientales.
- Datos medidos después del período de emergencia:
  - I. Dos mediciones: 1ª medición 9 días después de suelta y última medición 18 días después de la suelta
  - II. Conteo de ootecas/dispositivo
  - III. Nº de huevos/ooteca
  - IV. Nº de Anaphes no emergidos/ooteca
  - V. Nº de larvas y huevos no desarrollados/ooteca
- Variables analizadas:
  - I. % de anaphes emergidos  $X=100-\%$  de Anaphes no emergidos- % de larvas y huevos no diferenciados
  - II. % de ootecas perdidas al final del ensayo
- Resultados
  - La bolsa chile fue la que peor resultado obtuvo de los dos ensayos.

- 18,2 % de emergencias antes de temporal contra un 65% con la media del resto de dispositivos
- 4,0 % de emergencias después de temporal contra un 57% con la media del resto de dispositivos
- La pérdida de ootecas después de temporal fue del 95% contra un 73% de la bolsa Ence y 13% de media contra los dispositivos Bioclip 2.0
  - El bioclip demostró mejor adaptación a los temporales con un 13% de pérdidas de ooteca contra un 84% de pérdidas media de las bolsas de papel.
  - Después de los temporales el bioclip presentaba una media de emergencias por encima del 20% respecto a la bolsa Ence y del 40% respecto a la bolsa Chile.
  - Para que la bolsa Ence funcionara bien, debería colocarse cuando no hubiese ni viento ni temporales, pero eso no es posible.
  - Bioclip resiste el agua y al viento y, por tanto, hay mayor número de Anaphes emergidos.
  - Se están implementando mejoras en el bioclip para que tenga mejor aireación y cerrar agujeros de ventilación inferiores para evitar las pocas pérdidas de ootecas por dichos agujeros.



## 5. EVOLUCIÓN DE LA PLAGA

### 5.1. Desarrollo de técnicas innovadoras en la detección

A nivel de control biológico, se destaca la necesidad de introducir nuevos agentes, en particular la utilización de enemigos naturales nativos de Tasmania mejor adaptados a las condiciones ambientales donde *G. platensis* es plaga y que pueden complementar la acción de *Anaphes nitens*.

En el caso de Portugal, se han estudiado los parasitoides oófagos *A. tasmaniae* y *A. inexpectatus* y el parasitoide larva *Entedon magnificus*. Hasta la fecha, el parasitoide *A. inexpectatus* fue el único capaz de multiplicarse con éxito en el laboratorio y por ello, fue liberado en Portugal (entre 2012 y 2016, RAIZ y AltriFlorestal realizaron sueltas experimentales de *A. inexpectatus* en campo, liberando cerca de 230.000 insectos) que han logrado establecerse, pero con una eficacia aún desconocida. Sin embargo, en laboratorio demostró ser eficaz para parasitar los huevos de *G. platensis*, pudiendo venir a complementar la acción de *A. nitens* sobre todo en zonas de temperaturas más bajas donde éste tiene menor supervivencia y eficacia. Con todo, se está considerando la solicitud de autorización para la importación y el estudio de otros enemigos naturales de *G. platensis*, en particular *A. tasmaniae* y *E. Magnificus*. Estas peticiones deberían realizarse en los dos países, con lo que se trata de una acción transfronteriza.

La elevada susceptibilidad de *E. globulus* a *G. platensis* ha condicionado el éxito de las plantaciones de eucalipto en la Península Ibérica. En zonas con datos previos de presencia de ataque fuertes, en el diseño de futuras plantaciones se deberá privilegiar, siempre que esté disponible, material genético con mayor tolerancia a *G. platensis*, ya sea *E. globulus*, u otras especies o híbridos.

Actualmente, en Portugal la mejora genética de eucaliptos se encuentra en la fase de investigación (RAÍZ, Altri Florestal). Se ha estudiado la susceptibilidad de diferentes especies de *Eucalyptus*, híbridos y clones, constatando que existen diferencias relevantes de tolerancia o resistencia entre materiales genéticos. Se destaca un clon híbrido (*E. saligna* x *E. rudis*) evaluado por RAIZ, que presenta buena resistencia a la plaga y con densidad de madera superior a la de *E. nitens*, aunque con rendimiento inferior, material que podrá constituir a corto plazo una alternativa operativa a *E. nitens* en regiones críticas de ataque.

En Asturias, actualmente, se están evaluando materiales genéticos de *E. globulus* con distinta susceptibilidad a agentes bióticos (hongos, insectos) de cara a recomendar los más adecuados para las distintas condiciones ecológicas de uso de esta especie.

Mediante la selección de zonas con condiciones climáticas más favorables para la instalación de las plantaciones de eucalipto y la conducción de los asentamientos para favorecer el estado vegetativo practicando una silvicultura adecuada, se pretende

intervenir y manipular el estado de las plantaciones con el fin de mantener al gorgojo en niveles bajos de densidad disminuyendo su impacto. Otras medidas selvícolas consisten en la movilización del suelo para destruir las pupas sin perjudicar los árboles, preferentemente durante la primavera, poco después de que las larvas se entierren.

Medios de lucha biotécnica innovadores, es decir, medios altamente específicos que van a interferir en el desarrollo y el comportamiento de las plagas, también están en desarrollo. La lucha biotécnica incluye los semiquímicos (cairomonas y feromonas) para la captura de adultos. Estos métodos de control y evaluación de su eficacia están siendo desarrollados por entidades de I + D en Portugal, INIAV y FCT-UNL y podrán ser evaluados en España en el futuro.

67

Una vez realizados los tratamientos contemplados plan de lucha integrada es importante realizar la evaluación de su efectividad. Se debe realizar la evaluación tanto desde el punto de vista de la buena ejecución del trabajo como desde la efectividad del tratamiento en sí.

El seguimiento consiste en evaluar todos los tratamientos que se hayan realizado (selvicultura preventiva, biológicos, químicos...). Para cada caso, habrá que diseñar la manera de inspeccionar los trabajos durante y después de la ejecución. Además, se evaluará el resultado en cuanto a efectividad del tratamiento.

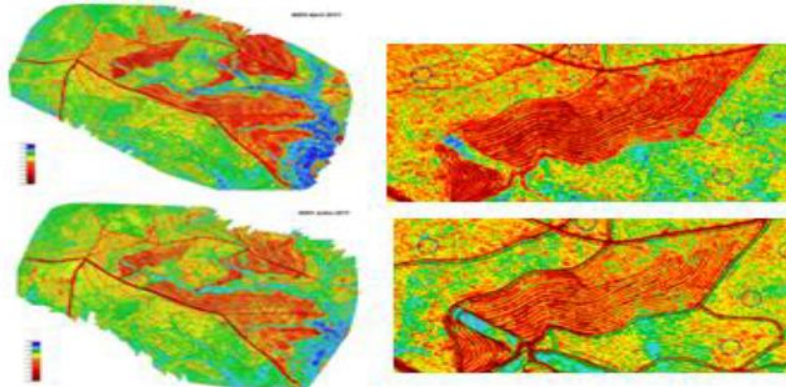
## 5.2. Evaluación de la defoliación de eucalipto

Estimación de la defoliación por imágenes aéreas e índices de vegetación

Esta nueva herramienta busca estimar la intensidad de defoliación en eucaliptales, de forma precisa y rápida empleando imágenes obtenidas por vehículos aéreos no tripulados (drones). Con esta herramienta se pretende:

- Identificar áreas de eucalipto con diferentes niveles de ataque de *Gonipterus platensis*
- En las áreas atacadas distinguir zonas con diferentes niveles de ataque, y definir estrategias de intervención de acuerdo con los niveles de ataque
- Monitorear a lo largo de la edad de las plantaciones la evolución de la defoliación en eucaliptos atacados
- Desarrollar índices de vegetación estructural relacionados con la actividad fotosintética.

Para operar esta herramienta, hay que definir los índices de vegetación más adecuados, así como el sensor y los parámetros de vuelo. El análisis de imagen se complementará con el trabajo de campo. Esta herramienta de control puede permitir también la aplicación de insecticidas de forma más localizada.



*Clases de defoliación obtenidas con base en imágenes aéreas e índices de vegetación*

### **Simulación del impacto de defoliación a través del modelo 3PG**

Esta herramienta pretende simular el impacto de la defoliación en plantaciones de eucalipto, a través de un modelo de base fisiológica - el modelo 3PG. Este modelo tiene como valor añadido la posibilidad de prever, entre otros aspectos, las consecuencias de la actuación de plagas, siendo un instrumento imprescindible para una gestión forestal cada vez más exigente.



grupo operativo gonipterus

El modelo utiliza las siguientes variables de entrada:

- Datos climáticos mensuales (temperatura media, mínima y máxima, radiación, precipitación, densidad de presión de vapor)
- Descriptores de la estación y del suelo (latitud, textura del suelo y capacidad máxima de almacenamiento de agua, índice de fertilidad del suelo)
- Datos de inicialización (biomasa de hojas, leñosa (tronco + cáscara + ramas) y de raíces, densidad de la plantación)

El producto final del modelo es un output donde se simula el impacto de la defoliación.



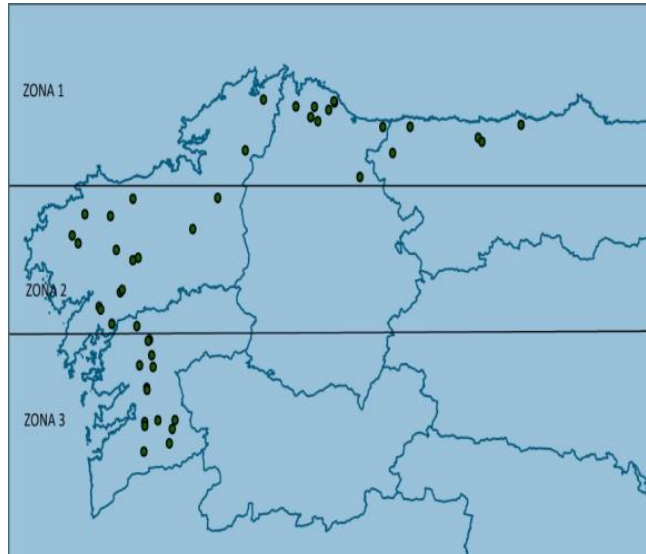
## 6. PROTOCOLOS DE SEGUIMIENTO

### 6.1. Etología

Una vez realizados los tratamientos contemplados, es importante realizar la evaluación de su efectividad. Es interesante realizar la evaluación tanto desde el punto de vista de la buena ejecución del trabajo como desde la efectividad del tratamiento en sí.

El seguimiento y evaluación de este programa consistirá en catalogar cada una de las medidas llevadas a cabo, así como la repercusión que tenga sobre las poblaciones. Para ello se establece un procedimiento operativo estándar:

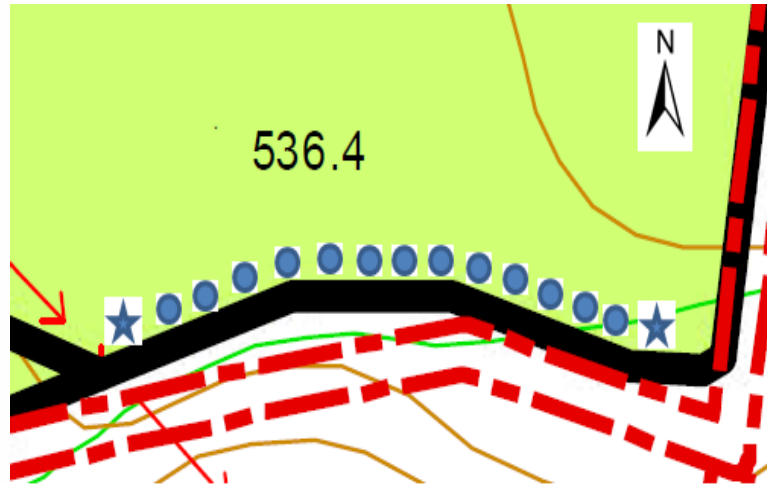
1. **Seleccionar montes con masas de *E. Globulus*.** Se seleccionan montes distribuidos por sus características climáticas, orográficas y edáficas:
  - Seguimiento de poblaciones y estado de desarrollo de la plaga se realiza en árboles con altura inferior a 6 metros.
  - Seguimiento de daños en los árboles seleccionados independientemente de su altura.



## 2. Seleccionar y marcar puntos de muestreo:

- Muestrear de 30 a 100 árboles con cambio de hoja situados al borde de la pista, en la primera o segunda fila con exposición a solana preferentemente. Si el monte tiene más de una exposición siempre se elegirá la más soleada.
- Marcar el primero y el último árbol del transecto a medir con pintura (spray).





3. **Realizar foto panorámica.** Realizar una foto panorámica de la zona de muestreo cada vez que se realice un seguimiento. Siempre desde el mismo punto de vista.
4. **Evaluar daños por defoliación.** En cada árbol, seleccionar dos ramillos (uno orientado a la pista y su opuesto). Contar adultos y ootecas. Evitar mover el árbol bruscamente para que no caigan los insectos.
5. **Evaluar población Gonipterus:** adultos y ootecas. En cada árbol, seleccionar dos ramillos (uno orientado a la pista y su opuesto). Contar adultos y ootecas. Evitar mover el árbol bruscamente para que no caigan los insectos.

6. **Evaluar población Gonipterus: larvas.** En cada árbol, seleccionar dos ramillos (uno orientado a la pista y su opuesto). Contar larvas en cada estadio, diferenciando entre L1, L2, L3, L4.
7. **Recoger ootecas.** En cada punto de muestreo se recogen 3-4 ootecas despegándolas de la hoja. Las ootecas son introducidas en tubos eppendorf y cada tubo se marcará con el ID correspondiente al punto de muestreo utilizando rotulador indeleble para su identificación posterior.
8. **Anotar otros daños:** Observar y anotar otras posibles causas de daños sobre la masa (*Ctenarytaina*, *Mycosphaerella*, heladas, sequía, encharcamiento, etc.)
9. Fotografiar el árbol tipo. Realizar una fotografía de la copa del árbol de características medias (árbol representativo en cuanto a daños)
10. **Registrar coordenadas GPS.**
11. **Planificar frecuencia de seguimiento.** El seguimiento de campo se realizará:
  - Semanalmente del 1 de septiembre al 31 de octubre y del 1 de marzo al 30 de junio.
  - Quincenalmente del 1 de noviembre al 1 de marzo y del 1 de julio al 31 de agosto.
12. **Enviar documentación y ootecas.** Los estadillos se envían los lunes de la semana siguiente de la realización del seguimiento, las ootecas deberán estar preparada e identificadas para su posterior recogida por I+D.



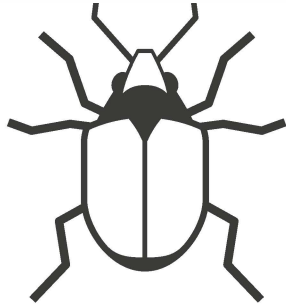
grupo operativo gonipterus

13. **Almacenar ootecas.** Las ootecas son recogidas y puestas en placas Petri identificadas con ID y Fecha.
14. **Registrar emergencias insectos.** Los datos se registran en el estadillo para evaluación de parasitismo:
  - Se toman datos cada lunes y jueves hasta final de emergencia.
  - Después de la última emergencia se realiza recuento final de huevos, larvas y Anaphes no emergidos a través de la lupa.









Gossge