



Trabajo de Fin de Grado:

**Incidencia de *Hylobius abietis* en el sur de Galicia.
Efectos de la gestión silvícola y de la abundancia y
continuidad de las masas de pinar en los alrededores**



Grado: Enxeñería Forestal. Escola de Enxeñería Forestal. Curso 2016/17

Campus de Pontevedra. Universidade de Vigo.

Codirectores: Dr. Rafael Zas, Xosé López Goldar y Estefanía Suárez Vidal. Grupo de Xenética e Ecoloxía Forestal da Misión Biolóxica de Galicia, CSIC.

Tutor: Prof. Dr. Carlos Souto, Escola de Enxeñería Forestal, Universidade de Vigo.

Alumno: Santiago Carreño Morales

Especialmente dedicado a Nuria Vázquez

Universidade de Vigo



Trabajo de Fin de Grado

Incidencia de *Hylobius abietis* en el sur de Galicia. Efectos de la gestión silvícola y de la abundancia y continuidad de las masas de pinar en los alrededores

En Pontevedra, octubre de 2016

Los Codirectores:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rafael Zas', with a long horizontal stroke extending to the right.

Dr. Rafael Zas

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Xosé López Goldar', with a long horizontal stroke extending to the right.

Xosé López Goldar

Estefanía Suárez Vidal

El Tutor:

Dr. Carlos Souto Otero

El alumno:

Santiago Carreño Morales

INDICE

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCION.....	4
2.1.	Hylobius abietis: <i>TAXONOMÍA, DISTRIBUCIÓN Y CICLO DE VIDA</i>	4
2.2.	<i>PLAGA SILVÍCOLA: DAÑOS</i>	8
2.3.	<i>MÉTODOS DE CONTROL</i>	9
2.4.	<i>EL AMBIENTE FORESTAL EN EL SUR DE GALICIA</i>	11
2.5.	Hylobius abietis <i>EN GALICIA</i>	16
3.	JUSTIFICACION, HIPOTESIS Y OBJETIVOS	17
4.	METODOLOGIA	19
4.1.	<i>SITIOS DE ENSAYO</i>	19
4.2.	<i>PARCELAS DE MUESTREO</i>	22
4.3.	<i>PARCELAS DE SEGUIMIENTO INTENSIVO</i>	25
4.4.	<i>SEGUIMIENTO, CAPTURAS Y EVALUACIONES</i>	26
4.5.	<i>ECOLOGÍA DEL PAISAJE</i>	27
5.	ANALISIS ESTADISTICOS	32
6.	RESULTADOS.....	33
6.1.	<i>NÚMERO DE CAPTURAS DE Hylobius abietis</i>	33
6.2.	<i>INCIDENCIA DE Hylobius abietis</i>	36
6.3.	<i>INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES Y CLIMÁTICOS</i>	42
6.4.	<i>INFLUENCIA DE FACTORES A ESCALA DEL PAISAJE</i>	49
7.	DISCUSION	50
7.1.	Hylobius abietis, <i>UNA PLAGA POTENCIALMENTE PROBLEMÁTICA TAMBIÉN EN EL SUR DE EUROPA</i>	50
7.2.	<i>RELACIÓN CAPTURAS-DAÑOS</i>	51
7.3.	<i>PREFERENCIA ENTRE P. pinaster Y P. radiata</i>	52
7.4.	<i>EFFECTO DE LA ABUNDANCIA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS DE CONÍFERAS</i>	53
7.5.	<i>EFFECTO DE FACTORES SILVÍCOLAS Y AMBIENTALES</i>	54
7.6.	<i>IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN</i>	56
8.	CONCLUSIONES.....	58
9.	REFERENCIAS.....	59
10.	AGRADECIMIENTOS	63
11.	ANEXOS	64
11.1.	<i>FICHAS DE PARCELAS</i>	64
11.2.	<i>LISTA DE MATERIAL</i>	85

1. RESUMEN

Hylobius abietis es una de las plagas forestales más importantes en Europa. Causa diversos y considerables daños en las repoblaciones de coníferas que, en numerosas ocasiones, desemboca en una elevada mortalidad. La Península Ibérica supone el límite sur-occidental en la distribución natural de la especie, pero en esta área de distribución no existen suficientes estudios sobre su incidencia como plaga silvícola, especialmente en Galicia dónde la superficie arbolada de coníferas es muy discontinua y la reforestación tras cortas a hecho no es inmediata. Para el experimento se seleccionaron un total de 21 parcelas en la provincia de Pontevedra (suroeste de Galicia, España). En cada una de ellas se estableció una parcela de seguimiento, en la que se plantaron juveniles de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* para valorar los daños causados por *H. abietis*. En dichas parcelas se tomaron datos sobre la masa cortada y se evaluó mediante un análisis SIG la influencia de la abundancia, continuidad y estructura de las masas de coníferas circundantes en los daños causados por el insecto. Después del establecimiento de las parcelas de seguimiento, se evaluó el daño causado por el insecto a lo largo de los meses siguientes determinando el área mordida en los tallos de las plántulas experimentales. Por otro lado, en 6 de las 21 parcelas anteriores se realizó un seguimiento intensivo donde, además del daño, se estimó la abundancia de *H. abietis*. A partir de estos datos se analizó el efecto de los distintos factores ambientales, silvícolas y la ecología del paisaje sobre la incidencia del insecto mediante análisis de varianza y regresión.

Los resultados obtenidos indican una enorme variabilidad entre las parcelas analizadas, encontrándose parcelas con serios daños en las plántulas producidos por las mordeduras de *H. abietis*, frente a otras sin ningún tipo de incidencia. No se ha encontrado, sin embargo, una preferencia del insecto por alguna de las especies de coníferas empleadas (*Pinus pinaster* y *Pinus radiata*). El factor más influyente fue la fecha en la que se produjo la corta de la masa en las parcelas. En cuanto a los factores ambientales implicados en la incidencia del insecto, los resultados muestran efectos significativos de la cobertura arbórea y la altitud de las parcelas. Por último, la abundancia y continuidad de pinares o masas de coníferas en la provincia no parecen ser factores relevantes clave en la dinámica e incidencia del insecto. En conjunto, la escala del experimento podría ser una de las razones por las que aparecen resultados parcialmente concluyentes. Realizar una evaluación similar a una escala mayor (comunidad autónoma) podría revelar patrones de interés que sirviesen para conocer la dinámica del insecto y ejercer un óptimo control forestal sobre su incidencia.

Palabras clave: *Hylobius abietis*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, gestión silvícola, incidencia, plaga forestal

1. RESUMO

Hylobius abietis é unha das pragas forestais máis importantes en Europa. Causa diversos e considerables danos nas repoboacións de coníferas que, en numerosas ocasións, remata nunha elevada mortalidade. Na Península Ibérica supón o límite sur-occidental na distribución natural da especie, pero nesta área de distribución non existen suficientes estudos sobre a súa incidencia como praga silvícola, especialmente en Galicia onde a superficie arborada de coníferas é moi descontinua e a reforestación tras cortas a feito non é inmediata. Para o experimento seleccionáronse un total de 21 parcelas na provincia de Pontevedra (suroeste de Galicia, España). En cada unha delas estableceuse unha parcela de seguimento, na que se plantaron xuvenís de *Pinus pinaster* e *Pinus radiata* para valorar os danos causados por *H. abietis*. En ditas parcelas tomáronse datos sobre a masa cortada e avalíouse se mediante unha análise SIX a influencia da abundancia, continuidade e estrutura das masas de coníferas do arredor nos danos producidos polo insecto. Despois do establecemento das parcelas de seguimento, avalíouse se o dano causado polo insecto ó longo dos meses seguintes determinando a área mordida nos talos das plántulas experimentais. Por outra banda, en 6 das 21 parcelas anteriores realizouse un seguimento intensivo onde, ademais do dano, estimouse a abundancia de *H. abietis*. A partir destes datos analizouse o efecto dos distintos factores ambientais, silvícolas e a ecoloxía da paisaxe sobre a incidencia do insecto mediante análise de varianza e regresión.

Os resultados obtidos indican unha enorme variabilidade entre as parcelas analizadas, atopándose parcelas con serios danos nas plántulas producidos polas mordeduras de *H. abietis*, fronte a outras sen ningún tipo de incidencia. Non se atopou, nembargante, unha preferencia do insecto por algunha das especies de coníferas empregadas (*P. pinaster* e *P. radiata*). O factor máis influente foi a data na que se produciu a corta da masa das parcelas. En canto os factores ambientais implicados na incidencia do insecto, os resultados mostran efectos significativos da cobertura arbórea e a altitude das parcelas. Por último, a abundancia e continuidade de piñeirais ou masas de coníferas na provincia non semellan ser factores relevantes chave na dinámica e incidencia do insecto. En conxunto, a escala do experimento podería ser unha das razóns polas que aparecen resultados parcialmente concluíntes. Realizar unha avaliación similar a unha escala maior (comunidade autónoma) podería revelar patróns de interese que servisen para coñecer-la dinámica do insecto e exercer un óptimo control forestal sobre a súa incidencia.

Palabras clave: *Hylobius abietis*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, xestión silvícola, incidencia, praga forestal.

1. ABSTRACT

Hylobius abietis is one of the most important forest pests in Europe. Several and important damage can be caused in reforestation, which could drive to plant death. Iberian Peninsula represents the southernmost limit in the natural distribution of the species. In this range, however, there are not enough studies about its incidence as a forest pest, particularly in Galicia where coniferous woodland area is fragmented and reforestation after clear-cutting is not immediate.

21 experimental sites were selected in the province of Pontevedra (southwest of Galicia, Spain). In each of them a subsite was established and pine juveniles of *Pinus pinaster* and *Pinus radiata* were planted within in order to measure damage caused by *H. abietis*. Clear-cut data from the sites were collected and the influence of the abundance, continuity and conifer mass structure from the surroundings in the damage produced by the insect were evaluated by using GIS analyses. Damage produced by the insect was measured by determining the debarked area on the stems of experimental plants across the following months after subsite establishment. Moreover, both damage and abundance of *H. abietis* was estimated in 6 out of those 21 experimental sites mentioned above. From these data the effect of environmental, silvicultural and landscape ecology factors were analyzed for the incidence of the insect by using analysis of variance and regression analysis.

Results show a high variability among sites, with some of them showing severely wounded plants due to insect chewing activity and others with no incidence. Insect showed, however, no preference for any of the pine species used in the study. The date of clear-cut was the factor with strongest effect. The environmental factors of tree cover and altitude showed significant effects for the incidence of the insect. Finally, the abundance and continuity of pine and other conifer masses do not seem to be relevant key factors on the dynamics and incidence of the insect. Together, the experimental scale might be one of the reasons of these partially conclusive results. Making an experimental approach in a larger scale might allow to reveal interesting patterns of the insect dynamics and, hence, providing the tools to focus on an optimum forest management plan to deal with its incidence.

Keywords: *Hylobius abietis*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, forest management, incidence, forest pest.

2. INTRODUCCION

2.1. *Hylobius abietis*: TAXONOMÍA, DISTRIBUCIÓN Y CICLO DE VIDA

El gorgojo del pino (Fig. 1), *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758), es un insecto coleóptero de la familia Curculionidae, subfamilia Molytinae. En estado de imago puede medir entre 7-15 mm de longitud y está provisto de una trompa ligeramente arqueada (rostro) con dos antenas insertadas en su extremo. Presenta un color que va del pardo oscuro al negruzco mientras que el rostro y las patas van del rojo oscuro al pardo negruzco. Sobre la cabeza y los élitros se agrupan escamas de color amarillo formando hileras oblicuas o irregulares y es frecuente la presencia de fémures dentados.

Los adultos de *H. abietis* presentan dimorfismo sexual semejante a otras especies del género, como *H. warreni* (Öhrn *et al.*, 2008). Las hembras tienen los esternitos abdominales generalmente planos y setas paralelas en los segmentos terminales mientras que los machos suelen presentar esternitos cóncavos y setas radiales en el último segmento, facilitando el acoplamiento con la hembra durante la cópula. Además, pueden presentar patrones de actividad diferentes en función del género. Por ejemplo, las hembras podrían alimentarse con mayor frecuencia que los machos para asignar recursos a la producción de huevos (Fedderwitz *et al.*, 2014). Existen varias especies del mismo género, presentando cierta similitud con *Hylobius pinastri*, en la cual, sobre los élitros aparecen sólo dos filas transversales de manchas, en vez de varias filas irregulares.



Figura 1 – Adulto de *Hylobius abietis* alimentándose en una ramita de pino.
Fuente imagen: Santiago Carreño

Hylobius abietis presenta una distribución paleártica (Fig. 2) y es considerado como una de las plagas más destructivas en reforestaciones de coníferas del

norte y del centro de Europa (Leather *et al.*, 1999). Las prácticas de silvicultura intensiva en las masas de coníferas europeas favorecen el desarrollo de esta especie, que alcanza niveles poblacionales muy elevados (Nordlander *et al.*, 2003). *Hylobius abietis* también es abundante en toda la Península Ibérica, aunque aquí se le presta mucha menos atención como plaga forestal. La Península Ibérica supone el límite de distribución mundial por el sur y el oeste. Si no fuera por la actividad antrópica, el insecto mantendría poblaciones naturales mucho menores, asociadas a la apertura de claros tras la caída de ejemplares adultos y la posterior regeneración natural.

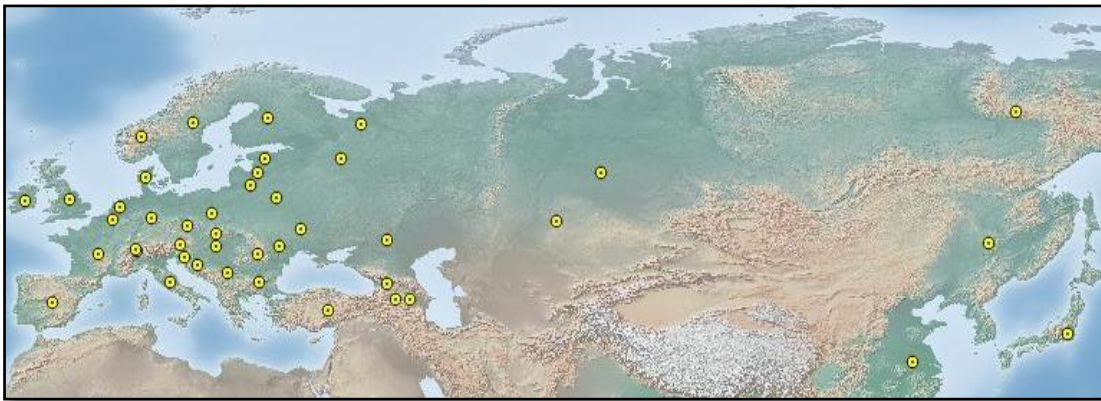


Figura 2 - Mapa de distribución de *Hylobius abietis*. Los puntos amarillos indican presencia del insecto en el país. Fuente mapa: www.plantwise.org
Elaboración propia

El ciclo biológico de este insecto es bastante complejo y puede durar entre 1 y 3 años (Fig. 3). La temperatura es determinante en la duración del ciclo vital hasta el punto de que afecta al voltinismo de los insectos (Leather *et al.*, 1999). Cuando los insectos son sexualmente maduros se dispersan, normalmente entre el final de la primavera y principios de verano en busca de nuevas zonas de cría (Solbreck y Gyldberg, 1979; Tan *et al.*, 2011). Después de una tala de coníferas, los compuestos volátiles emitidos por los tocones y residuos madereros atraen a los insectos de forma masiva a las zonas de regeneración para el desarrollo de su ciclo de vida. Por lo tanto, un rodal maduro de coníferas en el que se ha llevado a cabo una corta a hecho se convierte en un nicho ideal para el insecto y el tamaño de la población de *H. abietis* se incrementa rápidamente durante los primeros años (Nordlander *et al.*, 2003). Para llegar a las cortas, los imagos vuelan largas distancias (>10 km) empleando estímulos olfativos y visuales (Solbreck, 1980), una vez allí proceden a aparearse. Tras esta migración los músculos de vuelo se debilitan y los insectos permanecen en el suelo el resto de la temporada (Langström, 1982; Nordenhem, 1989; Örlander *et al.*, 1997; Björklund, 2004).

Una vez transcurrido el periodo de hibernación enterrados en el suelo, las hembras ponen los huevos sobre las raíces de los tocones y bajo el suelo circundante (Nordlander *et al.*, 1997) en los árboles enfermos o recién talados. Las larvas eclosionan a las 2 ó 3 semanas de haberse efectuado la puesta y se alimentan del floema, excavando galerías en las raíces. Es aquí donde pasan la mayor parte de su ciclo vital (Leather *et al.*, 1999). Cuando se ha completado el desarrollo larvario entran en fase de pupa. Esta fase la realizan en cámaras bajo la corteza de las raíces. Pasadas otras 2 ó 3 semanas, el insecto ya es adulto y abandona la cámara de pupación perforando la corteza. Dependiendo del clima local y del estado de las raíces colonizadas, la emergencia del adulto puede posponerse más de 2 años (Bejer-Petersen *et al.*, 1962; Bakke y Lekander, 1965; Bejer-Petersen, 1975; Moore *et al.*, 2004). Debido a su longevidad y las nuevas generaciones que se forman, una población de estos insectos puede permanecer en un mismo lugar de 2 a 4 años tras la corta final (Nordenhem, 1989; Örlander *et al.*, 1997). Al emerger de las cámaras de pupación los ejemplares inmaduros no tienen capacidad de volar, por lo que se alimentarán hasta desarrollar sus músculos de vuelo y alcanzar la madurez sexual (Nordenhem, 1989; Örlander *et al.*, 2000). Las plántulas recientemente plantadas en parcelas cortadas hace poco proporcionan el alimento necesario para los insectos que acaban de emerger. De tal manera que, consumiendo su fina corteza y el floema, satisfacen sus necesidades alimenticias, tanto premigratorias como postmigratorias (Hansen *et al.*, 2005).

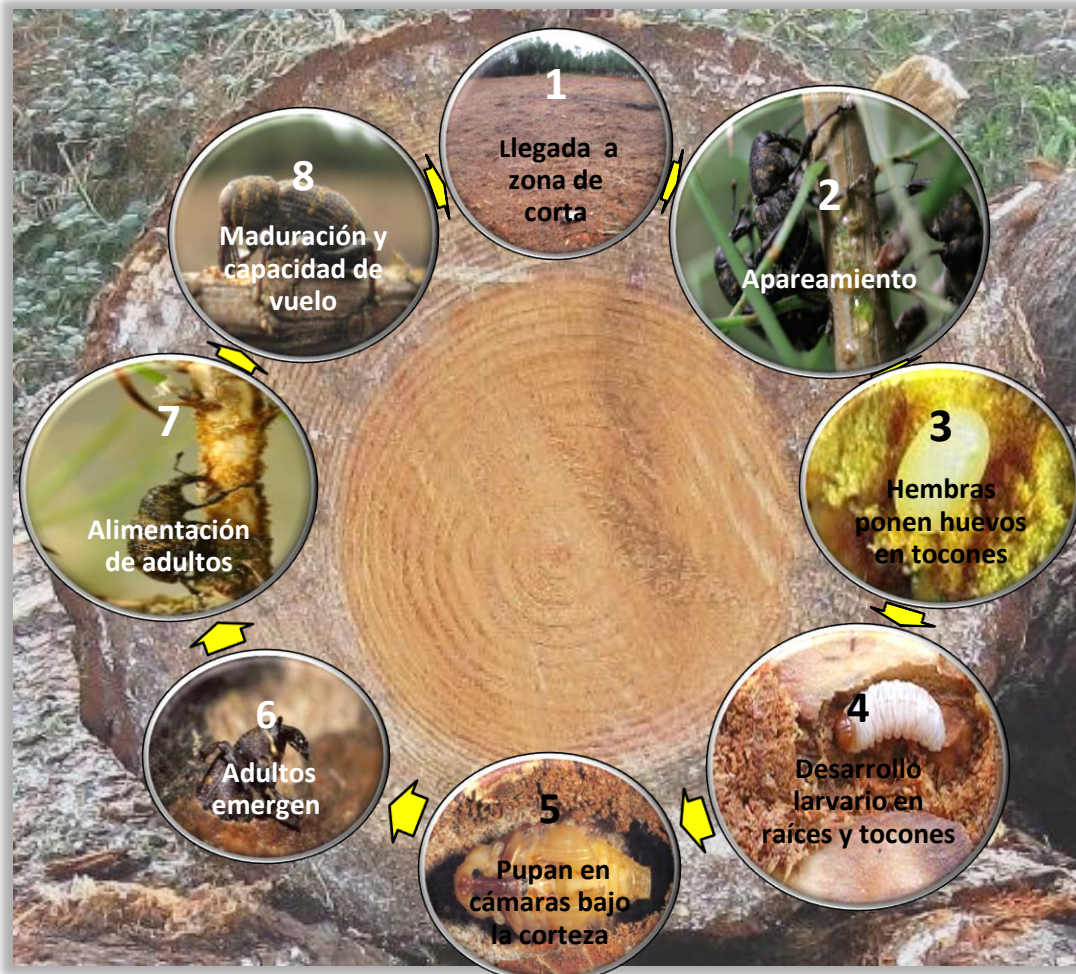


Figura 3 - Ciclo biológico de *Hylobius abietis*. Elaboración propia. Fotos 1 y 8: Santiago Carreño. Foto 2: Dpto. Xenética e Ecoloxía Forestal da Misión Biolóxica. Fotos 3, 4, 5 y 6: diversas fuentes en internet. Foto 7: Forestry Comission, UK.

El ciclo de vida de este insecto ha sido estudiado desde hace muchos años con detalle en el norte de Europa dónde las masas de coníferas ocupan grandes extensiones y la gestión forestal intensiva facilita que haya poblaciones muy notables del insecto (Nordlander *et al.*, 2011).

A pesar de ser considerado una potencial plaga silvícola, no existe, sin embargo, información detallada sobre cómo las condiciones ambientales del sur de Europa podrían modificar el esquema del ciclo biológico del insecto. Se sabe, no obstante, que el clima tiene el potencial de alterar la distribución, abundancia y el impacto de las plagas forestales (Ayres y Lombardero, 2000; Pinkard *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2011, Evans *et al.*, 2011).

Siendo el clima tan diferente entre el norte de Europa y la Península Ibérica, es de esperar que existan notables diferencias en el ciclo de vida de este insecto. Por lo tanto, para conocer su comportamiento en otras condiciones se necesitan estudios más detallados.

2.2. PLAGA SILVÍCOLA: DAÑOS

H. abietis se considera un insecto polífago con una clara preferencia hacia los bosques de coníferas, aunque hay estudios que demuestran que se puede llegar a alimentar de frondosas aún en presencia de plántulas de coníferas (Toivonen y Viiri, 2006). Pero realmente son las plantaciones de coníferas las que están en mayor peligro allí dónde las prácticas silvícolas llevan consigo cortas a hecho y posterior regeneración (Fig. 4).



Figura 4 – Las cortas a hecho de *Pinus pinaster* es un nicho ideal para la agregación, cópula y ovoposición de *H. abietis*. Fuente imagen: Santiago Carreño.

El insecto se alimenta del floema y, aunque se alimenta también en árboles adultos, los mayores daños se producen en plántulas, llegando a producirles la muerte por anillamiento (Fig. 5). En una repoblación, o regenerado natural, el riesgo de anillamiento de las plántulas depende, no solo del hábito alimenticio, sino también del tamaño de la plántula (Lekander y Söderstrom, 1969; Eidmann, 1969; Sealander, 1993; Kohmann, 1995; Örlander y Nilsson, 1999; Thorsén *et al.*, 2001)

Son diversos factores los que influyen en la necesidad alimentaria y nivel de daño en los pinos, incluyendo el tamaño del insecto (Wainhouse, 2004), la etapa reproductiva en que se encuentre (Bylund *et al.*, 2004), el tamaño de la planta (Edimann, 1969; Sealander, 1993; Örlander y Nilsson, 1999; Thorsén *et al.*, 2001), el método de producción de plántulas en vivero (Sealander, 1993; von Sydow, 1997) y la concentración de nitrógeno (Wainhouse *et al.*, 2004) y defensas químicas (Sampedro *et al.*, 2011; Moreira *et al.*, 2013; Zas *et al.*, 2014) de las mismas.



Figura 5 – Plántulas de pino dañadas por Hylobius abietis. A la izquierda una planta viva pero con el tallo totalmente mordido por el insecto alrededor de toda la circunferencia provocando el anillamiento del tallo. A la derecha una planta muerta por la misma causa. Fuente imágenes: Santiago Carreño.

H. abietis causa también alteraciones en el crecimiento de las plantas y deformación del tallo (Sampedro *et al.*, 2011). Pero el daño más importante es la elevada mortalidad de las plántulas que puede llegar al 60-80 % (Pettersson y Örlander, 2003) si no se toman medidas preventivas (Orlander y Norlander, 2003). Un daño adicional indirecto es que este insecto actúa como un vector del hongo *Leptographium procerum* Kendr. (Ophiostomatales: Ophiostomataceae) (Piou, 1993).

Como se ha comentado con anterioridad, la escasez de estudios del insecto en la España ofrece una visión sesgada de la importancia que puede llegar a tener esta plaga silvícola, especialmente en Galicia dónde la superficie arbolada de coníferas y la reforestación tras cortas a hecho es tan abundante.

2.3. MÉTODOS DE CONTROL

Aunque todavía no se ha encontrado un método definitivo, en el norte de Europa se realizan verdaderos esfuerzos para combatir esta plaga. Entre las

prácticas preventivas que han mostrado eficacia reduciendo el daño se incluyen el retraso en la plantación, la escarificación del suelo (Häggström, 1958; Söderström, 1974; von Sydow, 1997; Örlander y Nilsson, 1999), dejar cierta densidad de árboles tras la corta final, barreras alimenticias de carácter físico, control de la vegetación y plantación sobre suelo mineral, aplicación de insecticidas (von Sydow, 1997; Petersson y Örlander, 2003), mejora genética de la resistencia de las plántulas al insecto (Zas *et al.*, 2005), potenciación de resistencia de plántulas mediante la activación de defensas inducidas (Zas *et al.*, 2014), control biológico mediado por hormigas (Maňák *et al.*, 2013), o nematodos (Dillon *et al.*, 2007) (Tabla 1).

Aunque la mortalidad puede ser reducida drásticamente compaginando algunos de estos métodos de silvicultura preventiva, conviene considerar no obstante, el coste de los mismos, así como los impactos negativos que pueden producir algunas de estas prácticas, como la escarificación del suelo y el uso de insecticidas.

Tabla 1 - Medidas de control sobre *Hylobius abietis*

Medida de control	Modo de acción	Observaciones
Escarificación del suelo	<i>H. abietis</i> muestra dificultad para desplazarse sobre suelo mineral desnudo	Efecto temporal en la compactación del suelo
Mantener cierta densidad de árboles tras la corta	La presencia de árboles adultos remanentes supone una fuente alternativa de alimento disminuyendo la incidencia en las plántulas	Es una práctica habitual en los países nórdicos
Barreras alimenticias	Se persigue dificultar los hábitos alimenticios del insecto, por ejemplo: protecciones alrededor del pie y la corteza del tallo.	Uso frecuente en Suecia
Control de la vegetación	Muchos insectos pasan parte de su ciclo vital inactivos refugiados en la vegetación	Pérdida de biodiversidad
Insecticidas	El empleo de fitosanitarios está contrastado por su efectividad pero causa otros impactos y grandes daños colaterales	Su uso está restringido por su impacto contaminante de agua, aire y suelo
Defensas inducidas	De forma natural, las plantas atacadas incrementan la síntesis de defensas. La aplicación de productos químicos elicítadores de estas respuestas defensivas, como fitohormonas, está mostrando resultados muy positivos	Estos tratamientos pueden tener efectos secundarios como una reducción inicial del crecimiento
Mejora genética	Existe una gran variabilidad genética en la	Las técnicas de

Medida de control	Modo de acción	Observaciones
	resistencia a este insecto, lo que posibilita la selección y mejora de genotipos resistentes.	mejora genética son lentas y costosas.
Cobertura y tratamiento sobre el suelo	Suelos arenosos y con la aplicación de pendientes mediante microtopografías reducen las mordeduras por la mayor dificultad del insecto para desplazarse.	
Control biológico	Se ha experimentado con determinadas especies de hormigas y escarabajos en las zonas de plantación que potencialmente pueden depredar sobre <i>H. abietis</i> . También el empleo de nematodos parásitos resulta efectivo, así como hongos y avispas que también parasitan sobre el gorgojo del pino.	

2.4. EL AMBIENTE FORESTAL EN EL SUR DE GALICIA

Según datos del 4º Inventario Forestal Nacional casi el 70% de la superficie total de la comunidad autónoma de Galicia es considerado como de uso forestal. La superficie forestal arbolada (considerada aquella cuya Fracción de Cobertura Cubierta o FCC \geq 10%) supone a su vez, el 70% de la superficie forestal (Cuarto Inventario Forestal Nacional) (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los usos del suelo en la Comunidad Autónoma de Galicia

Uso forestal	Superficie (ha)
Monte arbolado FCC \geq 20%	1.387.961
Monte arbolado ralo FCC \geq 10-19%	27.988
Talas	8.143
Monte desarbolado	606.586
No forestal	926.766
Total Galicia	2.957.444

La superficie forestal arbolada representa el 47% de la totalidad de la Comunidad Autónoma y genera una alta producción de madera, cercana al 45% de la producción nacional española.

Entre las principales formaciones arboladas de la provincia de Pontevedra destacan las masas de frondosas nativas, las plantaciones de eucaliptos y las de coníferas, fundamentalmente pinares de las especies *P. pinaster* y *P. radiata* (Tabla 3). En particular, en la provincia de Pontevedra, predominan las

plantaciones de eucalipto y las masas de *P. pinaster*, en muchas ocasiones mezcladas con otras especies (Fig. 6 y 7). Las masas de pinar de esta provincia muestran una distribución muy fragmentada con multitud de rodales de muy pequeño tamaño y escasa continuidad.

Tabla 3. Superficie de pinares de *Pinus pinaster* y *P. radiata* en Galicia

<i>Pinus pinaster</i>	
Provincia	Superficie (ha)
A Coruña	70.216
Lugo	32.106
Ourense	57.677
Pontevedra	57.280
Total Galicia	217.281
<i>Pinus radiata</i>	
Provincia	Superficie (ha)
A Coruña	24.477
Lugo	65.664
Pontevedra	6.034
Total Galicia	96.177

Los pinares de *Pinus pinaster* son, de hecho, la segunda formación en orden de importancia de la comunidad, ocupando el 15% de la superficie arbolada (IFN4). Por otro lado, las plantaciones de *Pinus radiata* se han ido incrementando a lo largo de los últimos años. Actualmente están presentes principalmente en la provincia de Lugo y el total en la comunidad supone el 7% de la superficie forestal arbolada.

Otras especies de coníferas destacables en el sector forestal pero con casi nula presencia en la provincia de Pontevedra son el pino albar o *Pinus sylvestris* y de manera más residual el llamado abeto Douglas o *Pseudotsuga menziesii*.

La gran mayoría de los montes y terrenos forestales de la Comunidad Autónoma de Galicia son de propiedad privada (99%), siendo el 66% de titularidad particular y el 33% son montes vecinales. Además, hay que tener en cuenta que dentro de las propiedades particulares existe un elevadísimo nivel de minifundio, condicionando considerablemente la gestión forestal y las técnicas de silvicultura aplicadas.

Como se ha visto, *P. pinaster*, es la conífera más empleada en el sector forestal gallego y en particular en la provincia de Pontevedra. El destino de la madera puede ir desde la trituración para tablero hasta madera para aserrado,

pero el uso más común es el de un producto de poca calidad, principalmente para su empleo en construcción y fabricación de palés. En muchos casos el propietario forestal de parcelas privadas pequeñas obtiene ingresos realizando entresacas, pero una silvicultura más acertada pasa por otro tipo de cuidados silvícolas como clareos, podas, claras y corta final de madera de calidad. No obstante, la intensidad de la silvicultura media aplicada es por lo general muy baja. La regeneración puede ser de tipo natural o artificial, y en este último caso suele retrasarse varios años después de la corta final.

El producto final en las plantaciones de *Pinus radiata* en Galicia es la obtención de madera de calidad para sierra y desenrollo. Para obtener una madera de calidad se deben seguir determinados trabajos culturales en función de la calidad de estación. Los tratamientos silvícolas consisten en desbroces, clareo, poda y clara antes de la corta final. El tamaño de las propiedades forestales no siempre permite realizar este tipo de tratamientos por no ser rentable para el silvicultor o propietario forestal. Entre los cuidados silvícolas, tras una corta final, suele aplicarse el tratamiento de los restos de corta.

Dentro de su propuesta final, las directrices del Plan Forestal de Galicia prevén aumentar la superficie arbolada con especies de coníferas de producción como *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus radiata*.

Cabe destacar tras todo lo expuesto, el potencial de la provincia de Pontevedra como área de estudio para el presente trabajo.

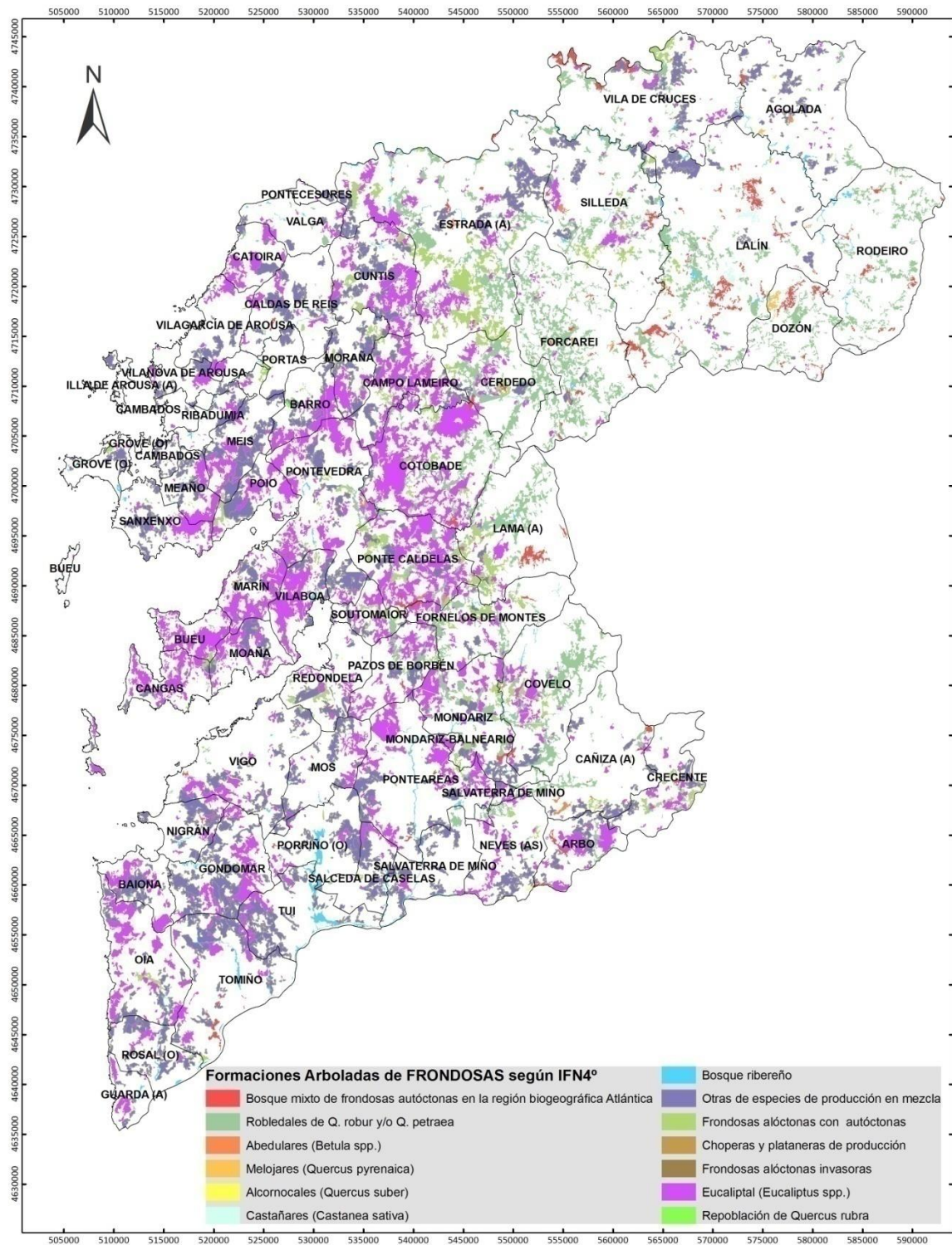


Figura 6 - Principales formaciones de frondosas en la provincia de Pontevedra:
Fuente: Cuarto Inventario forestal Nacional para la Provincia de Pontevedra.
Elaboración propia

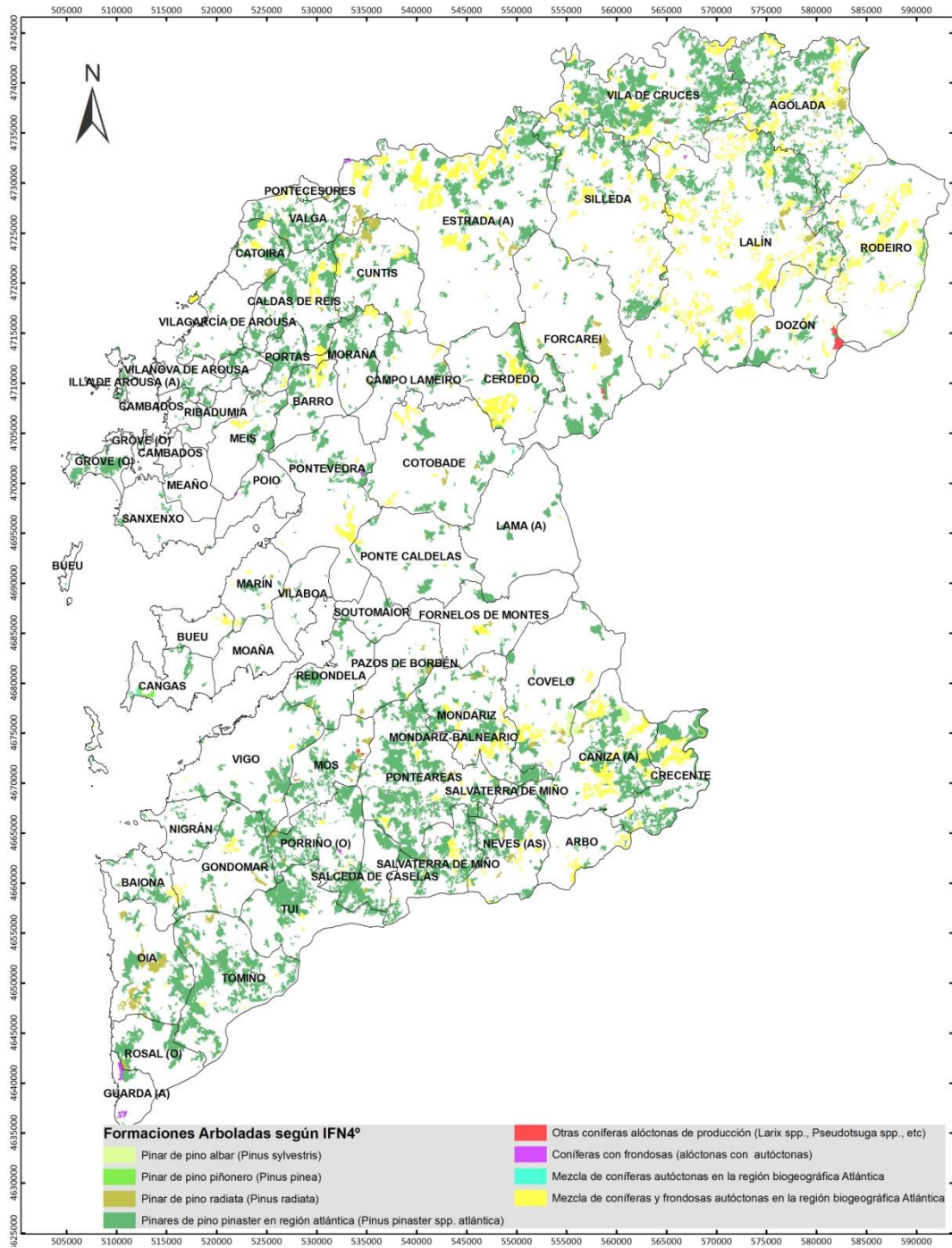


Figura 7 - Principales formaciones de coníferas en la provincia de Pontevedra.
Fuente: Cuarto Inventario forestal Nacional para la Provincia de Pontevedra.
Elaboración propia

2.5. *Hylobius abietis* EN GALICIA

Las poblaciones de *H.abietis* de Galicia suponen el límite sur y oeste de la distribución mundial de este insecto, lo cual podría condicionar la dinámica del insecto como plaga forestal respecto a las poblaciones del norte y centro de Europa.

No existen, sin embargo, datos ni estudios suficientes para poder valorar formalmente el daño que podría causar esta especie en Galicia. La mayor parte de los daños causados por *H. abietis* han sido estudiados en *Picea abies* y *P. sylvestris* (Orlander and Nilsson, 1999; Orlander *et al.*, 2000). Los diferentes estudios publicados a nivel de la comunidad autónoma de Galicia sí sugieren que este insecto puede llegar a provocar importantes daños en las repoblaciones de coníferas en nuestra comunidad. Entre ellos, destacan aquellos experimentos realizados con las especies de coníferas de mayor interés desde el punto de vista del sector forestal gallego. Los resultados de estos trabajos indican:

1. *P. pinaster* y *P. radiata* forman parte del grupo de especies de las que se alimenta *H. abietis* (Sampedro *et al.*, 2009), sufriendo daños que llegan a ser comparables a los observados en *P. sylvestris* y *P. abies* en el norte de Europa (Zas *et al.*, 2014). Algunos resultados sugieren que *P. pinaster* muestra un efecto compensatorio en su crecimiento años después del ataque del insecto, indicando una relativa tolerancia al mismo.
2. En este sentido, la aplicación de metil-jasmonato en plántulas procedentes de vivero, antes del establecimiento en campo, ha conllevado a una reducción en los daños causados por *H. abietis* en plántulas de diferentes especies (Moreira *et al.*, 2009, 2013) y en condiciones reales de campo por al menos dos temporadas de crecimiento tras la aplicación del mismo (Zas *et al.*, 2014).
3. La intensidad del daño causado por *H. abietis* en plantas fertilizadas es superior que en aquellas que no lo han sido, recomendándose no fertilizar o retrasar la fertilización como medidas de control contra el gorgojo del pino (Zas *et al.*, 2006).
4. Otros estudios llevados a cabo en Galicia sobre *H. abietis*, cuantificaron la variación genética entre familias de *P. pinaster* en la resistencia a este insecto (Zas *et al.*, 2005). Los resultados indican que la resistencia puede ser un interesante criterio de selección en el Programa de Mejora Genética de *P. pinaster* en Galicia.

3. JUSTIFICACION, HIPOTESIS Y OBJETIVOS

En Galicia, *Pinus pinaster* es la principal especie de coníferas empleada en repoblaciones de masas forestales. Como ya se ha comentado con anterioridad, algunos resultados y prospecciones previas indican que los daños de *H. abietis* en esta especie llegan a ser similares, o incluso mayores a los observados en el norte de Europa (Zas *et al.*, 2014). A pesar de ello, los gestores del sector y los responsables de sanidad forestal de Galicia no se muestran especialmente preocupados por esta dañina plaga forestal.

Son varias las posibles explicaciones a esta aparente incongruencia. Entre ellas destacamos las siguientes:

1. Las poblaciones de *H. abietis* de Galicia suponen el límite sur y oeste de la distribución mundial de este insecto y pueden tener comportamientos diferentes a los del norte y centro de Europa, lo cual podría condicionar la dinámica del insecto como plaga forestal.
2. Mayor tolerancia de las especies de pino plantadas en Galicia (*P. pinaster* y *P. radiata*) gracias a un mayor crecimiento en la fase juvenil y, por tanto, al rápido escape al anillamiento de las plántulas jóvenes (Zas *et al.*, 2011).
3. Poblaciones menos abundantes y con distribuciones más fragmentadas de *H. abietis* como consecuencia de la discontinuidad de masas forestales de coníferas, favoreciendo que sea menos probable la infestación de una zona de corta.
4. Escasa intensidad y dinámica silvícola en Galicia. La gestión de buena parte de las masas de coníferas de Galicia se basa en regeneración natural, donde la densidad del regenerado es normalmente muy elevada y en general no se hace ningún seguimiento del daño y supervivencia del mismo. Alternativamente, cuando la gestión se basa en regeneración artificial tras la corta, probablemente no es frecuente plantar pinos en menos de dos años tras la corta. Con este retraso, las poblaciones de *H. abietis* serían mucho más reducidas y los daños, por tanto, menos problemáticos.

En el presente proyecto se pretende cuantificar el potencial de *H. abietis* como plaga forestal en el sur de Galicia y explorar hasta qué punto las últimas dos ideas (discontinuidad de masas y escasa intensidad de la silvicultura aplicada) explican la aparente escasa relevancia de este insecto como plaga en nuestra comunidad.

Los objetivos particulares que se persiguen son los siguientes:

1. Cuantificar la abundancia y el grado de incidencia de *Hylobius abietis* en zonas de corta de coníferas de distinta antigüedad en la provincia de Pontevedra.
2. Valorar en qué medida el daño causado por *Hylobius abietis* varía en función de factores relacionados con la gestión silvícola aplicada y factores ambientales o climáticos, y en particular con la proximidad a la fecha de corta y de plantación.
3. Valorar hasta qué punto la composición y estructura del bosque a escala de paisaje alrededor de la zona de corta influye sobre la incidencia del insecto.

4. METODOLOGIA

Para el presente proyecto se seleccionaron un total de 21 parcelas de corta. En cada una de las zonas de corta se estableció una parcela de seguimiento, en la que se plantaron juveniles de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* para valorar los daños causados por *H. abietis*. Una vez establecida la parcela de seguimiento se tomaron datos sobre la masa cortada (superficie de la parcela, fecha de corta, área basimétrica, datos climáticos, etc.) y se caracterizó el ambiente forestal a escala de paisaje en el que se ubicaba cada parcela (abundancia y estructura de las masas de coníferas circundantes) mediante una aproximación SIG (Sistemas de Información Geográfica). 2, 3.5, 5 y 6.5 meses después del establecimiento de las parcelas de seguimiento se evaluó el daño causado por el insecto determinando el área mordida en los tallos de las plántulas experimentales, analizándose el efecto de los distintos factores ambientales, silvícolas y de ecología de paisaje sobre la incidencia del insecto mediante análisis de varianza y regresión.

Por otro lado, en 6 de las 21 parcelas anteriores se realizó un seguimiento intensivo, con una frecuencia de evaluación del daño semanal. En estas parcelas se estimó, además, la abundancia de *H. abietis* mediante la instalación de trampas cebadas con atrayentes químicos.

4.1. SITIOS DE ENSAYO

La selección de los sitios de ensayo se realizó en base a los datos de cortas recientes (2013-2016) de masas de pinar en la provincia de Pontevedra, facilitados por el Servicio de Montes de la Xunta de Galicia y mediante el contacto directo con representantes de las Comunidades de Montes.

Se buscaban parcelas que cumplieran con las siguientes características:

- a. Tipo de corta: corta final a hecho o matarrasa.
- b. Superficie de la parcela de corta mayor de 1 ha.
- c. Fecha de la corta: entre septiembre del 2013 y enero del 2016.
- d. Especie cortada: *Pinus pinaster* o *Pinus radiata*.



Figura 8 – Aspecto de una de las parcelas de corta finalmente seleccionada como sitio de ensayo (Parcela de San clemente - Municipio de Caldas de Reis). Fuente imagen: Santiago Carreño

Una vez establecido el contacto con las Comunidades de Montes se preseleccionaron una serie de parcelas y se realizó una primera visita de campo para verificar si la parcela era válida para los objetivos de este trabajo. Se buscaba cubrir el mayor rango posible de condiciones ambientales y silvícolas. Finalmente se seleccionaron un total de 21 parcelas cuyas características básicas se muestran en la Tabla 4.

Las parcelas seleccionadas se distribuyen a lo largo de toda la provincia de Pontevedra (Fig. 9).

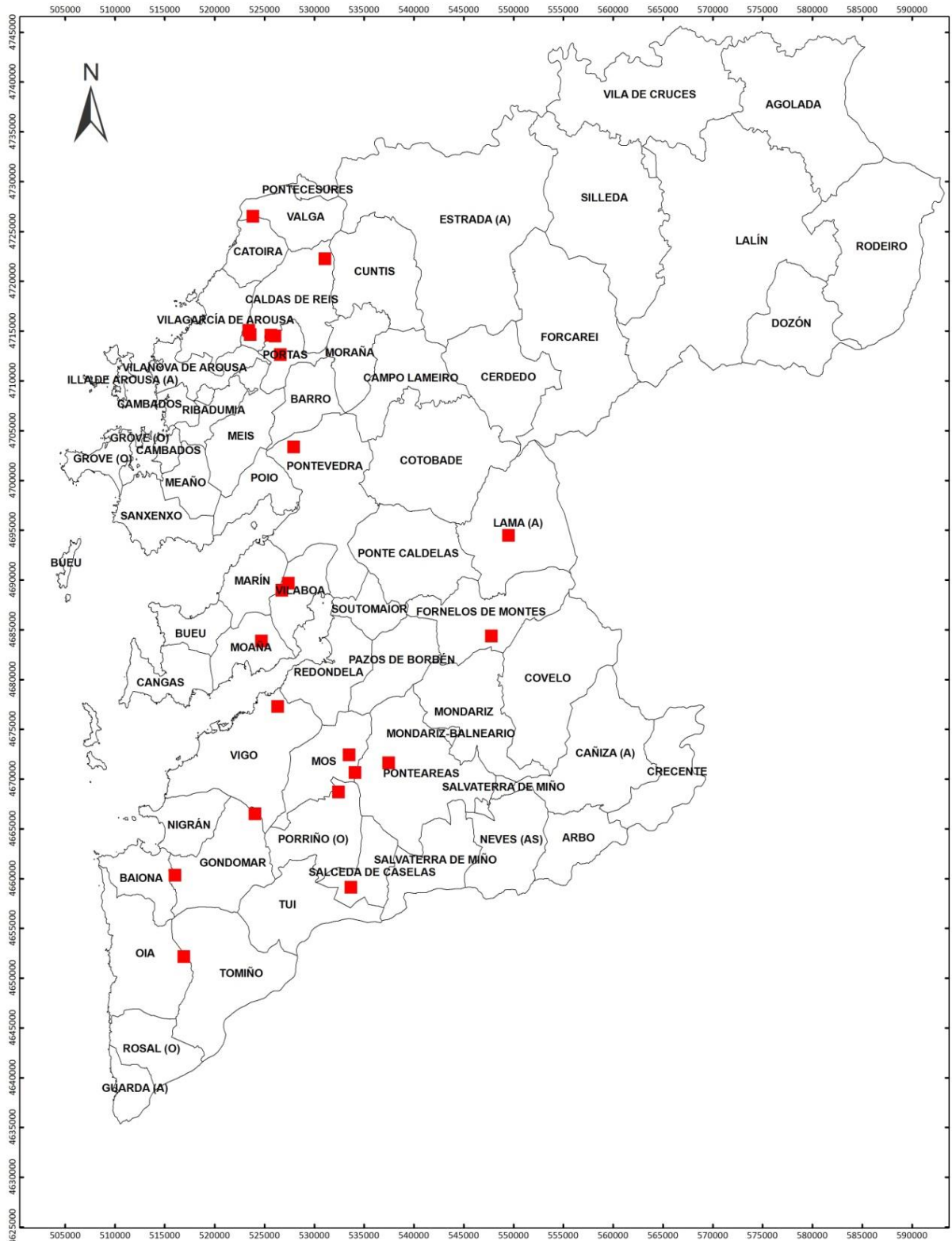


Figura 9 - Situación de las 21 parcelas de corta o sitios de ensayo en la provincia de Pontevedra. Fuente mapa: Santiago Carreño

Tabla 4 - Datos básicos de los 21 sitios de ensayo.

MVMC	CONCELLO	ALTITUD	FECHA CORTA	SP	DIÁMETRO MEDIO (cm)	ÁREA BASIMÉTRICA (m ² /ha)	ÁREA PARCELA (m ²)
Cordeiro	Valga	60	jul-15	<i>P.p.</i>	29	45	14614
Santa Cristina	Vilaboa	515	oct-15	<i>P.p.</i>	32	16	20362
Outeiro	Portas	130	sep-15	<i>P.p.</i>	40	68	17985
Lantaño 1	Portas	45	sep-13	<i>P.p.</i>	43	40	117384
Lantaño 2	Portas	20	oct-14	<i>P.p.</i>	38	42	6121
Teis	Vigo	235	may-15	<i>P.p.</i>	58	64	12737
Godos 1	Caldas de Reis	160	jul-15	<i>P.p.</i>	37	39	10085
Godos 2	Caldas de Reis	130	sep-13	<i>P.p.</i>	46	46	58296
Domaio	Moaña	390	mar-15	<i>P.p.</i>	27	35	31263
Mos 1	Mos	210	dic-15	<i>P.p.</i>	43	62	36661
Xinzo	Ponteareas	200	abr-15	<i>P.p.</i>	39	41	27756
San Clemente	Caldas de Reis	220	nov-15	<i>P.p.</i>	42	55	28236
Borreiros	Gondomar	115	mar-15	<i>P.p.</i>	47	44	14069
Vincios	Gondomar	365	abr-15	<i>P.p.</i>	47	42	20077
Burgueira	Oia	350	oct-15	<i>P.p.</i>	27	42	22804
Campaño	Pontevedra	115	oct-14	<i>P.p.</i>	26	41	32861
Mos 2	Mos	350	mar-14	<i>P.p.</i>	41	42	37349
Ventín	Fornelos de Montes	685	ene-16	<i>P.r.</i>	71	72	19457
Porriño	Porriño	190	mar-15	<i>P.p.</i>	47	61	9002
Soutelo	Salceda de Caselas	130	feb-15	<i>P.p.</i>	33	38	17748
Vilaboa	Vilaboa	435	oct-15	<i>P.r.</i>	34	48	22907

MVMC: monte vecinal/mancomunidad

SP: especie. *P.p.* = *P. pinaster*, *P.r.* = *P. radiata*

4.2. PARCELAS DE MUESTREO

En cada una de las 21 parcelas de corta se estableció una parcela de muestreo cuadrada de 20 x 20 m (Fig. 10), situada aproximadamente en el centro de la zona de corta.



Figura 10 – Replanteo de una de las parcelas de muestreo (Parcela de Godos 2). Fuente imagen: Santiago Carreño

Cada parcela de muestreo se dividió en cuatro cuadrantes, plantándose en el centro de cada uno de ellos 5 plantas de *P. pinaster* y 5 de *P. radiata* (Fig. 11). Las plantas experimentales se adquirieron en el vivero de Norfor de Figueirido (Pontevedra), plantas de 1 savia cultivadas en contenedores PLASNOR de 150 cm³. Las procedencias utilizadas fueron Macizo Central Francés para *P. pinaster* y Astur-Cantábrica para *P. radiata*, ambas de uso común en reforestación en la zona.

En cada parcela se plantaron un total de 40 plántulas: 20 de *P. pinaster* y 20 de *P. radiata*. En cada cuadrante, se plantaron 10 plántulas alternándolas por especie en dos filas de 5 plántulas cada una (Fig. 11). Mediante el empleo de un hierro de plantar se realizaron agujeros en los que se fueron introduciendo las plántulas, aplastando después la tierra alrededor para minimizar los huecos de aire.

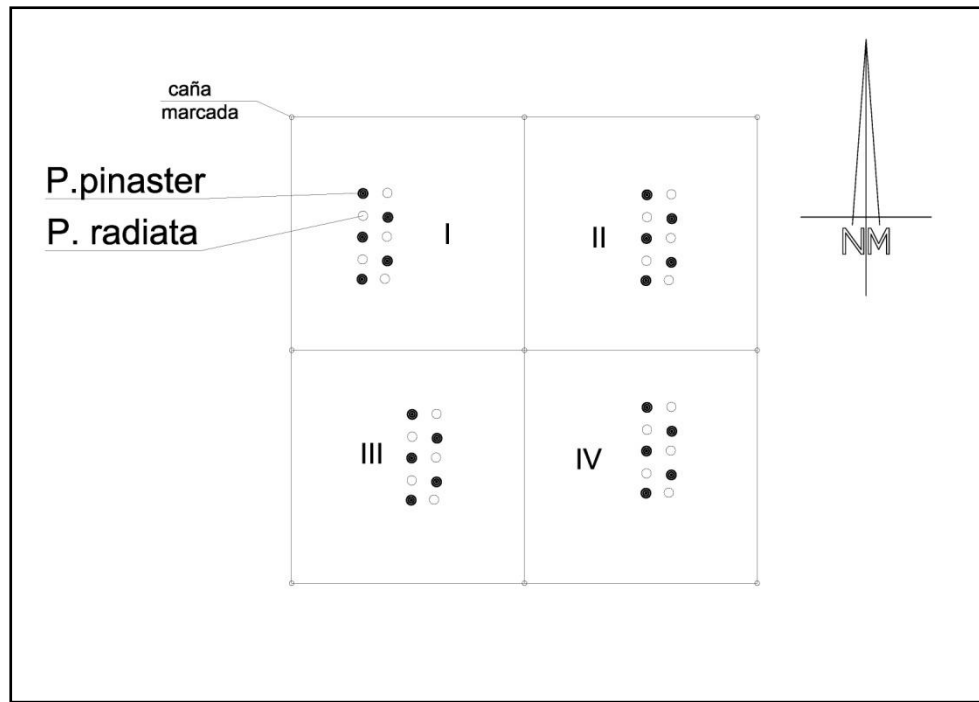


Figura 11 – Esquema de una parcela de muestreo mostrando los cuadrantes (números romanos) y la distribución de las plántulas experimentales (círculos blancos (*P. radiata*) y negros (*P. pinaster*)). Fuente imagen: Santiago Carreño

Todas las parcelas se orientaron con los cuadrantes I y II y las filas de plántulas orientadas hacia el Norte, identificándose la esquina NE de cada parcela con una etiqueta identificativa. Esto permitió identificar unívocamente cada planta experimental, a la que se asignó un número identificativo (ID) del 1 al 40.

Los datos que se anotaron en el momento del establecimiento de las parcelas fueron los siguientes:

- Número de parcela, nombre, municipio y coordenadas.
- Orientación, pendiente y altitud.
- Superficie de la parcela de corta. Para su determinación se realizó el levantamiento del perímetro del rodal de corta con un dispositivo GPS.
- Cobertura arbórea: porcentaje de cobertura ocupada por árboles remanentes en la zona de corta, estimada de forma visual (0, 10, 25%).
- Cobertura vegetal: porcentaje de cobertura ocupado por el estrato herbáceo y arbustivo (Baja (<30%), Media (30-60%), Alta (>60%).
- Diámetro de todos los tocones de la parcela de muestreo.

En cada parcela de muestreo también se instaló un dispositivo (HOBO©, Onset Computer Corporation) para registrar datos de temperatura y luz a lo largo de todo el período experimental con una frecuencia de dos horas.

4.3. PARCELAS DE SEGUIMIENTO INTENSIVO

Por otro lado, en 6 de las 21 parcelas anteriores se colocaron trampas de capturas de *H. abietis* para valorar la abundancia de adultos de este insecto. Las trampas utilizadas fueron como las descritas en Nordlander *et al.* (1987) con modificaciones. Básicamente consistieron en botes de plástico de 1L con tapa de embudo enterrados a ras de suelo (Fig. 12) en los que se introdujo una hoja de papel de cocina doblado y empapado con trementina y etanol (1:1 vol:vol), ramitas recién cortadas de pino y un tubo de plástico de 1.5 ml con algodón empapado en agua para permitir comer y beber a los insectos capturados. La esencia de trementina mezclada con etanol simula los aromas que desprenden los tocones recién cortados y se ha mostrado como un atrayente eficaz de *H. abietis* (Moreira *et al.*, 2008). El contenido de las trampas se repuso semanalmente a lo largo de todo el período experimental.



Figura 12 – Detalle de trampas cebadas con atrayente mostrando el contenido de las mismas (A) y la colocación de las trampas enterradas en el suelo (B).

Estas trampas se colocaron a una distancia de 10 m de cada lado de la parcela de muestreo siguiendo la dirección de los ejes centrales de la parcela (Fig. 13).

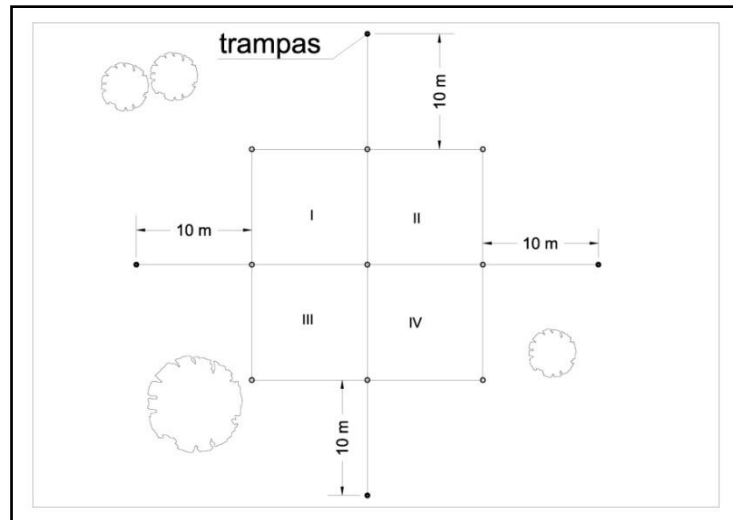


Figura 13 - Disposición de las trampas de capturas de *H. abietis* en las parcelas de seguimiento intensivo.

4.4. SEGUIMIENTO, CAPTURAS Y EVALUACIONES

Para evaluar la incidencia de *H. abietis* sobre las plántulas experimentales de los 21 sitios de ensayo se realizaron cuatro campañas de evaluación, con una periodicidad de aproximadamente un mes y medio entre cada salida (2, 3.5, 5 y 6.5 meses después del establecimiento de las parcelas de muestreo). En cada salida se evaluaron las mordeduras causadas por *H. abietis* sobre las plantas experimentales.

Las mordeduras se evaluaron estimando el porcentaje del área mordida en el tallo con ayuda de una regla y dividiendo los tallos en tres partes (parte inferior del tallo, parte media y zona apical). En cada uno de estos tres tramos se evaluó el daño causado por el insecto de forma subjetiva empleando la siguiente escala numérica de cinco niveles (Fig. 14):

- 0 = 0 % o ninguna mordedura
- 1 = Mordeduras ocupando 0–25 % de la superficie del tramo del tallo
- 2 = Mordeduras ocupando 26-50 %,
- 3 = Mordeduras ocupando 51-75 %
- 4 = Mordeduras ocupando 76-100 %)



Figura 14 – Detalle de la escala de evaluación de mordeduras. Esta escala (0-4) fue evaluada en el tercio inferior, medio y superior del tallo, siendo la evaluación final de la planta la suma de estos tres valores (escala 0-12).

Por otro lado se anotó si la planta estaba anillada por *H. abietis* y si continuaba viva o muerta mediante variables binomiales: Anillada =SI/NO; Viva= SI/NO.

Además de la evaluación de las mordeduras, datos de anillamiento y muerte de la plántula, en cada campaña de muestreo se anotaron otras observaciones, como por ejemplo, mordeduras de otros animales como corzos caballos o conejos, aplastamientos, desaparición de plántulas, etc. Estas plantas dañadas o perdidas fueron excluidas de los análisis. No obstante, en el primero de los muestreos se tomó nota de aquellas plántulas que no sobrevivieron tras la plantación o que fueron sustraídas de la parcela. Estas plantas fueron sustituidas por otras nuevas. En las 6 parcelas de seguimiento intensivo, la evaluación de las mordeduras se realizó con una periodicidad de quince días, siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente. A su vez, se hizo una visita semanal en la que se revisaron las trampas, anotándose el número de *Hylobius abietis* en cada trampa.

4.5. ECOLOGÍA DEL PAISAJE

Con el fin de analizar hasta qué punto la abundancia e incidencia de *H. abietis* puede estar influenciada por la abundancia, continuidad y estructura de las masas de coníferas que rodean a la parcela de corta, se realizó un análisis de ecología del paisaje implementando una aplicación SIG utilizando datos espaciales del IV Inventario Forestal Nacional (IFN4) para Galicia.

Teniendo en cuenta que los imagos vuelan largas distancias (>10 km) en búsqueda de un hábitat adecuado (Solbreck, 1980) el análisis se realizó mediante el empleo de radios de influencia o *buffers* de hasta 10 km para cuantificar la abundancia de masas de pino y/o coníferas alrededor de las parcelas de corta. La intersección de estos radios de influencia con el teselado del IFN4 permitió estimar la superficie de pinar/coníferas de distintas clases naturales de edad que rodea a cada parcela. El análisis se realizó para radios de influencia de dimensión creciente (500, 1000, 2000, 5000, y 10000 m), considerando sólo la superficie ocupada por *P. pinaster* (la conífera más abundante en la provincia de Pontevedra) o todas las coníferas posibles (Tabla 6).

Tabla 6 – Especies de coníferas en el área de estudio

Nombre	Nombre común
<i>Pinus pinaster</i>	Pino marítimo
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	Ciprés de Lawson
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Abeto de Douglas
<i>Pinus sylvestris</i>	Pino albar
<i>Pinus radiata</i>	Pino insigne
Otras coníferas	Otras coníferas

A su vez el análisis se hizo considerando sólo la superficie de masas en estado de fustal o todas las masas de cualquier clase natural de edad.

Los pasos para el análisis con el software fueron los siguientes:

1. Realizar radios de influencia o *buffers* a las distancias de 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 metros desde la ubicación de las parcelas de muestreo (Fig 15).
2. Realizar una intersección de dichos *buffers* con las teselas del IFN4.

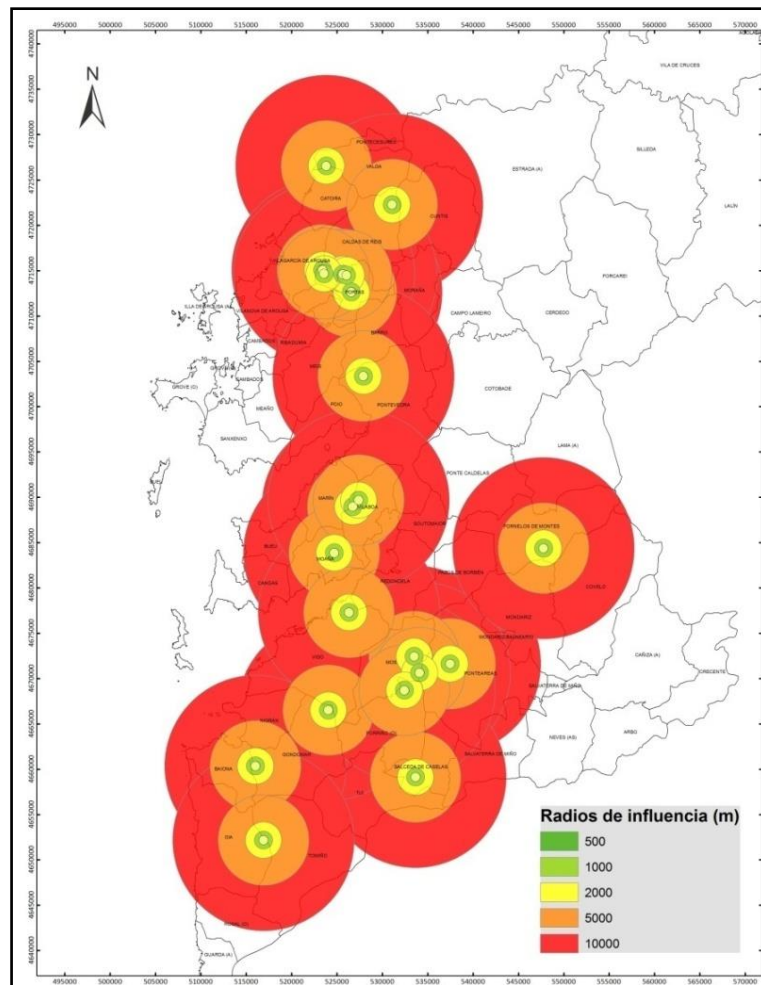


Figura 15 – Superposición de los radios de influencia con el teselado del IFN4.

3. El buffer de una determinada distancia incluye los datos de las distancias anteriores.
4. El resultado final del análisis SIG se traduce en una tabla con la información de los datos del IFN4 para todas las teselas que intersectan con cada uno de los radios de influencia de cada parcela. De esta base de datos (que suma un total del 56.687 registros) se extrajeron los datos necesarios para el análisis, que incluyen el porcentaje de fracción de cabida de cubierta (FCC) y la especie (S_n), grado de ocupación (O_n) y clase natural de edad (E_n) de la especie principal (subíndice $n=1$), secundaria ($n=2$) y terciaria ($n=3$). Los valores de ocupación van del 1 al 10. Los valores de clase natural de edad se dividieron entre los que eran fustal ($E=4$) y el resto de clases.
5. Cálculo de la superficie de pinar/coníferas en edad de fustal o cualquier edad (fustal/total) en cada radio de influencia (Tabla 7), aplicando la siguiente fórmula:

$$S_b = \sum_{i=1}^n \frac{FCC}{100} \cdot \left[\frac{01}{10} SP1 \cdot E1 + \frac{02}{10} SP2 \cdot E2 + \frac{03}{10} SP3 \cdot E3 \right] \cdot A_i$$

dónde:

S_b es la superficie estimada de pinar/coníferas en las áreas de influencia (buffer) de radios b = 500, 1000, 2000, 5000 y 10000 m.

FCC es la fracción de cabida de cubierta de la correspondiente tesela del IFN4

O_n es la ocupación de la especie principal (n=1), secundaria (n=2) y terciaria (n=3),

SP_n es un índice binario que toma el valor 1 cuando la especie en cuestión es o bien *P. pinaster* o bien cualquier otra conífera, tomando el valor 0 en el resto de los casos

E_n es un índice binario que toma el valor 1 cuando la clase natural de la correspondiente especie es fustal y el valor 0 en el resto de los casos. Este índice se obvia cuando el cálculo se hace para todas las clases de edad

A_i es el área de la correspondiente tesela resultante de la intersección del IFN4 con el correspondiente área de influencia

Tabla 7 – Superficies totales calculadas

Buffer	Valores	Superficie <i>Pinus pinaster</i> fustal	Superficie <i>Pinus pinaster</i>	Superficie resto de coníferas en edad de fustal	Superficie coníferas en resto de edades
500	Mínimo	0	20678	0	39023
	Máximo	340188	340188	340188	344563
1000	Mínimo	0	93389	70	93389
	Máximo	1609409	1611078	1609409	1932863
2000	Mínimo	3543	499939	8991	509021
	Máximo	5230883	5901846	5230883	5940825
5000	Mínimo	918712	4163164	924161	4207643
	Máximo	16627509	21092481	16640312	22829796
10000	Mínimo	7873070	16693429	8049659	17291275
	Máximo	49076663	60705097	49836449	65284721

(Nota: las superficies son en metros cuadrados)

En la tabla 7 se muestran los valores mínimos y máximos de superficie entre las 21 parcelas para cada buffer, de manera que podemos observar la gran variabilidad en los valores obtenidos según sea superficie de *P. pinaster* en estado de fustal, superficie total de *P. pinaster*, superficie de coníferas en estado de fustal, superficie de coníferas de cualquier clase de edad.

5. ANALISIS ESTADISTICOS

Para cada fecha de muestreo, parcela y especie se estimó el daño causado por el gorgojo sumando el índice de mordeduras (variable entre 0-12) de cada una de las 20 plantas de cada especie, resultando en un índice adimensional de daño que varía, teóricamente entre 0 (ninguna mordedura) y 240 (todas las 20 plantas de la correspondiente especie completamente mordidas a lo largo de toda la superficie del tallo). A su vez se estimaron los porcentajes de mortalidad causada por el gorgojo para cada especie, parcela y fecha de muestreo.

La influencia de los distintos factores de estudio (ambientales, silvícolas y de ecología del paisaje) sobre el daño causado por el insecto y sobre el número de capturas se analizó por medio de análisis de regresión lineal o por medio de análisis de varianza en función de si el correspondiente factor es continuo o discreto, respectivamente. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS, usando el procedimiento PROC MIXED y considerándose $p < 0.05$ como nivel umbral de significancia. Aquellos factores con un nivel de probabilidad asociado de $p < 0.10$ se consideraron marginalmente significativos. Los análisis se realizaron conjuntamente sobre los daños en las dos especies de pino, incluyendo en el modelo tanto el correspondiente factor como la influencia de la especie y la correspondiente interacción. Los análisis se realizaron en dos etapas, primero considerando el total de las 21 parcelas y posteriormente restringiendo el análisis a las parcelas de cortas recientes o muy recientes, ya que del primer análisis se desprende que todas las parcelas con cortas antiguas no sufrieron ningún daño por el insecto y su inclusión en los análisis podría estar desvirtuando la detección de otros factores influyentes.

6. RESULTADOS

6.1. NÚMERO DE CAPTURAS DE *Hylobius abietis*

En la Fig. 1 se muestra el número de *H. abietis* capturados a lo largo de todo el periodo de muestreo en las parcelas de seguimiento intensivo. Se observa una clara variabilidad entre las mismas, entre las que sobresale la de Estacas (514 capturas), seguida de Vilaboa (52), Santa Cristina (37), Domaio (28), Portas (25), Borreiros (17) y, por último, Campañó (2).

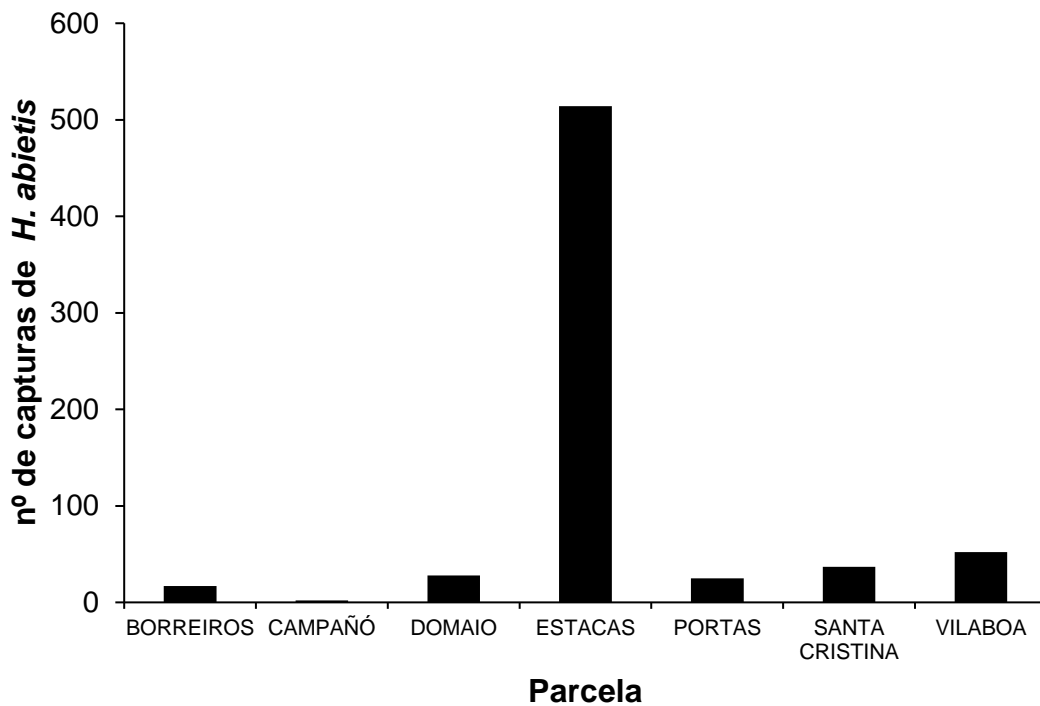


FIG. 1 – Número total de *H. abietis* capturados en las 7 parcelas de seguimiento intensivo. Las barras verticales representan el número total de insectos capturados durante todo el periodo experimental (N=16-24 muestreos).

En la Fig. II se muestra el número de *H. abietis* capturados en las 7 parcelas de seguimiento intensivo según su fecha de corta. Se aprecia una tendencia al alza en el número de insectos a medida que la corta es más reciente en el tiempo.

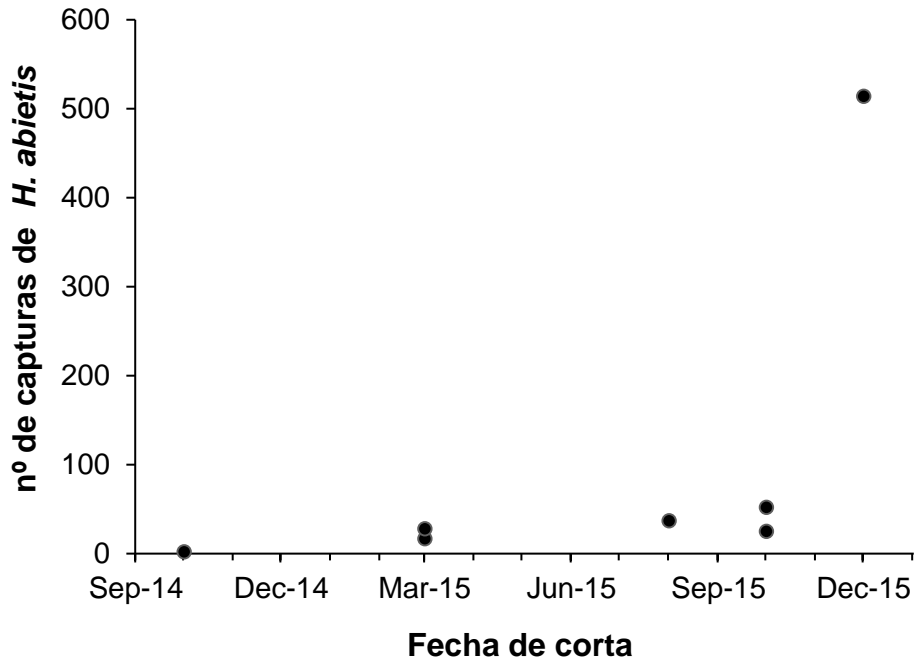


FIG. II – Número total de *H. abietis* capturados en las 7 parcelas de seguimiento intensivo según su fecha de corta. Cada punto representa el número total de insectos capturados en una parcela durante todo el periodo experimental (N=16-24 muestreos).

En la Fig. III se muestra el número de *H. abietis* capturados a lo largo de todo el periodo de muestreo en las 7 parcelas de seguimiento intensivo. No se observa patrón temporal alguno en el número de capturas para las parcelas, excepto para la de Estacas. En esta última se aprecia un aumento drástico del número de insectos capturados a partir de finales de mayo-inicios de junio, cuyas cifras se mantienen elevadas, respecto a las demás parcelas, hasta el final de la etapa de muestreo.

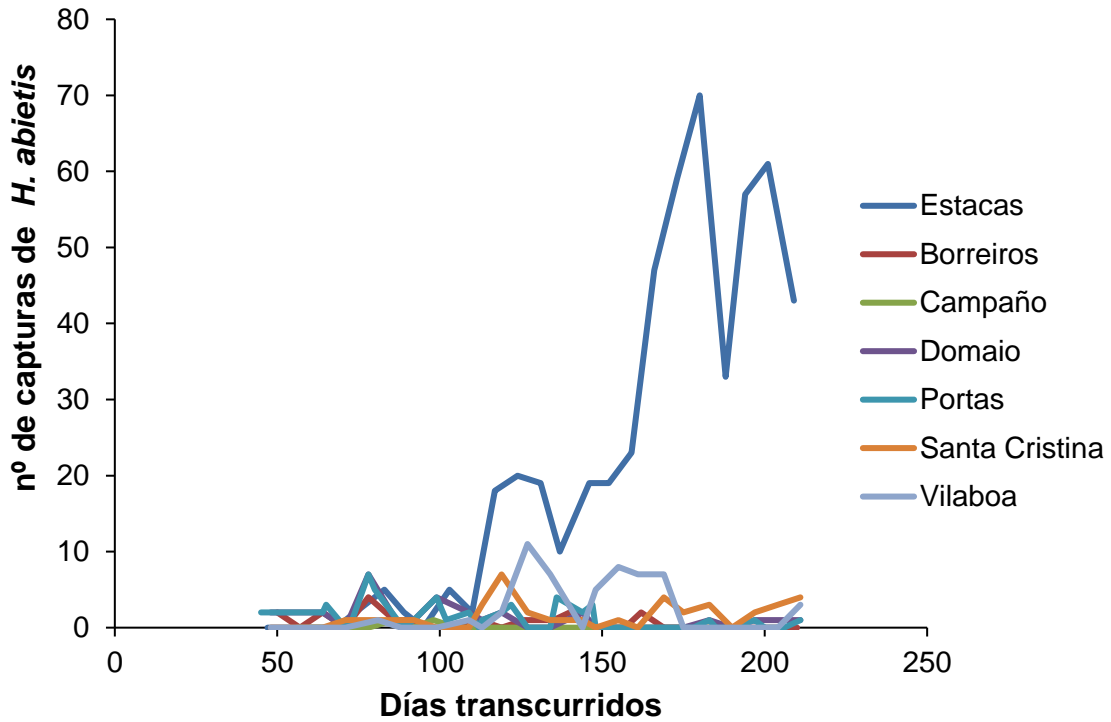


FIG. III – Número de *H. abietis* capturados a lo largo del tiempo desde el inicio del año 2016 (en días). Las líneas representan el número de individuos capturados en cada muestreo ($N=16-24$) a lo largo del periodo experimental desde el establecimiento de las parcelas (día 46).

La Fig. IV muestra la relación entre el número de *H. abietis* capturados y la temperatura media registrada en los días previos a las fechas de muestreo en la parcela de Estacas. En la figura se observa una relación positiva clara entre el número de capturas y la temperatura, sobre todo a partir de temperaturas superiores a los 7.5°C.

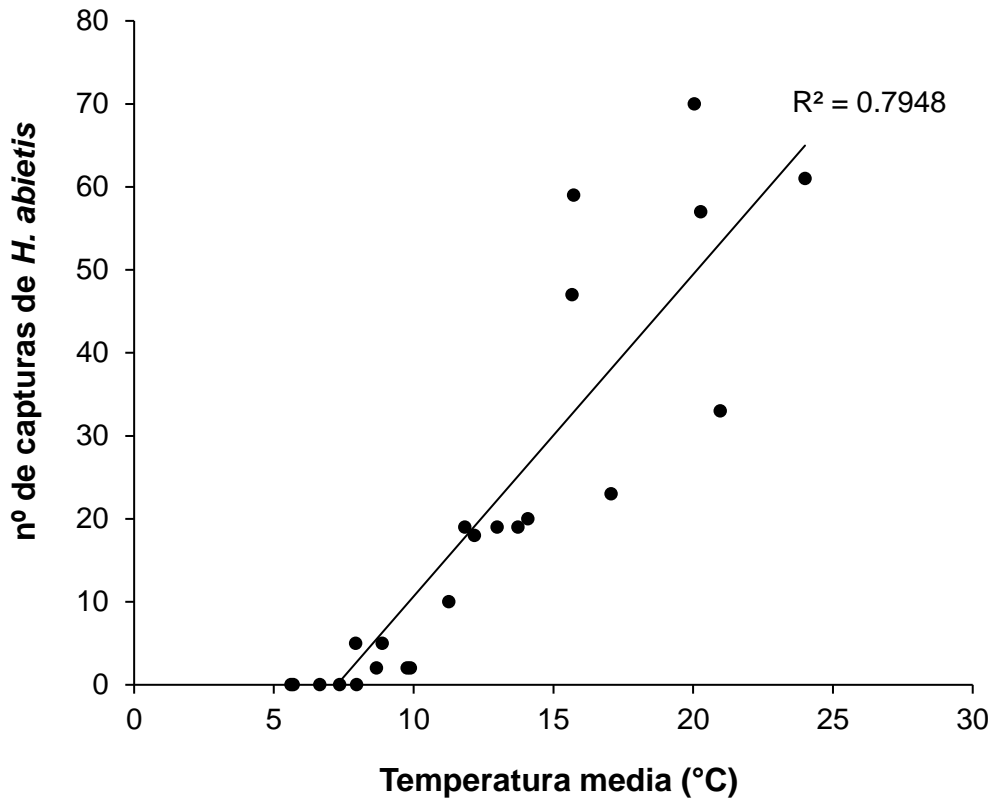


FIG. IV – Relación entre el número de *H. abietis* capturados y la temperatura media de los días previos a la recogida periódica de los insectos en las trampas en la parcela de Estacas. Cada punto representa el número de individuos capturados y la temperatura media registrada en la parcela de Estacas durante los días previos en cada muestreo (N=16-24 muestreos).

6.2. INCIDENCIA DE *Hylobius abietis*

La figura V nos informa de que no hay diferencias entre el daño producido por *H. abietis* entre las dos especies de coníferas a lo largo del periodo experimental desde la fecha de establecimiento de las parcelas.

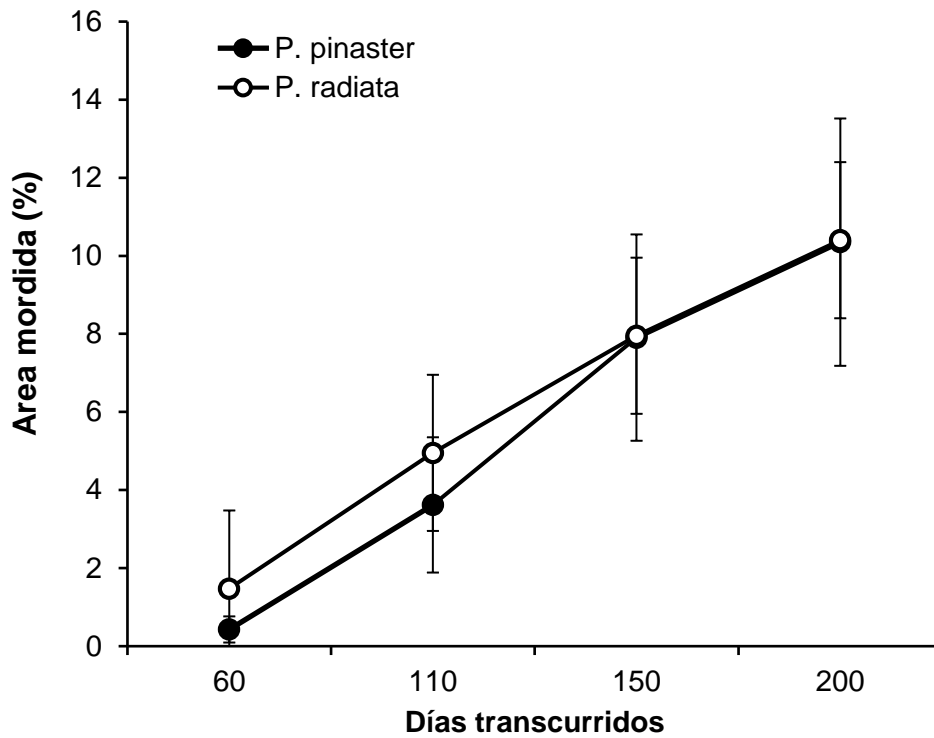


FIG. V - Daño acumulado promedio producido por *H. abietis* en las dos especies (*P. pinaster* y *P. radiata*) a lo largo del periodo experimental en las 21 parcelas. Cada punto representa el % de área mordida acumulada en cada evaluación, estimada en una escala total de 0-12 (0-100% de daño promedio acumulado).

La Fig. VI muestra la relación de los daños producidos en *P. pinaster* y *P. radiata*, sin observarse una preferencia del insecto por alguna de las especies en concreto.

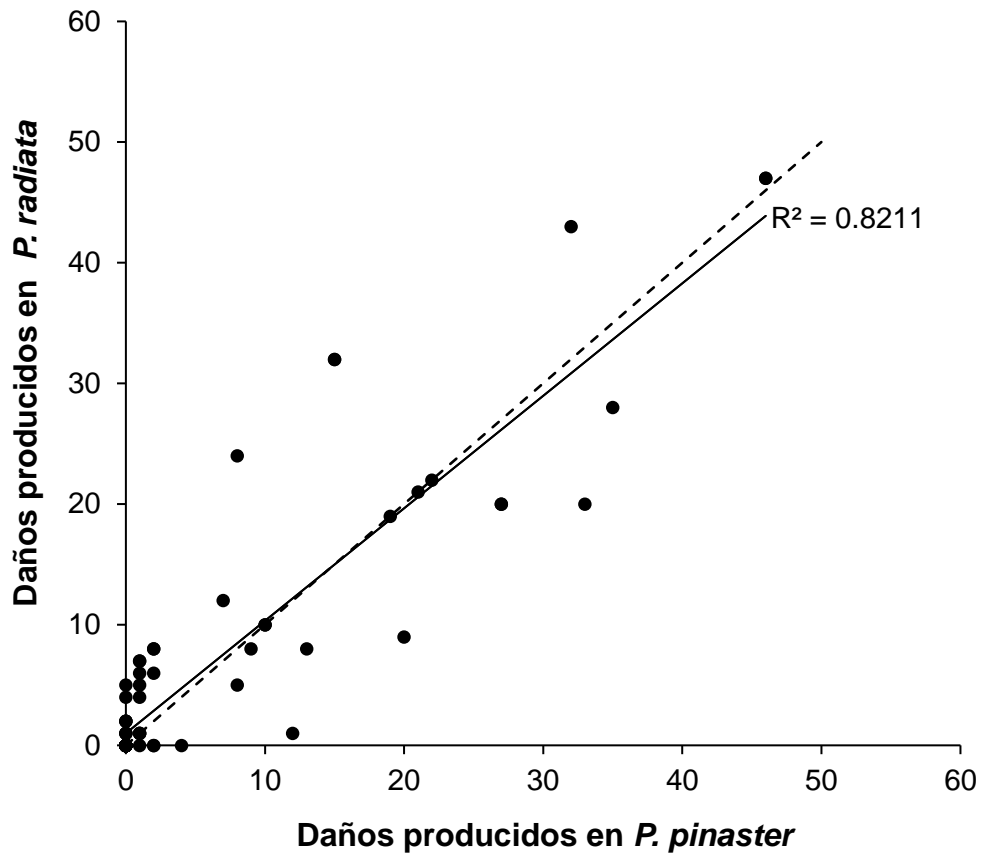


FIG. VI – Relación entre el área mordida total acumulada de las dos especies (*P. radiata* y *P. pinaster*) en las 21 parcelas de estudio. Cada punto representa valores comprendidos entre 0 (sin daños) y 240 (plantas completamente mordidas). La línea discontinua muestra la regresión perfecta hipotética ($y=x$) que indica que el daño recibido es igual en ambas especies.

Tanto las figuras VIIa como la VIIb informan, desde otro punto de vista, de la enorme variabilidad en los daños y la mortalidad causada por *H. abietis* en las 21 parcelas sin que se encuentre una tendencia determinada.

Ambas figuras muestran el daño recibido y la mortalidad de las plántulas de las dos especies de pino asociados a *H. abietis* en las 21 parcelas respectivamente. No parece haber una preferencia del insecto por alguna de las dos especies a lo largo de las parcelas. Cabe destacar que aproximadamente un 47% de la mortalidad total de *P. pinaster* y un 42% de mortalidad total de *P. radiata* se debe a la actividad de *H. abietis*.

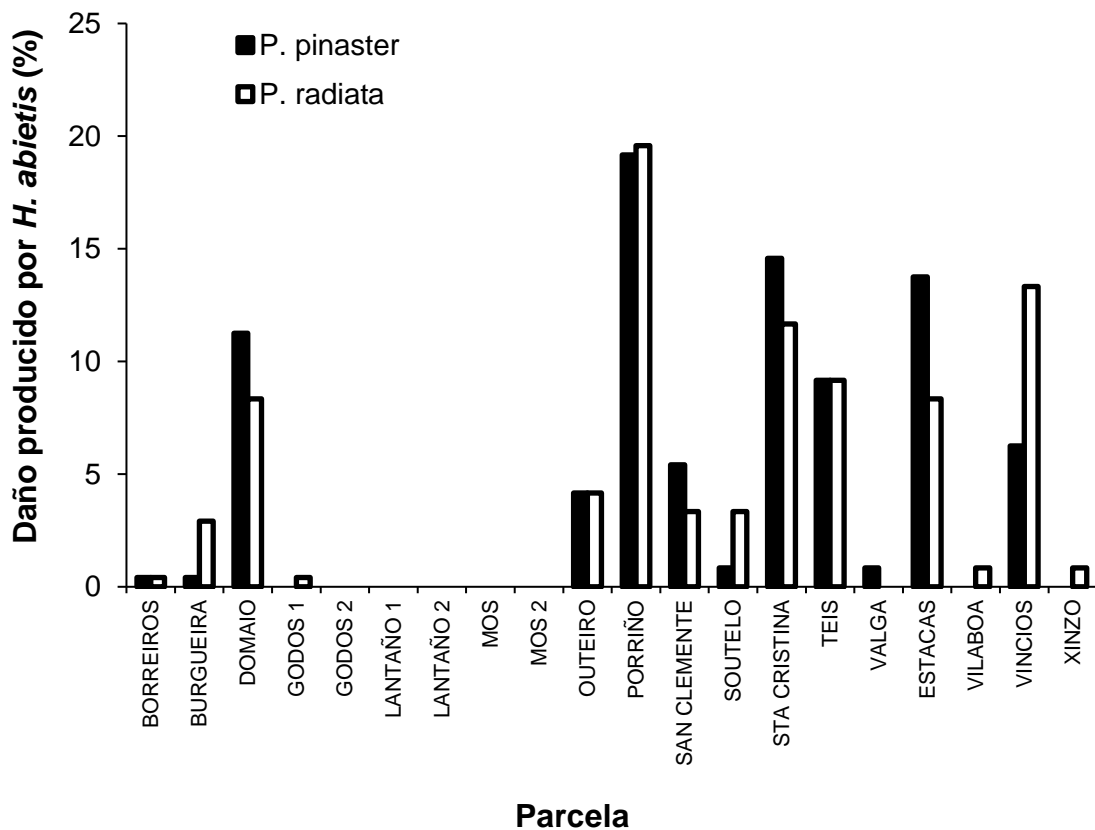


FIG. VIIa – Daño producido por *H. abietis* (% área mordida total) en plántulas de *P. pinaster* y *P. radiata* en cada una de las parcelas experimentales al final del periodo de evaluación. Las barras verticales negras (*P. pinaster*) y blancas (*P. radiata*) indican el porcentaje de daño acumulado en la especie al final del periodo experimental.

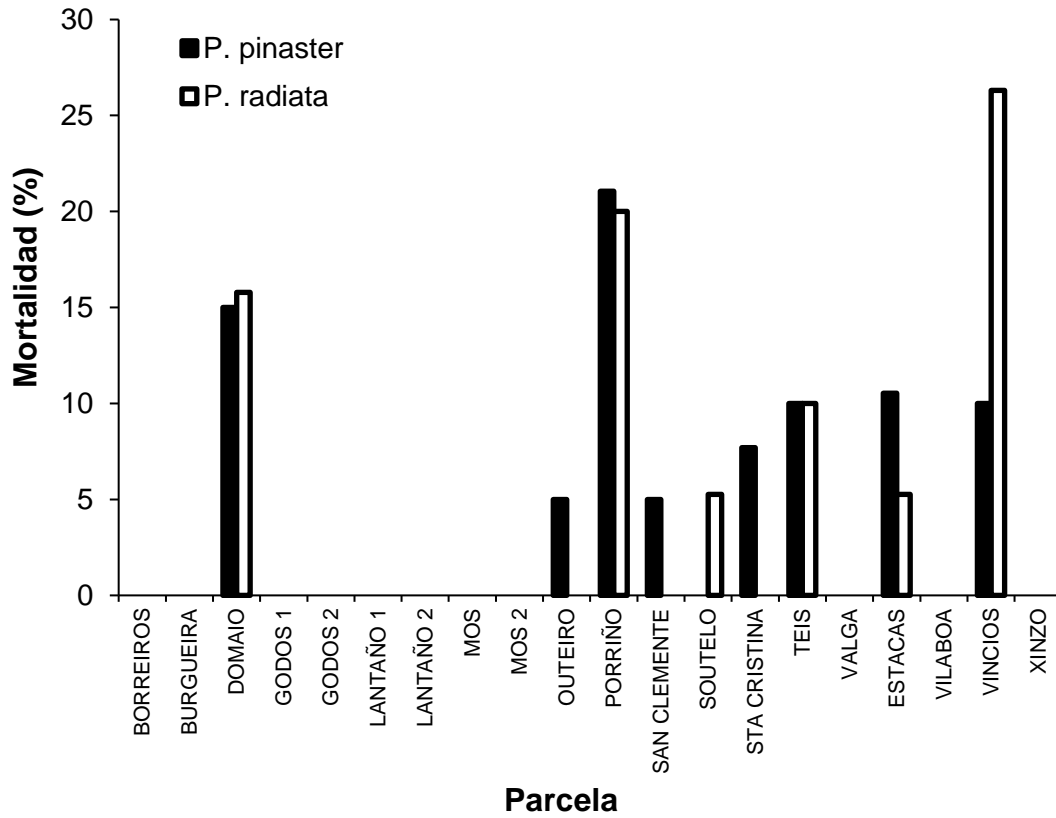


FIG. VIIIb - Porcentaje de mortalidad producida por *H. abietis* en plántulas de *P. pinaster* y *P. radiata* en las 21 parcelas. Las barras verticales negras (*P. pinaster*) y blancas (*P. radiata*) indican el porcentaje de plántulas muertas producidas por la actividad del insecto, desestimando aquéllas muertas por otras causas.

En la fig. VIII se muestra la relación entre los porcentajes de mortalidad y mordeduras para ambas especies de pino. Dicha relación es positiva y clara para las dos especies: a mayor daño, mayor mortalidad.

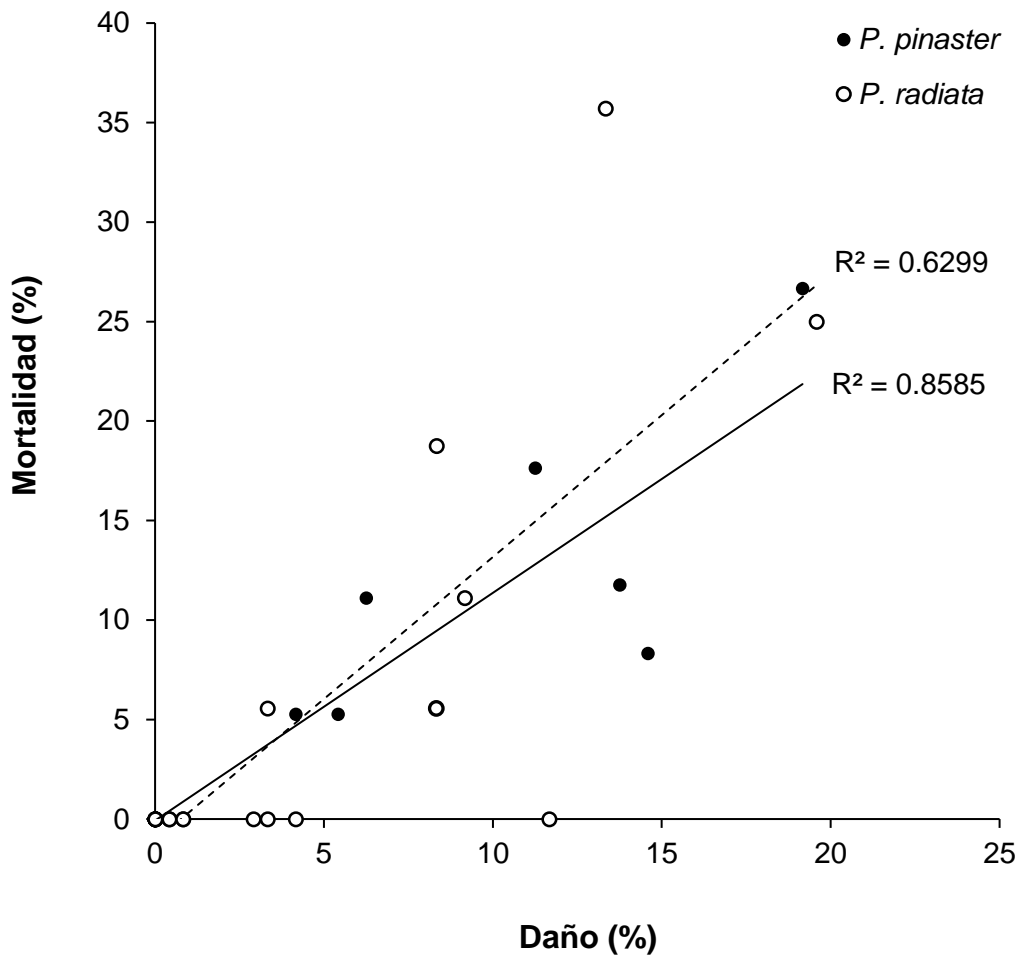


FIG. VIII - Relación entre el porcentaje de mordeduras y mortalidad causada por *H. abietis* en plántulas de *P. pinaster* y *P. radiata* en las 21 parcelas. La línea continua muestra la relación entre ambas variables para *P. pinaster* mientras que la discontinua la muestra para *P. radiata*.

6.3. INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES Y CLIMÁTICOS

En la Tabla I se muestran los resultados del análisis de varianza del daño producido por *H. abietis* asociado a las diferentes características de las parcelas y variables biogeoclimáticas. Los resultados muestran efectos significativos de la fecha de corta, altitud y temperatura en la incidencia del insecto.

Tabla I. Análisis para testar el efecto de los diferentes factores de la parcela en la incidencia del insecto en las plántulas; el efecto de la especie y de la interacción de ambos. Se expresan el tipo de análisis, los grados de libertad, y la F-ratio asociada a la probabilidad para el efecto del factor, la especie y la interacción entre ambos. Los p-valores resaltados en negrita son significativos ($p < 0.05$) y en cursiva marginalmente significativos ($p < 0.10$).

Factor	Tipo ^a	G.L.	Factor		Especie		Factor*especie	
			F	P > F	F	P > F	F	P > F
Área basimétrica cortada	C	1,38	1,0	0,336	0,0	0,841	0,0	0,837
Superficie corta a hecho	C	1,38	3,5	<i>0,070</i>	0,0	0,962	0,0	0,958
Cantidad de restos	D-4	3,34	2,1	0,120	0,0	0,845	0,1	0,943
Cobertura arbórea	D-3	2,36	2,3	0,117	0,0	0,868	0,1	0,951
Cobertura vegetal total	D-3	2,36	0,0	0,990	0,1	0,804	0,3	0,768
Fecha de corta	D-3	2,36	5,6	0,008	0,0	0,953	0,1	0,873
Fecha de corta (continuo)	C	1,38	3,7	<i>0,063</i>	0,1	0,824	0,1	0,824
Abundancia pinocha	D-3	2,36	0,5	0,619	0,0	0,996	0,1	0,949
Pendiente	D-3	2,36	3,1	<i>0,056</i>	0,0	0,989	0,1	0,904
Altitud	C	1,38	11,9	0,001	0,2	0,705	0,2	0,652
Longitud	C	1,38	2,7	0,107	0,2	0,641	0,2	0,641
Latitud	C	1,38	2,5	0,126	0,3	0,600	0,3	0,600
Temperatura media	C	2,36	4,2	0,049	0,3	0,612	0,3	0,614

^a: análisis de regresión o de varianza en función de si la variable es continua (C) o discreta (D); si es discreta con cuántos niveles (D-#).

En relación con lo mostrado en la Tabla I, en la Fig. IX se observa que la fecha de corta influye considerablemente en el daño causado por el curculiónido. Se aprecia que no existe incidencia alguna en las cortas antiguas de modo que se elimina en los posteriores análisis para ver el efecto del resto de factores.

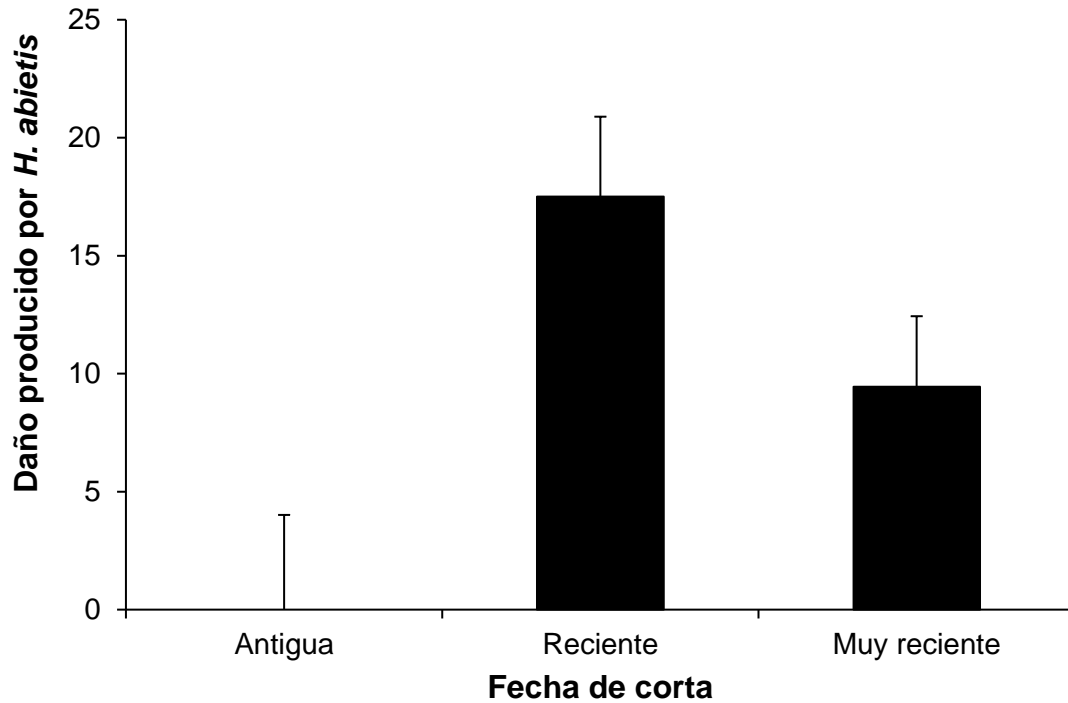


FIG.IX - Promedio de mordeduras totales en función de la fecha de corta. Las barras negras verticales muestran el daño promedio ocasionado por el insecto en las parcelas según su fecha de corta (N=5-9 parcelas por fecha de corta), y las barras de error representan el error estándar.

En la Tabla II se muestra el análisis de varianza del daño producido por *H. abietis* asociado a las características de las parcelas y variables biogeoclimáticas. En este caso, los análisis se repitieron de forma análoga a los de la Tabla I pero desestimando las parcelas con fecha de corta antigua para ver de nuevo los efectos de los factores sobre la incidencia del insecto. Existe un efecto significativo en la variable de cobertura del arbolado y la altitud en la incidencia del insecto. Desaparecen los efectos significativos previos de la fecha de corta y la temperatura.

Tabla II. Análisis para testar el efecto de los diferentes factores de la parcela en la incidencia del insecto en las plántulas; el efecto de la especie y de la interacción de ambos. Se expresan el tipo de análisis, los grados de libertad, y el F-ratio asociado a la probabilidad para el efecto del factor, la especie y la interacción entre ambos. En este caso se desestiman del análisis los casos correspondientes a las parcelas con corta "antigua". Los p-valores resaltados en negrita son significativos ($p < 0.05$) y en cursiva marginalmente significativos ($p < 0.10$).

Factor	Tipo ^a	Factor		Especie		Factor*especie	
		F	P > F	F	P > F	F	P > F
Área basimétrica cortada	C	0,2	0,674	0,0	0,847	0,0	0,844
Superficie corta a hecho	C	1,9	0,182	0,0	0,877	0,0	0,872
Cantidad de restos	D-4	0,5	0,668	0,0	0,942	0,1	0,953
Cobertura arbórea	D-3	11,4	<0,001	0,1	0,765	0,1	0,874
Cobertura vegetal total	D-3	1,8	0,179	0,1	0,727	0,3	0,722
Fecha de corta	D-3	2,5	0,127	0,0	0,945	0,2	0,649
Fecha de corta (continuo)	C	0,5	0,470	0,3	0,602	0,3	0,602
Abundancia pinocha	D-3	0,7	0,511	0,0	0,988	0,1	0,948
Pendiente	D-3	1,9	0,178	0,0	0,978	0,1	0,887
Altitud	C	6,3	0,018	0,2	0,678	0,23	0,634
Longitud	C	0,6	0,447	0,3	0,621	0,25	0,621
Latitud	C	2,0	0,169	0,3	0,609	0,27	0,609
Temperatura media	C	3,0	0,100	0,3	0,613	0,3	0,616

^a: análisis de regresión o de varianza en función de si la variable es continua (C) o discreta (D); si es discreta con cuántos niveles (D-#).

En la fig. X se muestran el efecto del arbolado sobre la incidencia de *H. abietis* sobre ambas especies de pino. Se observa un mayor daño por el insecto conforme la cobertura del arbolado en las parcelas aumenta.

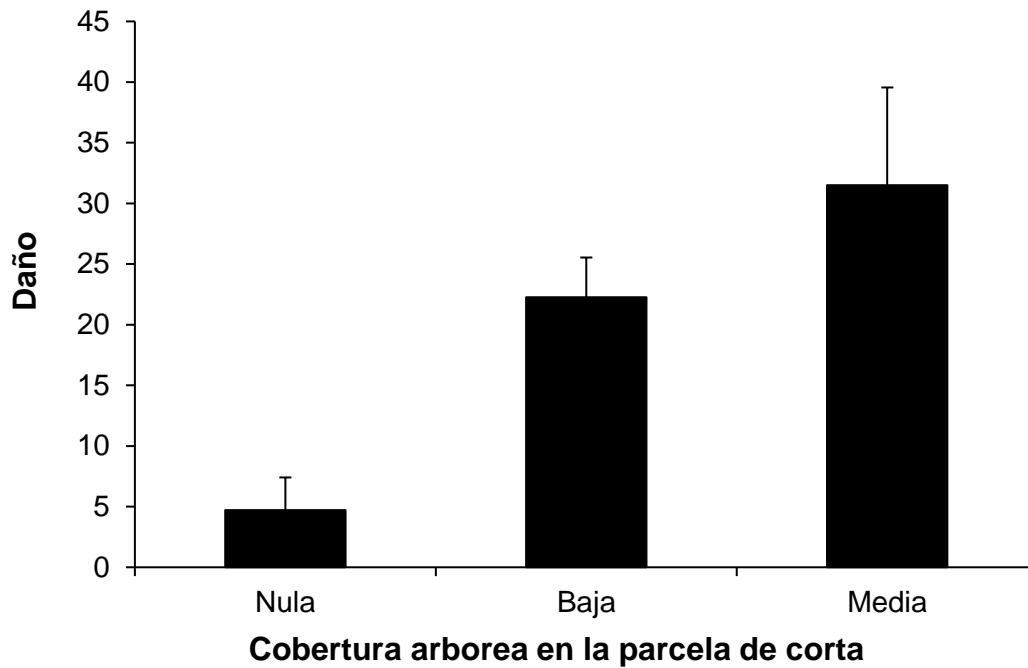


FIG. X – Influencia de la cobertura arbórea en el daño producido por el insecto. Las barras negras verticales muestran los promedios de mordeduras totales en las parcelas de corta reciente o muy reciente y las barras de error representan el error estándar.

La fig. XI muestra la relación de la temperatura media en cada evaluación de las parcelas sobre el daño ocasionado por el *H. abietis* en las plántulas de pino. Se aprecia que el rango de actividad del insecto está entre los 7.5°C y los 22°C y no se observa una relación entre dicha temperatura media y las mordeduras en cada uno de los muestreos realizados.

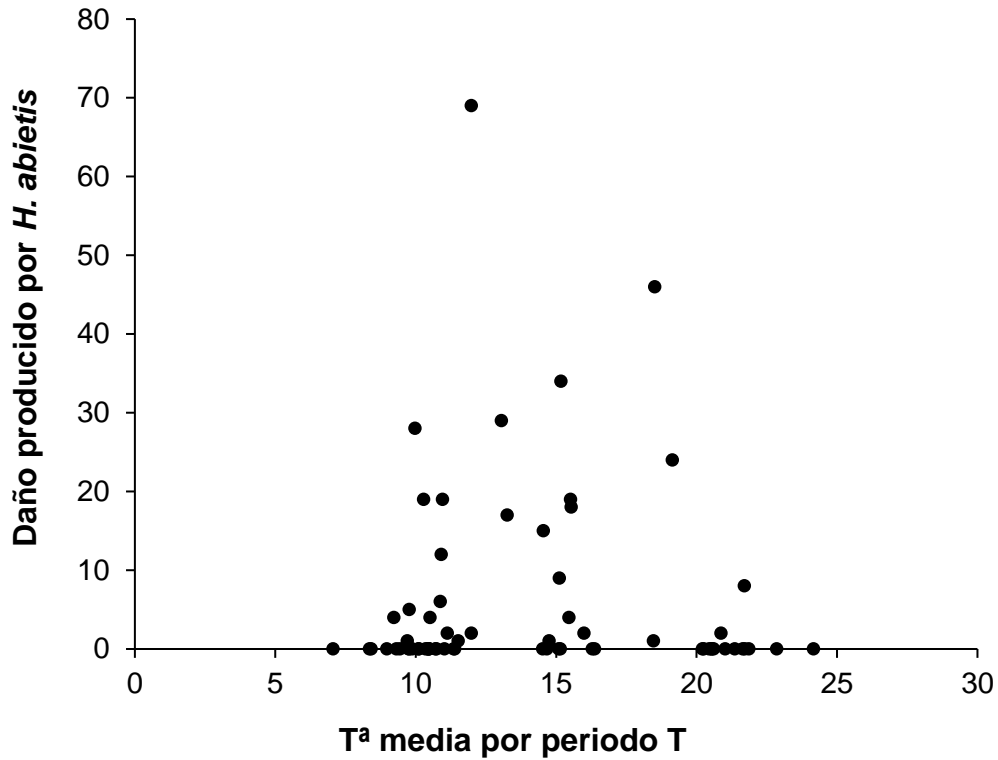


FIG. XI - Relación entre la Tª media y el daño acumulado producido en las plántulas de cada parcela. Cada punto representa la temperatura media de cada periodo de evaluación y el daño total acumulado producido en ambas especies de pino en cada una de las cuatro evaluaciones realizadas.

En la fig. XII se muestra la influencia de la altitud en el daño producido por *H. abietis*. Aparentemente se observa una tendencia en la que hay mayor incidencia del insecto a medida que se asciende en la vertical. El punto con mayor registro de daño se corresponde con la parcela de Porriño, que no se encuentra a elevada altitud. Desestimando ese punto del análisis, la relación entre las dos variables estudiadas se incrementa considerablemente ($r^2=0.463$).

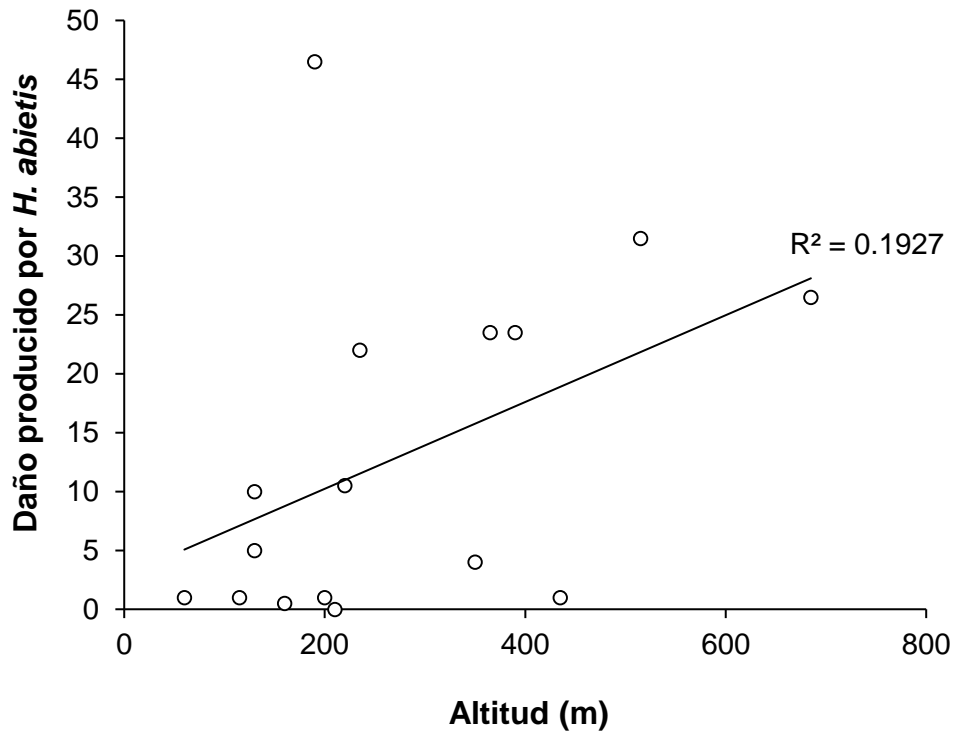


FIG. XII - Relación entre el daño acumulado producido por *H. abietis* (0-240) y la altitud (m) de cada parcela. Cada punto representa el daño acumulado promedio de las dos especies de pino al final del periodo de evaluación y la altitud a la que se encuentra la parcela.

Por último, en la fig. XIII se muestra una relación entre las capturas y los daños a lo largo de los diferentes muestreos, sin observarse una tendencia entre ambas variables.

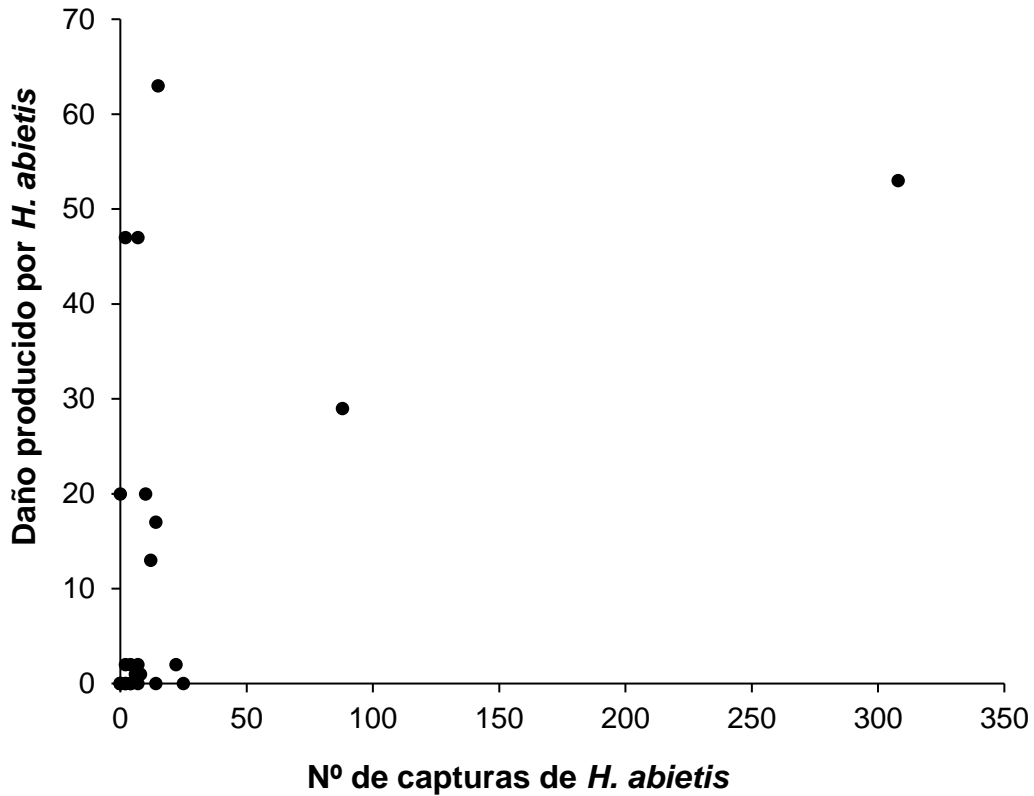


FIG. XIII -. Relación entre el número de individuos capturados y daño acumulado producido por *H. abietis*. Cada punto representa el número de individuos capturados y el daño total acumulado producido en ambas especies de pino en cada una de las cuatro evaluaciones realizadas.

6.4. INFLUENCIA DE FACTORES A ESCALA DEL PAISAJE

En las tablas IIIa y IIIb se muestran los análisis de varianza del daño producido por *H. abietis* en cada una de las especies de pino en las parcelas teniendo en cuenta el estado de madurez de las plantaciones aledañas de la especie afectada y del resto de coníferas y el radio de influencia del insecto desde cada una de las parcelas. No se detectó ningún efecto significativo a escala de paisaje.

Tabla IIIa. Análisis de varianza para testar el efecto de los factores de la superficie de pinar/coníferas, considerando si están en edad de fustal o en todo el rango total de edades y los radios de influencia crecientes (500-10000) en la incidencia del insecto en las plántulas para la especie P. pinaster.

<i>Buffer</i>	<i>Pinus pinaster</i>				Coníferas			
	Fustal		Total		Fustal		Total	
	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
500	0.01	0.918	1.01	0.332	0.01	0.930	0.72	0.409
1000	0.04	0.845	1.55	0.234	0.04	0.837	2.01	0.179
2000	0.25	0.624	1.55	0.233	0.28	0.608	2.02	0.177
5000	1.11	0.311	1.21	0.289	1.36	0.263	1.35	0.265
10000	2.21	0.160	1.94	0.186	2.57	0.132	2.17	0.163

Tabla IIIb. Análisis de varianza para testar el efecto de los factores de la superficie de pinar/coníferas, considerando si están en edad de fustal o en todo el rango total de edades y los radios de influencia crecientes (500-10000) en la incidencia del insecto en las plántulas para la especie P. radiata.

<i>Buffer</i>	<i>Pinus radiata</i>				Coníferas			
	Fustal		Total		Fustal		Total	
	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
500	1.06	0.320	0.00	0.977	0.91	0.357	0.00	0.959
1000	0.06	0.810	0.45	0.511	0.05	0.828	0.91	0.355
2000	0.18	0.674	0.95	0.346	0.21	0.655	1.45	0.248
5000	0.16	0.699	0.20	0.661	0.23	0.636	0.31	0.587
10000	0.64	0.438	0.71	0.413	0.80	0.386	0.88	0.364

7. DISCUSION

7.1. *Hylobius abietis*, UNA PLAGA POTENCIALMENTE PROBLEMÁTICA TAMBIÉN EN EL SUR DE EUROPA

H. abietis es una de las plagas forestales más importantes y preocupantes para la regeneración de las masas de coníferas del norte de Europa (Leather *et al.*, 1999; Nordlander *et al.*, 2003). Las razones por las que el gorgojo del pino tiene menor impacto económico en el sur de Europa siguen sin estar claras (Långström y Day, 2004) y, en general, faltan estudios objetivos que exploren el potencial de este insecto como plaga forestal en nuestras latitudes. En el presente proyecto, hemos intentado valorar y cuantificar de forma objetiva y sistemática el nivel de daños que el gorgojo del pino puede llegar a causar en nuestra comunidad autónoma, así como analizar los principales factores ambientales y silvícolas que condicionan el nivel de daño causado.

Los resultados indican una enorme variabilidad de la incidencia de *H. abietis* entre las parcelas analizadas, habiéndose encontrado parcelas con serios daños en las plántulas producidos por las mordeduras de *H. abietis*, frente a otras sin ningún tipo de incidencia. La misma situación se repite con el número de capturas del insecto. En las parcelas con mayor incidencia, los daños causados por *H. abietis* alcanzan niveles preocupantes y similares a los observados en el norte de Europa (Zas *et al.*, 2014). A modo de ejemplo, la tasa de mortalidad generada por los daños del curculiónido alcanza el 26 % en alguna de las parcelas, cifra que además probablemente siga aumentando tanto a lo largo del presente período vegetativo (nuestra evaluación finalizó en julio, cuando los insectos todavía presentaban una notable actividad), como a lo largo de los años sucesivos (*H. abietis* puede generar daños en las plántulas durante 2-3 o incluso 4 años desde la plantación (Nordenhem, 1989; Örlander *et al.*, 1997)).

A la vista de estos resultados se puede mantener que *H. abietis* sí es una plaga forestal potencialmente problemática en el territorio de la comunidad autónoma, ya que, al menos en determinadas condiciones, el nivel de daño y la mortalidad que genera superan con creces los niveles admisibles para una repoblación. La gran variabilidad de los datos obtenidos, no obstante, es coherente con la escasa preocupación que este insecto genera en el sector forestal gallego, ya que los daños sólo alcanzan niveles elevados en escasas ocasiones bajo condiciones muy particulares. Esta variabilidad es coherente, a su vez, con nuestra hipótesis inicial relacionada con la distribución límite de las poblaciones de *H. abietis* en Galicia, que sugiere que el comportamiento y la dinámica de

las poblaciones de este insecto sean diferentes a las del norte y centro de Europa, donde el nivel de incidencia del insecto es, en general, elevado.

En este proyecto hemos intentado, a su vez, explicar las causas de la enorme variabilidad observada en la incidencia de *H. abietis*. Para ello, hemos analizado la influencia de distintos factores ambientales, silvícolas y de ecología del paisaje sobre el nivel de daño observado. De estos análisis se desprenden dos resultados principales en relación a nuestras hipótesis de partida: por un lado i) de entre todos los factores explorados el más influyente está relacionado con el tiempo transcurrido entre la corta de la masa anterior y la repoblación, es decir con la dinámica de la silvicultura aplicada y, por otro, ii) la abundancia y continuidad de pinares o masas de coníferas no parece un factor clave que influya en la dinámica e incidencia del insecto, tal como habíamos previsto inicialmente. En los siguientes apartados se discuten estos resultados así como las implicaciones prácticas de los mismos.

7.2. RELACIÓN CAPTURAS-DAÑOS

No se ha encontrado relación alguna entre la cantidad de daños producidos por las mordeduras de *H. abietis* y la abundancia relativa del insecto, estimada mediante el trampeo de adultos. Nordlander *et al.* (2003) tampoco encontraron una correlación entre las capturas y el daño en las plántulas a escala local, concluyendo que las poblaciones de *H. abietis* presentan una gran movilidad, cambiando de sitio considerablemente. Esa misma conclusión ha sido documentada en otros artículos como por ejemplo Hansen *et al.* (2005), quienes no encuentran relación entre los daños en plántulas y la distancia potencial a los puntos de atracción (lugares de cría y de alimentación). Una de las posibles razones por la cual no se ha detectado una correlación significativa en este estudio podría ser, por tanto, la gran capacidad migratoria de los insectos para buscar focos de atracción. Este hecho pone de manifiesto que las poblaciones del insecto son fluidas espacialmente.

Otra posible explicación a la ausencia de relación entre las capturas y los daños observados es que los individuos que son atraídos y capturados en las trampas no son los mismos que los que están causando daños en las plántulas (Tan *et al.*, 2011). Esta idea es coherente con el ciclo de vida de este insecto que se puede prolongar durante varios años (Nordenhem, 1989; Örlander *et al.*, 1997). Los insectos que llegan a una zona de corta atraídos por los volátiles que emanan de los tocones recién cortados son insectos adultos (Tilles *et al.*, 1986) que acuden al estímulo como indicativo de un punto de encuentro para la cópula y un sitio de cría para la ovoposición. Probablemente las necesidades alimenticias de estos insectos maduros no son tan prioritarias como en otras fases de su ciclo biológico. Sin embargo, los insectos que emergen de los tocones no son maduros sexualmente ni tienen los músculos de vuelo

desarrollados (Nordenhem, 1989; Örländer *et al.*, 2000). Es por tanto previsible que respondan menos a los estímulos olfativos de las trampas y que se concentren en la búsqueda de alimento que permita tanto desarrollar los músculos de vuelo como madurar sexualmente. Este período donde la alimentación es prioritaria es lo que se conoce como “*maturation feeding*” (Nordenhem, 1989; Wainhouse, 2004). Esta idea es coherente con la dinámica observada de capturas y daños en relación a la fecha de corta de la masa anterior. Así, las capturas máximas se observaron en la parcela de corta más reciente (parcela de Estacas), donde el nivel de daño no fue especialmente notable, al menos durante los primeros muestreos. En esta parcela, los insectos capturados serían insectos adultos que vinieron volando desde otras zonas y llegaron a la parcela de corta en busca de pareja y sitios para ovipositar. Sin embargo, las parcelas donde el daño en las plántulas fue mayor son parcelas que fueron cortadas hace más tiempo (e.g. parcelas de Porriño y Teis), donde los insectos causantes del daño podrían ser la nueva generación que emergió en la propia parcela de corta.

7.3. PREFERENCIA ENTRE *P. pinaster* Y *P. radiata*

A la luz de los resultados no se aprecia una preferencia clara por parte del insecto entre las dos especies de coníferas empleadas en el experimento. Otros trabajos, sin embargo, han encontrado diferencias en el daño causado por el gorgojo entre estas dos especies, aunque las preferencias variaron dependiendo de si se evalúan en condiciones reales de campo o mediante bioensayos de elección en el laboratorio. (Zas *et al.*, 2011). Así, *H. abietis* parece preferir inicialmente al pino nativo *P. pinaster* frente al exótico *P. radiata*. Sin embargo, esta preferencia se invierte en condiciones reales de campo, donde al cabo del tiempo, el nivel de daño es notablemente mayor en la especie exótica, supuestamente menos defendida frente a este insecto (Zas *et al.*, 2011). Teniendo en cuenta que el período de evaluación en el presente proyecto fue relativamente corto (hasta julio) y asumiendo que todavía no hubo suficiente tiempo para que se expresen las diferencias en resistencia entre las dos especies, la ausencia de diferencias en el daño del insecto entre especies es coherente con esta dinámica de preferencias.

Por otra parte, otros estudios han demostrado que las plántulas más grandes resisten mejor los daños producidos por las mordeduras de *H. abietis* que las plántulas más pequeñas, tanto porque su corteza es menos atractiva para los insectos como por aumentar la dificultad de anillamiento (Thorsén *et al.*, 2001; Långström y Day, 2004). En consecuencia sería esperable una mayor mortalidad en las plántulas de la especie *P. pinaster* frente a *P. radiata* (pero ver Zas *et al.*, 2011). Siendo cierto que *P. radiata* es una especie de crecimiento más rápido que *P. pinaster*, en el presente Proyecto las plantas de

las dos especies no diferían en tamaño, favoreciendo tasas de mortalidad similares entre las dos especies.

7.4. EFECTO DE LA ABUNDANCIA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS DE CONÍFERAS

Respecto a la hipótesis del posible efecto de la discontinuidad y fragmentación de las masas de coníferas sobre la incidencia del insecto en nuestra comunidad, no se aprecia un patrón claro que relacione el paisaje forestal circundante con la abundancia de insectos e intensidad de daños observada. Tal como planteábamos en nuestra hipótesis, las enormes diferencias en el paisaje forestal entre el norte de Europa, donde las masas de coníferas son continuas, muy extensas y dominantes, y Galicia, donde las masas de pinar son llamativamente pequeñas, discontinuas y fragmentadas, podrían estar detrás de la escasa relevancia de *H. abietis* como plaga forestal en nuestra comunidad. Sin embargo, los resultados de este proyecto indican que la abundancia e incidencia del insecto es independiente de la superficie de pinar que rodea a las parcelas de corta. Los resultados obtenidos, por tanto, no apoyan nuestra hipótesis de partida. Varios aspectos, no obstante, sugieren que este resultado hay que interpretarlo con cierta cautela.

La capacidad de vuelo del insecto (10-80 km, Solbreck, 1980) supera con creces la distancia máxima de las áreas de influencia consideradas en el proyecto (hasta 10 km). Aunque el análisis SIG confirma que el paisaje en mosaico es un hecho a escala pequeña (gran variabilidad en la superficie de pinar en las áreas de influencia de menor tamaño), el paisaje tiende a homogeneizarse a escalas mayores, no existiendo una gran variabilidad en la superficie de pinar en las áreas de influencia de mayor tamaño. Este hecho se ha podido observar en los *buffers* calculados mediante el análisis SIG y las teselas del 4º Inventario Forestal Nacional. A los 10 km de radio desde cada parcela experimental, se producen importantes solapamientos entre las superficies generadas, resultando en un paisaje, valga la expresión, "homogéneamente heterogéneo", donde la superficie de pinar alrededor de las parcelas de estudio es muy similar para todas las parcelas. Esta falta de variabilidad, que sería previsiblemente mayor para radios mayores, dificulta las posibilidades de analizar el efecto del paisaje sobre la incidencia del insecto. En otras palabras, el ámbito de movimiento de *H. abietis* es considerablemente mayor que la escala del experimento, a la que se observa variabilidad en el paisaje. Otros dispositivos experimentales serían necesarios para evaluar el efecto del paisaje a escalas mayores. No obstante, en base a los resultados de este proyecto, podemos confirmar que el paisaje a pequeña escala (<10 km) y en particular la abundancia de las masas de pino o de cualquier conífera en los alrededores de

las parcelas de corta no influye significativamente sobre la abundancia y daño causado por el gorgojo del pino.

Por otro lado, dentro del análisis SIG, se apreció una falta de precisión considerable con el empleo de los datos cartográficos del Cuarto Inventario Forestal Nacional. Así, se ha comprobado que aunque se dispone de abundantes datos específicos a nivel provincial, la escala de trabajo no está adaptada al nivel de parcela o rodal del presente estudio. Con un paisaje atomizado, el nivel de precisión de la información del IFN4 a escala pequeña es muy bajo, habiéndose detectado importantes desviaciones de la realidad (e.g. parcela de corta de pinar sobre tesela del IFN4 etiquetada como "sin presencia de pinos"). Por otra parte, la información cartográfica del IFN4 es relativamente antigua (2008-2011), por lo que los datos utilizados pueden mostrar cierto desfase con la realidad actual. No obstante, hay que tener en cuenta que no hay otra información cartográfica disponible dentro del sector forestal en la comunidad autónoma.

7.5. EFECTO DE FACTORES SILVÍCOLAS Y AMBIENTALES

La gran variabilidad observada en los datos junto con el análisis comparativo de la influencia de los distintos factores analizados, nos lleva a pensar que los factores que más podrían influir en la incidencia del gorgojo del pino están relacionados con la gestión silvícola.

En primer lugar se ha comprobado que la inmediatez de la fecha de corta es un factor determinante de la presencia de *H. abietis*. Es bien conocido que los ciclos de corta y regeneración posterior influyen en la abundancia del insecto, a través de la disponibilidad de tocones como lugares de cría, y la intensidad del daño a las plántulas tras la emergencia de los imagos (Eidmann, 1985; Långström y Day, 2004). De hecho, el retraso en la repoblación de plántulas está ampliamente extendido como método de control en la gestión de esta plaga forestal en las regiones del norte de Europa, aunque esto puede requerir un periodo de espera de hasta 4 años (Långström y Day, 2004). Los resultados de este proyecto sugieren que el ritmo de este insecto en nuestras condiciones ambientales es más rápido provocando daños sobre las plántulas sólo inmediatamente después de las cortas. La influencia de la antigüedad de la fecha de corta fue drástica, no observándose ningún daño en ninguna de las dos especies de pino cuando la corta fue anterior a octubre del 2014, es decir 2 años y 3 meses antes de la plantación. Esta aceleración del ciclo del insecto es coherente con el régimen térmico más suave, con inviernos más cálidos de nuestras latitudes.

La fuerte influencia de la inmediatez de la fecha de corta sobre el daño del gorgojo podría estar detrás de la escasa atención que a este insecto se le

presta en nuestra comunidad desde el punto de vista de la sanidad forestal. En Galicia, no es habitual la regeneración artificial inmediatamente posterior a la corta, siendo más frecuente que las zonas de corta se regeneren de forma natural o que la replantación se retrase algunos años. En ambos casos, las nuevas plántulas aparecen en la zona de corta probablemente cuando la población de *H. abietis* ha descendido mucho o incluso desaparecido. Este tipo de gestión silvícola laxa y poco intensiva es la que se aplica por norma general en el área de estudio, y no precisamente como método de control. No obstante, esta silvicultura extensiva probablemente está actuando como una medida de control de esta plaga forestal. Este resultado es muy relevante desde el punto de vista aplicado ya que indicaría que el día en el que se intensifique la gestión forestal en Galicia, y la gestión de los pinares se realice mediante plantación de material mejorado inmediatamente después de la corta, los problemas con *H. abietis* podrían agravarse.

Destaca también entre los análisis estadísticos una relación significativa entre la incidencia de *H. abietis* y la cobertura arbórea presente en la parcela de corta. La influencia de la presencia de árboles madre remanentes en las áreas de corta (*shelterwood*) sobre la incidencia del insecto es un hecho bien conocido en el Norte de Europa). De hecho, un método de control empleado para reducir los daños del insecto es, precisamente, mantener una densidad de árboles en la parcela de corta (von Sydow, 1997; Petersson y Orlander, 2003). La presencia de cierta densidad de árboles adultos remanentes supone una fuente alternativa de alimento para el insecto, disminuyendo la incidencia sobre las plántulas. Sin embargo, el efecto observado aquí va en sentido inverso, y a mayor cobertura arbórea en la parcela de corta se observa mayor incidencia del insecto. Esta aparente incongruencia puede ser debida a que los pies remanentes sean frondosas autóctonas (*Quercus robur*, *Q. suber*, *Castanea sativa*) y no coníferas como en el norte de Europa. No siendo alimento para el gorgojo, la presencia de estos árboles no reducen la presión alimenticia sobre las plántulas. A pesar de todo, son numerosas las investigaciones las que demuestran que *H. abietis* es un insecto polífago que puede alimentarse de otras especies de frondosas y numerosas coníferas, aunque con una clara preferencia por las segundas. La relación positiva entre la abundancia de arbolado remanente y la incidencia de *H. abietis* tendría más que ver con el efecto protector que la vegetación acompañante genera sobre el insecto, facilitando su movimiento y actividad (Örlander y Nordlander, 2003). Existe también la posibilidad de que las frondosas emitan volátiles que distraigan o afecten los estímulos olfativos que atraen a *H. abietis* (Leather *et al.*, 1994).

Otro factor que también determinó la incidencia del insecto fue la altitud de la parcela de corta, apreciándose cierta tendencia a que a mayor altitud mayor daño, aunque haya alguna notable excepción como es el caso de la parcela de Porriño, dónde se ha observado el ataque más intenso a pesar de situarse a

baja altitud. Se sabe que el clima, y en particular el régimen térmico, tiene el potencial de alterar la distribución, abundancia y el impacto de las plagas forestales (Ayres y Lombardero, 2000; Pinkard *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2011; Evans *et al.*, 2011), incluida el gorgojo del pino (Långström y Day, 2004). Los cambios térmicos asociados a la altitud podrían estar detrás del efecto de esta última sobre la incidencia del insecto. Sin embargo, esta no parece la explicación ya que la actividad de los insectos debería aumentar a mayor temperatura (menor altitud) y el patrón observado es justo el contrario. En el experimento llevado a cabo se observa, de hecho, que la temperatura puede ser un factor fundamental en la presencia o no de *H. abietis*, regulando su actividad a partir de cierta temperatura umbral. Los datos muestran una clara correlación a partir de los 7.5°C, observándose una tendencia al alza en el número de capturas a medida que asciende la temperatura. Estas consideraciones junto con el reducido poder explicativo y las notables excepciones observadas en la relación altitud-daños sugiere que el efecto de la altitud no tiene un trasfondo biológico claro y surge más bien de forma espúrea como consecuencia del reducido tamaño muestral.

Por otro lado, una de las limitaciones del experimento ha sido que el periodo experimental ha transcurrido desde finales de enero hasta finales del mes de julio, de forma que el propio estudio y los datos aportados no han podido recoger el ciclo biológico anual completo de *H. abietis*. Es posible que la tendencia a capturar individuos, observada al alcanzarse una temperatura media se haya visto interrumpida al terminar el muestreo en pleno verano. De hecho se ha observado una gran bajada en el número de capturas en el mes de agosto (datos no incluidos en el presente proyecto) a pesar de las temperaturas más altas durante este mes. También se ha comprobado que la actividad de *H. abietis* continúa y en el mes de octubre se están registrando nuevas mordeduras en las plántulas experimentales (datos no aportados en el presente trabajo).

7.6. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

Los resultados de este proyecto tienen ciertas implicaciones para la gestión de *H. abietis* en Galicia. Por un lado, los resultados advierten del riesgo potencial de este insecto como plaga. Aunque en promedio, los daños no son importantes, existen casos puntuales donde los niveles de daño y la mortalidad asociada alcanzan niveles preocupantes que podrían comprometer el éxito de la plantación. Por otro, se observa que el factor más determinante que explica esta enorme variación está relacionada con la silvicultura aplicada y en particular, con la inmediatez con que se planta después de la corta. La escasa intensidad silvícola de la gestión forestal en Galicia, donde raramente se planta inmediatamente después de la corta, estaría así evitando los daños de esta plaga. Las recomendaciones prácticas pasarían, por tanto, por mantener este

régimen silvícola laxo, algo que ya se aplica dentro de la normalidad. Pero hay que valorar que cuando se intensifique la gestión forestal en Galicia, es muy probable que la incidencia del insecto sea mucho mayor de la encontrada en el presente experimento.

A su vez, viendo la influencia de la temperatura y sobre todo por la influencia directa de la fecha de corta en los daños producidos en las plántulas, se podría establecer un calendario para establecer una determinada gestión silvícola, y a partir de una planificación bien diseñada, establecer cuál es el mejor periodo para repoblar. Para ello sería necesario, no obstante, estudios complementarios que abarquen distintas fechas de plantación y que analicen los daños causados por el insecto durante todo el ciclo de vida del mismo.

Por último, mantener una densidad de arbolado tras la corta, algo que según algunos experimentos previos parece conveniente, no resulta recomendable según los datos aportados en el presente estudio. Las diferencias en las especies que permanecen remanentes tras la corta (coníferas vs frondosas) podría explicar esta aparente contradicción por lo que se estima que sería conveniente analizar en otro experimento esta correlación distinguiendo las especies que quedan tras la corta.

8. CONCLUSIONES

1. Los resultados indican una enorme variabilidad en la incidencia y abundancia de *H. abietis* entre las parcelas analizadas, pero con los datos obtenidos se puede concluir que *H. abietis* es una plaga forestal potencialmente problemática en Galicia.
2. No se aprecia una preferencia por parte del insecto entre las dos especies de coníferas empleadas en el experimento.
3. Respecto a los factores relacionados con la ecología del paisaje se ha visto que la abundancia y continuidad de pinares o masas de coníferas no parece ser un factor que influya en la dinámica poblacional e incidencia del insecto.
4. Por último, el factor más influyente en la incidencia de *H. abietis* está relacionado con la fecha en la que se realizó la corta, factor que está directamente implicado con la gestión silvícola.

9. REFERENCIAS

1. Ayres, M.P. & Lombardero, M.J. (2000). Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of the Total Environment*. 262, 263–286.
2. Bejer-Petersen, B., Juutinen, P., Kangas, E., Bakke, A., Butovitsch, V., Eidmann, H., Heqvist, K. J., Lekander, B. (1962) Studies on *Hylobius abietis* L. *Acta Entomologica Fennica*.
3. Bakke A., and B. Lekander (1965). Studies on *Hylobius abietis* L. II. The influence of exposure on the development and production of *Hylobius abietis*, illustrated through one Norwegian and one Swedish experiment. *Meddeleser fra det. Norske Skogforsoksvesen*, 20:117-135.
4. Bejer-Petersen, E. (1975). Length of development and survival of *Hylobius abietis* as influenced by silvicultural exposure to sunlight. *Den Kongelige Vetrinar-og Landbohojskolesarskrift*. 1975, 111-120.
5. Björklund, N. (2004). Movement behaviour and resource tracking in the pine weevil *Hylobius abietis*. PhD Thesis. *Silvestria* 302. Department of Entomology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
6. Bylund, H., Nordlander, G. & Nordenhem, H. (2004). Feeding and oviposition rates in the pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Bulletin of Entomological Research*, 94, 307–317.
7. Chen, A.-C., Hill, J.K., Ohlemuller, P., Roy, D.B. & Thomas, C.D. (2011). Rapid range shifts in species associated with high levels of climate warming. *Science*. 333, 1024–1026.
8. Dillon, A. B., Downes, M. J. Ward, D., Griffin, C. T. (2006). Optimizing application of entomopathogenic nematodes to manage large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera:Curculionidae) populations, biological control and developing in pine stumps, *Pinus sylvestris*. 253-263.
9. Eidmann, H.H., (1969). Rüsselkäferschäden an verschiedenen Nahrungspflanzen. *Anzeiger f. Schädlingskunde u. Pflanzenschutz* 42, 22–26.
10. Evans, L.M., Hofstetter, R.W., Ayres, M.P. & Klepzig, K.D. (2011). Temperature alters the relative abundance and population growth rates of species within the *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae) community. *Environmental Entomology*. 40, 824–834.
11. Fedderwitz, F.; Björklund, N., Ninkovic, N., Nordlander, G. (2014). Diel behaviour and time Budget of the adult pine weevil *Hylobius abietis*. *Physiological Entomology* 39:103-110.
12. Häggström, B. (1958). Resultat av några försöksplanteringar. *Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr. Årg. 1958*, 162–178.
13. Hansen, L. W., Ravn, H. P. y Geldmann, J. (2005). Within- and between-stand distribution of attacks by pine weevil [*Hylobius abietis* (L.)]. *Scandinavian Journal of Forest Research*; 20:122-129.

14. Kohmann, K. (1995). Height growth and survival of different spruce seedling types. Rapport fra Skogforsk 6/95, p. 14.
15. Langström, B. (1982). Abundance and seasonal activity of adult *Hylobius abietis* weevils in reforestation areas during first years following final felling. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. 106:1-23.
16. Långström, B. and Day, K. R. (2004). Damage, control and management of weevil pests, especially *Hylobius abietis*, pp. 415–444. In: F. Lieutier, K. R. Day, A. Battisti, J.-C. Grégoire, and H. F. Evans (eds.). Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, a Synthesis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
17. Leather S.R., Day K.R., Salisbury A. (1999). The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae): a problem of dispersal? Bulletin of Entomology. Res. 89: 3–16.
18. Lekander, B., Söderström, V. (1969). Studie över snytbaggeangrepp på barrträdsplantor. Sv. Skogsv Förb. Tidskr. 67. 351–383.
19. Maňák V., Nordenhem H., Björklund N., Lenoir L., Nordlander G. (2013). Ants protect conifer seedlings from feeding damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. Agricultural and Forest Entomology. 15, 98–105.
20. Moore, R., Brixey, J., Milner, A.D. (2004). Effect of time of year on the development of immature stages of the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.) in stumps of Sitka spruce (*Picea sitchensis* Carr.) and influence of felling date on their growth, density and distribution. Journal of Applied Entomology. 128, 167–176.
21. Moreira, X., R. Costas, L. Sampedro and R. Zas (2008). Short communication. A simple method for trapping *Hylobius abietis* (L.) alive in northern Spain. Centro de Investigación e Información Ambiental de Lourizán. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales. 188-192.
22. Moreira, X. (2005). Consecuencias del ataque de *Hylobius abietis* sobre el desarrollo y el estado nutricional de una plantación de *Pinus pinaster*, Proyecto de Fin de Carrera. Universidad de Santiago de Compostela.
23. Moreira X, Sampedro L, Zas R (2009). Defensive responses of *Pinus pinaster* seedlings to exogenous application of methyl-jasmonate: concentration effect and systemic response. Environmental and Experimental Botany 67:94–100.
24. Moreira, X., Zas, R., Sampedro, L., (2013). Additive genetic variation in resistance traits of an exotic pine species: little evidence for constraints on evolution of resistance against native herbivores. Heredity. 110, 449–456.
25. Nordenhem, H. (1989). Age, sexual development, and seasonal occurrence of the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). Journal of Applied Entomology. 108, 260-270.
26. Nordlander G. (1987). A method for trapping *Hylobius abietis* with standardised bait and its potential for forecasting seedling damage. Scandinavian Journal of Forest Research. 2, 199-213.

27. Nordlander, G., Nordenhem, H. & Bylund, H. (1997) Oviposition patterns of the pine weevil *Hylobius abietis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 85, 1–9.
28. Nordlander, G., Bylund, H., Örlander, G. & Wallertz, K. (2003). Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in a regeneration area with and without shelterwood. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 18, 438–448.
29. Öhrn, P. Klingenberg, M. Hopkins, G. Björklund, N. (2008). Two non-destructive techniques for determining the sex of live adult *Hylobius warreni*. *The Canadian Entomologist*. 140:617-620.
30. Örlander, G., Nilsson, U. & Nordlander, G. (1997). Pine weevil abundance on clear-cuttings of different ages: a 6-year study using pitfall traps. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 12, 225–240.
31. Örlander, G., Nilsson, U. (1999). Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedlings survival. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 14, 341–354.
32. Örlander, G., Nordlander, G., Wallertz, K., & Nordenhem, H. (2000) Feeding in the crowns of Scots pine trees by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 15, 194-201.
33. Örlander G., Nordlander G. (2003) Effects of field vegetation control on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to newly planted Norway spruce seedlings, *Annals of Forest Science*. 60, 667–673.
34. Petersson M., Örlander G. (2003). Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage, *Canadian Journal of Forest Research*. 33, 64–73.
35. Pinkard, E.A., Battaglia, M., Bruce, J., Leriche, A. & Kriticos, D.J. (2010). Process-based modelling of the severity and impact of foliar pest attack on eucalypt plantation productivity under current and future climates. *Forest Ecology and Management*. 259, 839-847.
36. Piou, D. (1993). Rôle d'*Hylobius abietis* (L) (Col, Curculionidae) dans le transport de *Leptographium procerum* (Kendr) Wingf et son inoculation au pin sylvestre. *Annales des Sciences Forestières*. 50, 297-308.
37. Sampedro, L. Moreira, X., Martins, P., Zas, R. (2009). Growth and nutritional response of *Pinus pinaster* to *Hylobius abietis* attack. *Trees*. 23:1189–1197.
38. Sampedro L, Moreira X, Zas R. (2011). Resistance and response of *Pinus pinaster* seedlings to *Hylobius abietis* after induction with methyl jasmonate. *Plant Ecology*. 212: 397-401.
39. Selander, J. (1993). Survival model for *Pinus sylvestris* seedlings at risk from *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 8, 66–72.
40. Söderström, V. (1974). Soil treatment. *Sv. Skogv. Förb. Tidskr.* 72(1), 157–165.
41. Solbreck, C. & Gyldberg, B. (1979). Temporal flight pattern of the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Coleoptera, Curculionidae), with special

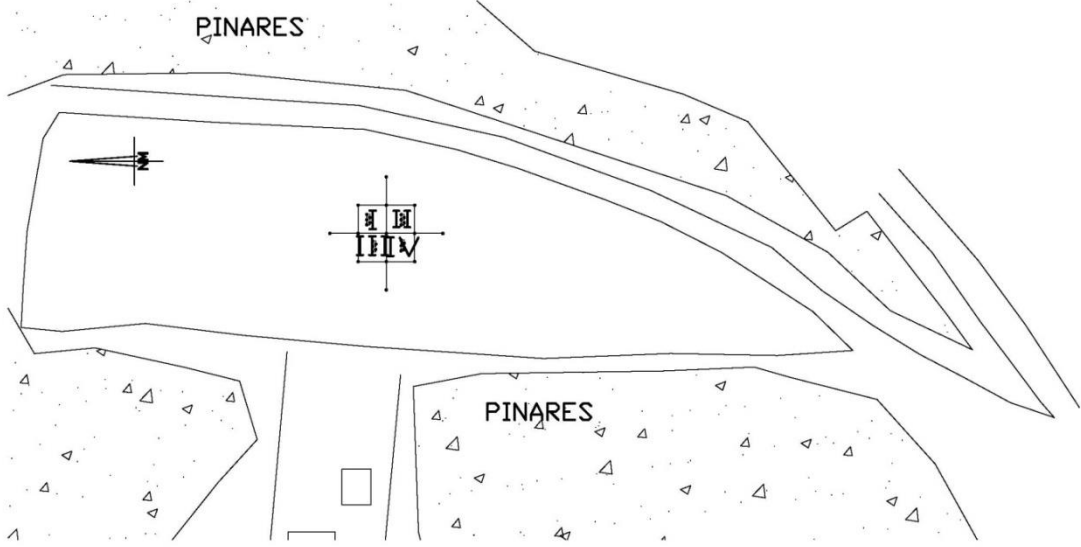
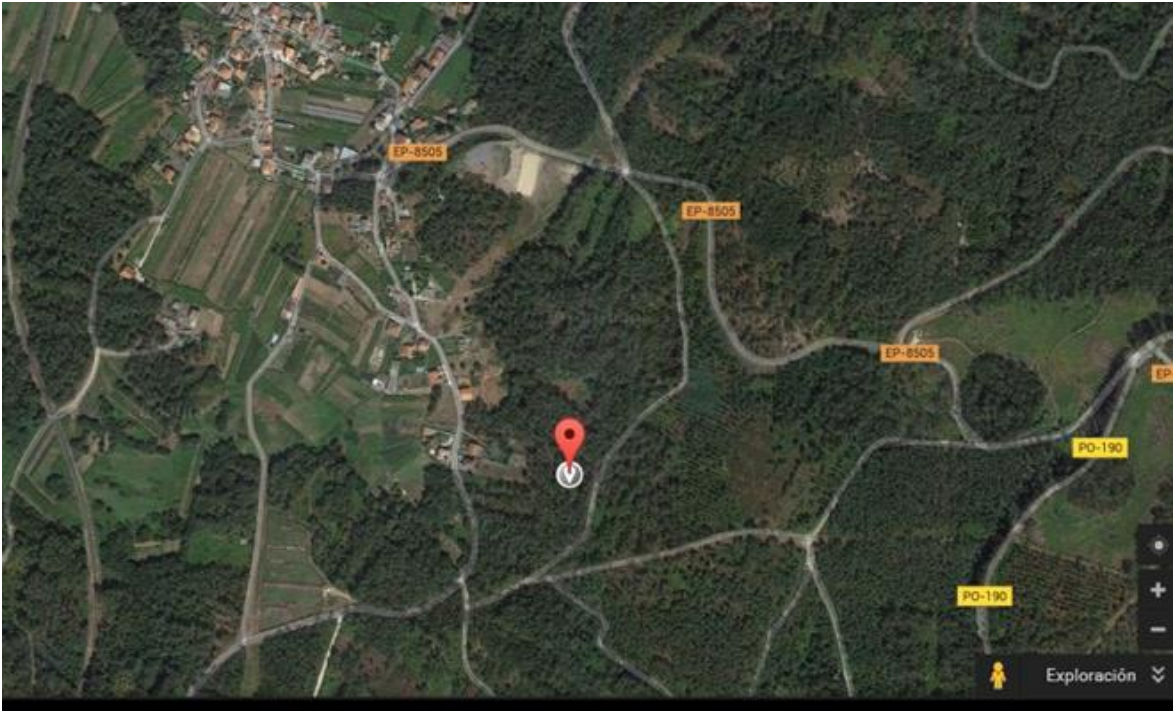
- reference to the influence of weather. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*. 88, 532–536.
42. von Sydow F.V. (1997). Abundance of pine weevils (*Hylobius abietis*) and damage to conifer seedlings in relation to silvicultural practices, *Scandinavian Journal of Forest Research*. 12, 157–167.
43. Tan, J.Y., Wainhouse, D., Morgan, G. & Day, K.R. (2011). Interaction between flight, reproductive development and oviposition in the pine weevil, *Hylobius abietis*. *Agricultural and Forest Entomology*. 13, 149–156.
44. Thorsén, Å., Mattsson, S., Weslien, J.-O. (2001). Influence of stem diameter on the survival and growth of containerised Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius* spp.). *Scandinavian Journal of Forest Research*. 16, 21–29.
45. Tilles, D.A., Sjödin, K., Nordlander, G. & Eidmann, H.H. (1986). Synergism between ethanol and conifer host volatiles as attractants for the pine weevil, *Hylobius abietis* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology*. 79, 970–973.
46. Toivonen, R. & Viiri, H. (2006). Adult large pine weevils *Hylobius abietis* feed on silver birch *Betula pendula* even in the presence of conifer seedlings. *Agricultural and Forest Entomology*. 8, 121–128.
47. Wainhouse, D., Boswell, R. & Ashburner, R. (2004). Maturation feeding and reproductive development in adult pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Bulletin of Entomological Research*. 94, 81–87.
48. Zas, R., Sampedro, L., Prada, E., Fernández-López, J., (2006). Genetic variation of *Pinus pinaster* Ait. seedlings in susceptibility to *Hylobius abietis* L. *Annals of Forest Science*. 62, 681–688.
49. Zas, R., Sampedro, L., Prada E., Lombardero M. J., Fernández-López, J. (2005). Fertilization increases *Hylobius abietis* L. damage in *Pinus pinaster* Ait. seedlings. *Forest Ecology and Management* 222, 137–144.
50. Zas, R., Moreira, X., Sampedro, L., (2011). Tolerance and induced resistance in a native and an exotic pine species: relevant traits for invasion ecology. *Journal of Ecology*. 99, 1316–1326.
51. Zas R., Björklund N., Nordlander G., Cendán C., Hellqvist C., Sampedro L. (2014). Exploiting jasmonate-induced responses for field protection of conifer seedlings against a major forest pest, *Hylobius abietis*. *Forest Ecology and Management*. 313, 212–223.
52. 4º Inventario Forestal Nacional. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

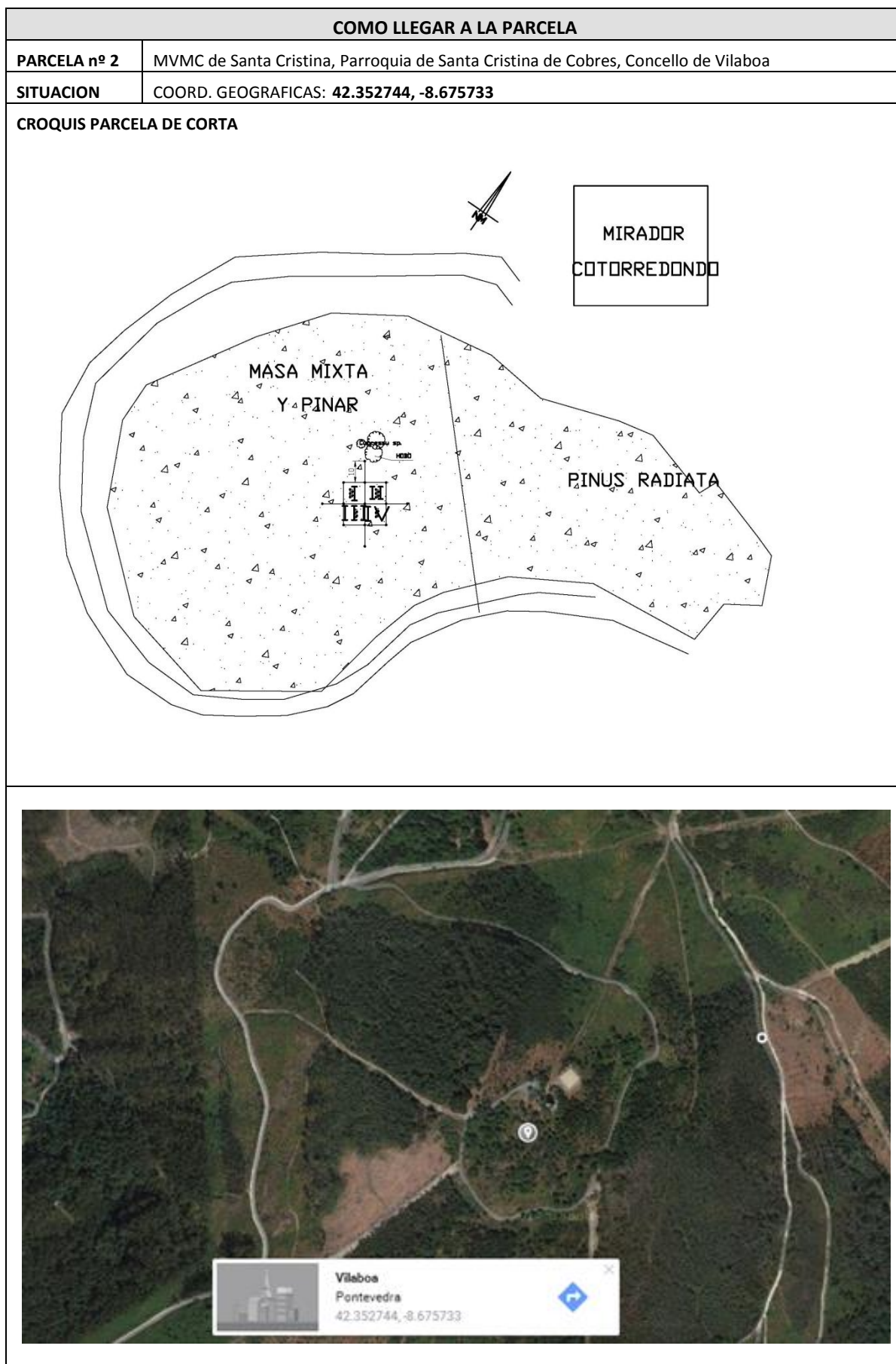
10. AGRADECIMIENTOS

- Servicio de Montes de la Xunta de Galicia por su colaboración al inicio del proyecto
- Todas las comunidades de Montes que han colaborado:
 1. MVMC de Cordeiro - Municipio de Valga
 2. MVMC de Godos - Municipio de Caldas de Reis
 3. MVMC de San Clemente - Municipio de Caldas de Reis
 4. MVMC de Outeiro - Municipio de Portas
 5. MVMC de Lantaño - Municipio de Portas
 6. MVMC de Campañó - Municipio de Pontevedra
 7. MVMC de Ventín - Municipio de Fornelos de Montes
 8. MVMC de Xesta - Municipio de A Lama
 9. MVMC de Santa Cristina de Cobres - Municipio de Vilaboa
 10. MVMC de Vilaboa - Municipio de Vilaboa
 11. MVMC de Domaio - Municipio de Moaña
 12. MVMC de Teis - Municipio de Vigo
 13. MVMC de Vincios - Municipio de Gondomar
 14. MVMC de Borreiros - Municipio de Gondomar
 15. MVMC Salgueirón do Mato - Municipio de Mos
 16. MVMC Porriño - Municipio de O Porriño
 17. MVMC de Xinzo - Municipio de Pontearreas
 18. MVMC de Soutelo - Municipio de Salceda de Caselas
 19. MVMC de Burgueira - Municipio de Oia
- Pablo Sierra, Álvaro Moraña y María Dolores del Servicio de Medio Ambiente por su colaboración en la parcela de Estacas.
- Göran Norlander y Niklas Björklund de la Swedish University of Agricultural Sciences por la ayuda prestada para diseñar este trabajo.
- Este trabajo fin de grado se realizó bajo la dirección del Dr. Rafael Zas Arregui, Xosé López Goldar y Estefanía Suárez Vidal del Grupo de Xenética e Ecoloxía Forestal da Misión Biolóxica de Galicia, CSIC, además de agradecerles a ellos su apoyo y su continua dedicación, también quiero agradecer al equipo humano de dicho departamento que de alguna manera participó en alguna de las fases del proyecto: Helena Pazó, Silvana Poceiro, Patricia Toledo, Benedicto, Gonzalo y en general a los técnicos y personal de campo de la Misión Biológica de Galicia.
- A Nuria Vázquez que me acompañó y apoyó de manera incondicional en las todas fases del proyecto.

11. ANEXOS

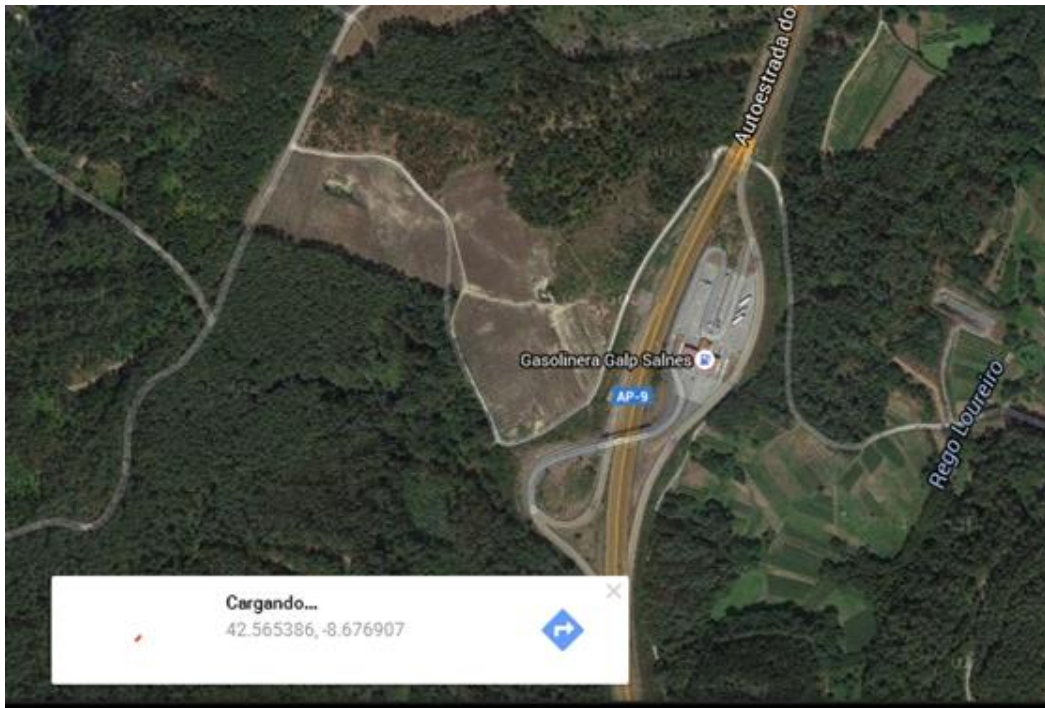
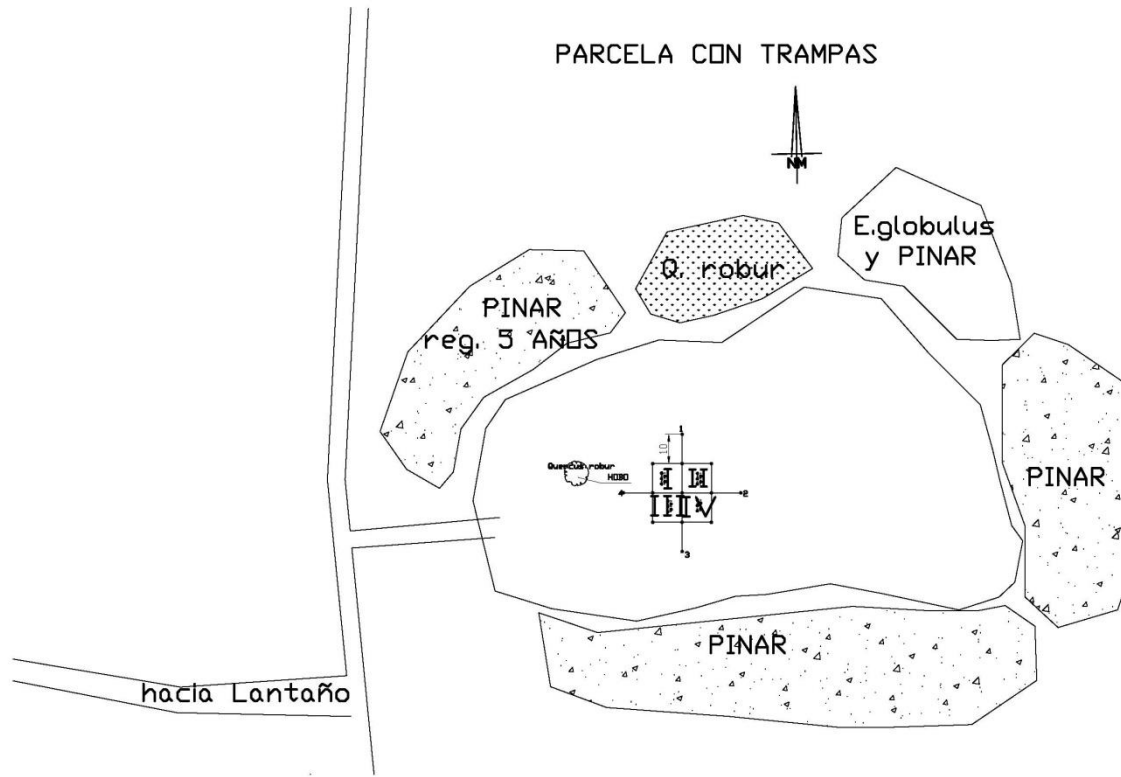
11.1. FICHAS DE PARCELAS

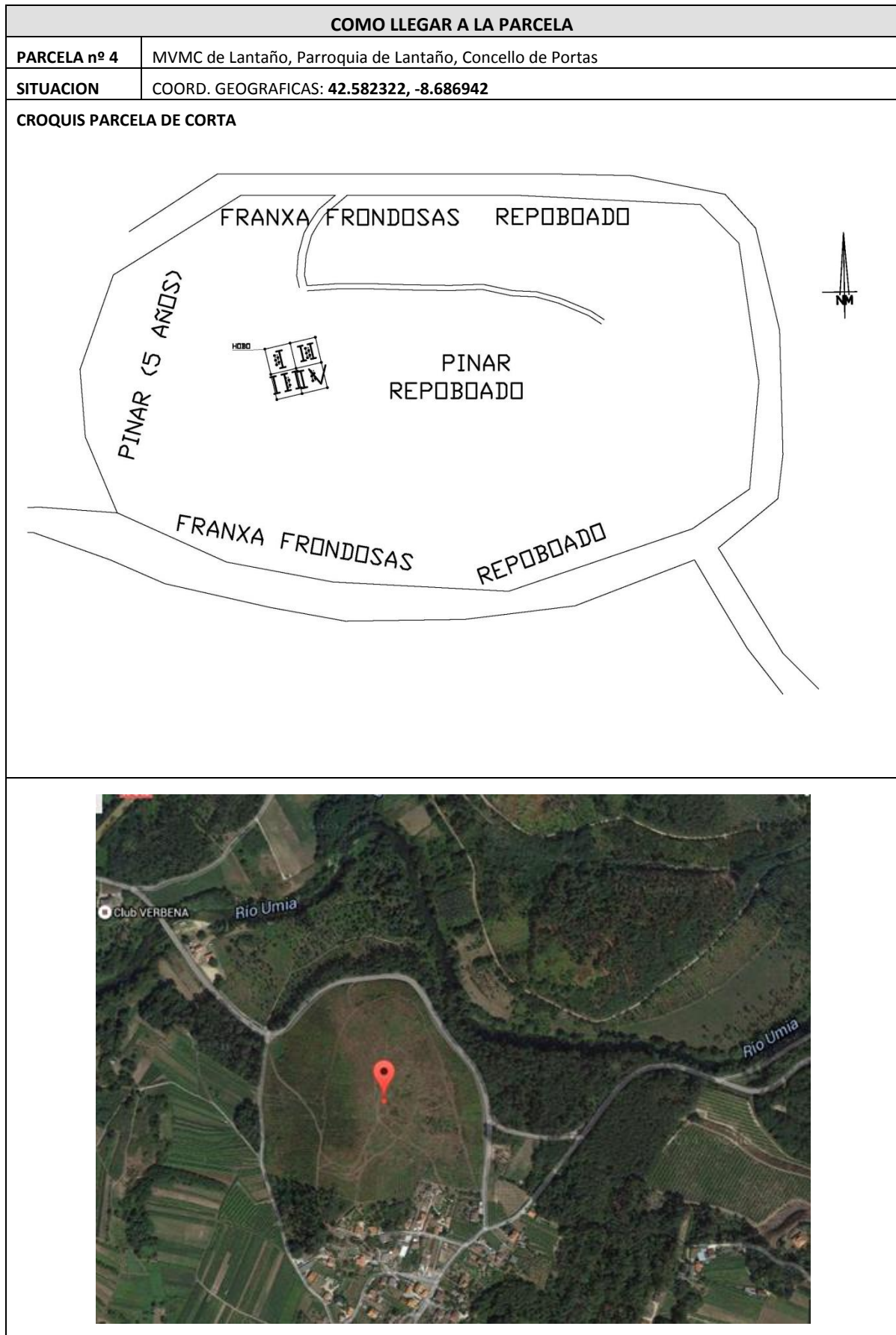
COMO LLEGAR A LA PARCELA	
PARCELA nº 1	MVMC de Cordeiro, Parroquia de Cordeiro, Concello de Valga
SITUACION	COORD. GEOGRAFICAS: 42.690935, -8.709066
CROQUIS PARCELA DE CORTA	
	
	

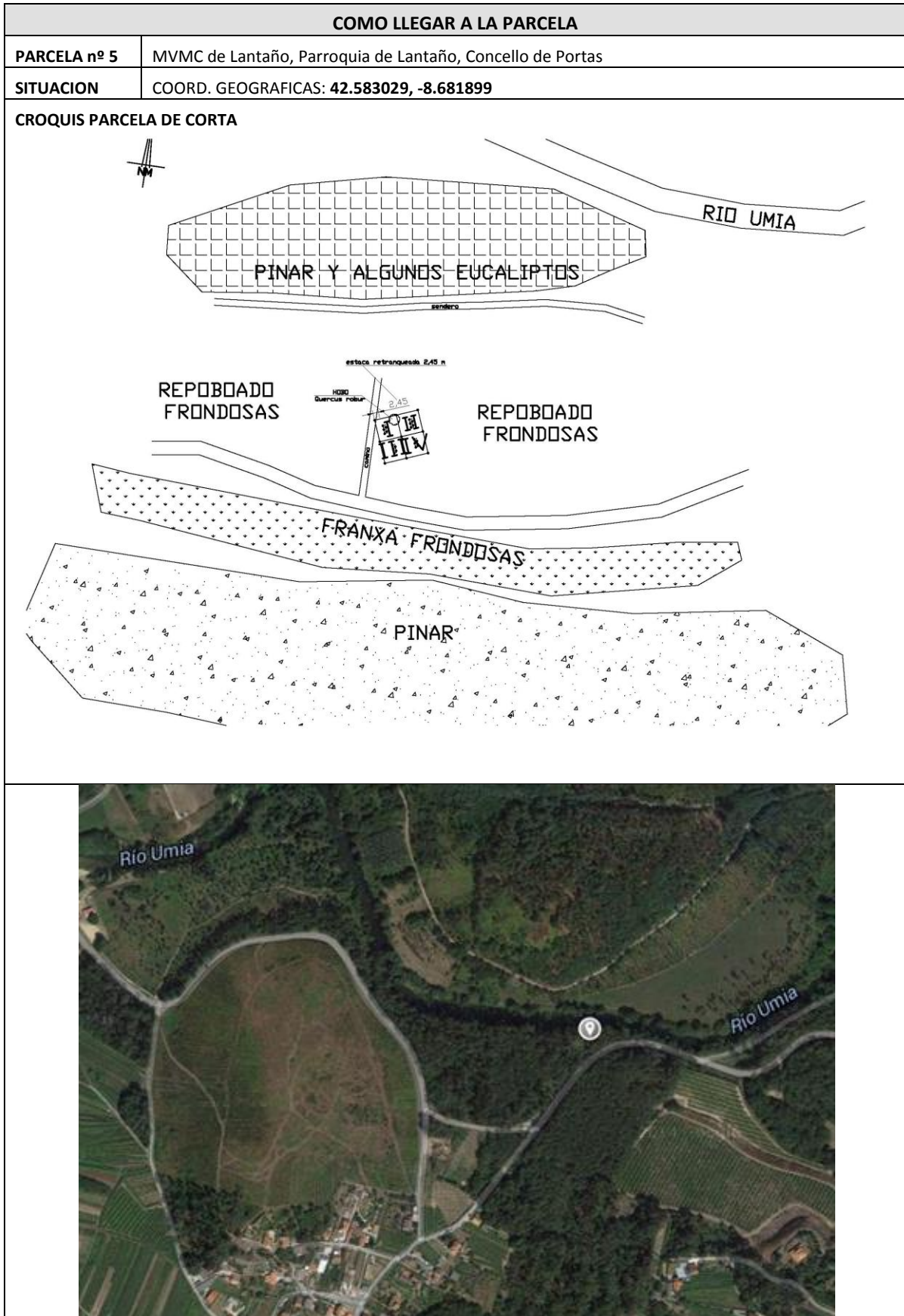


COMO LLEGAR A LA PARCELA	
PARCELA nº 3	MVMC de Outeiro, Parroquia de Santa María de Portas, Concello de Portas
SITUACION	COORD. GEOGRAFICAS: 42.565386, -8.676907

CROQUIS PARCELA DE CORTA

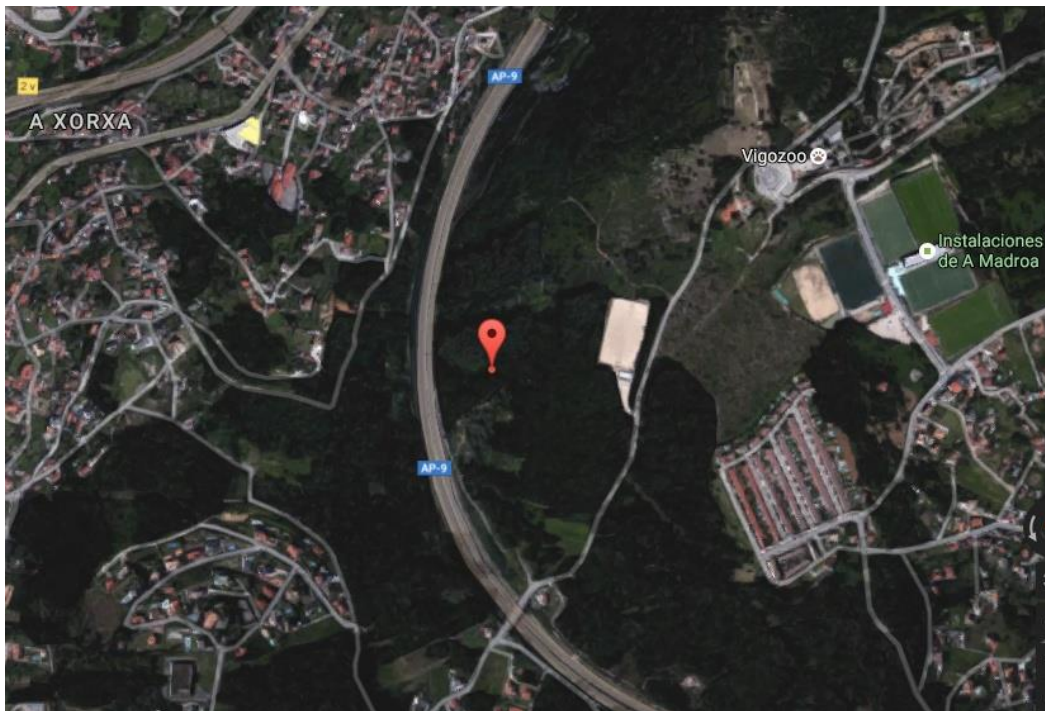
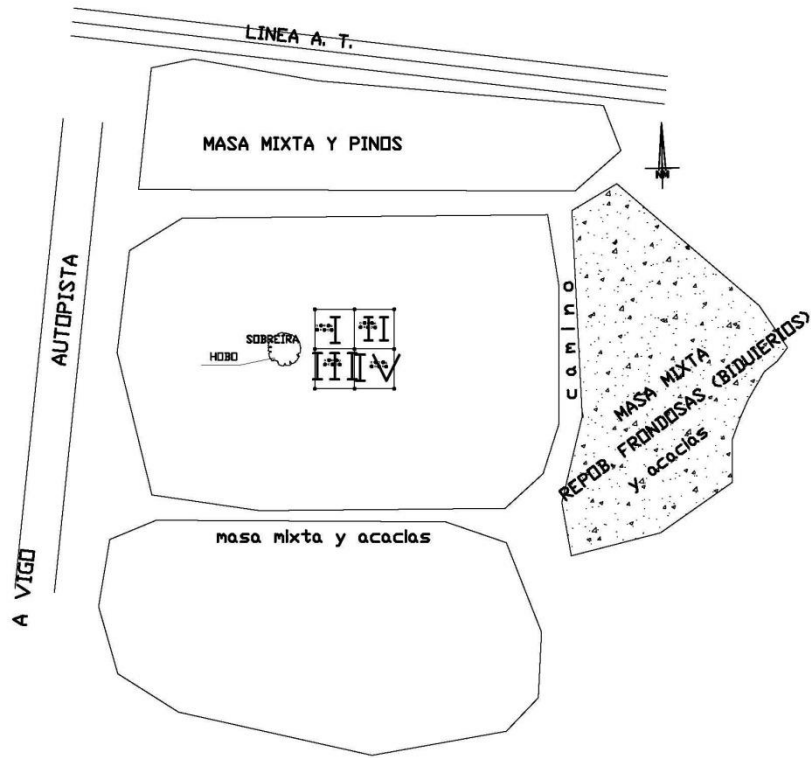






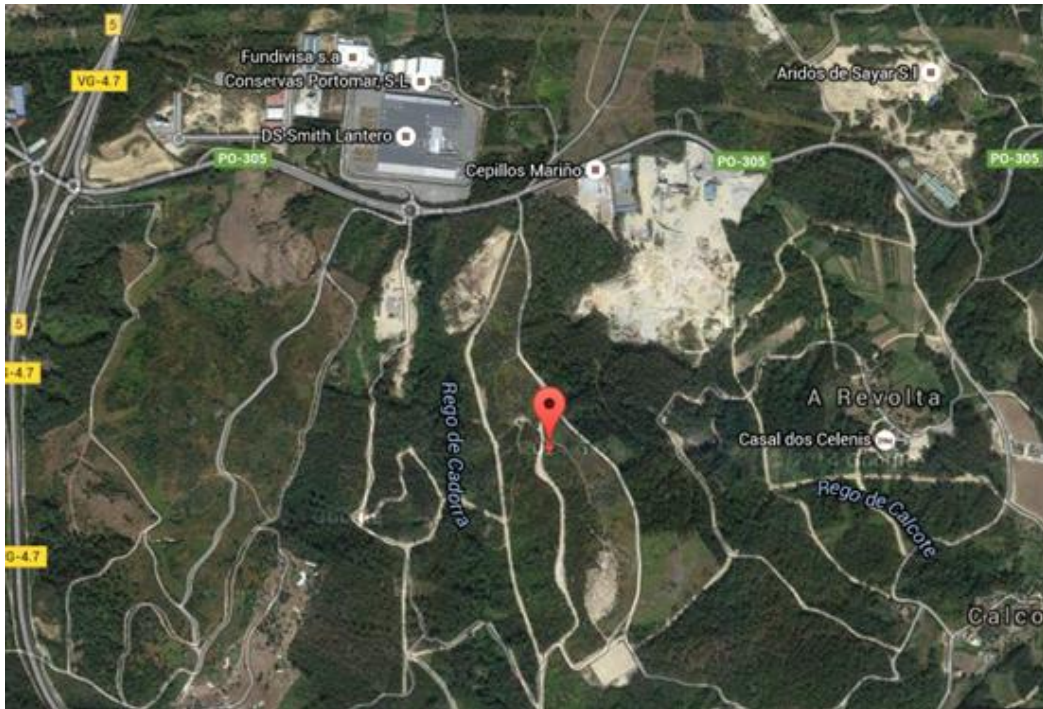
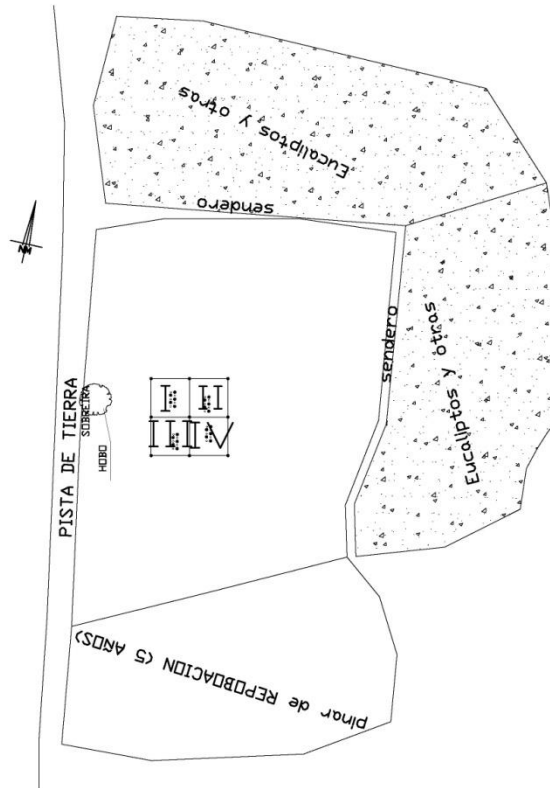
COMO LLEGAR A LA PARCELA	
PARCELA nº 6	MVMC de Teis, Parroquia de Teis, Concello de Vigo
SITUACION	COORD. GEOGRAFICAS: 42.245484, -8.681313

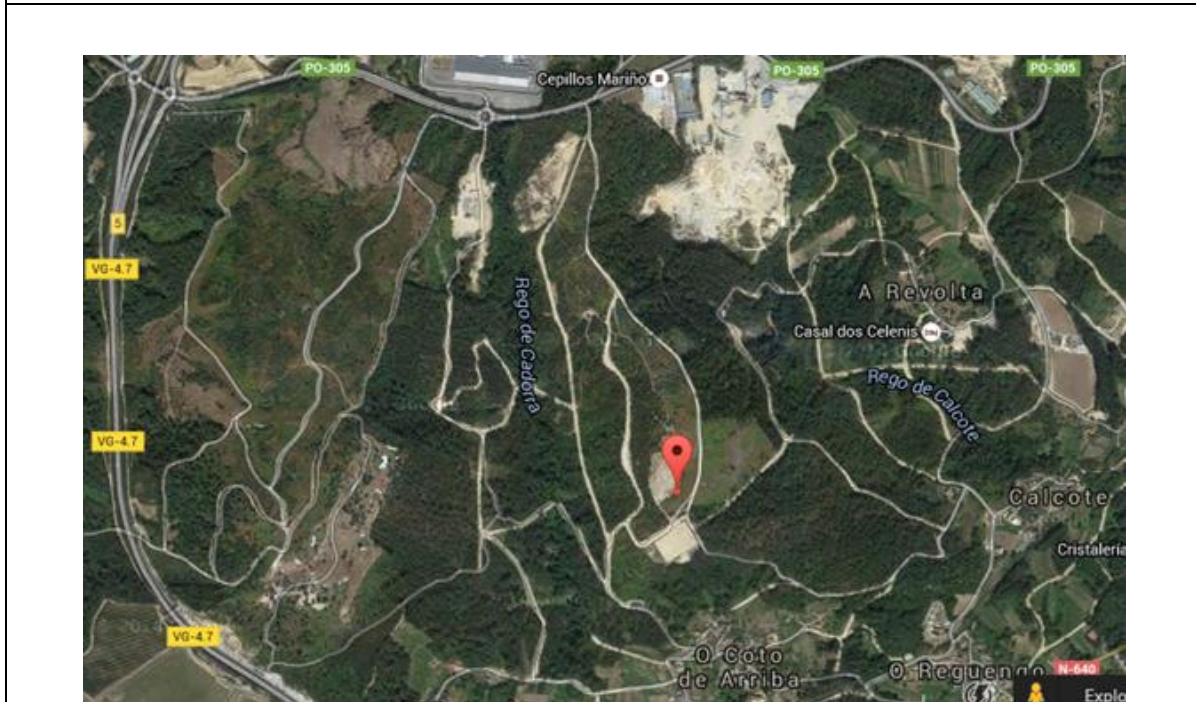
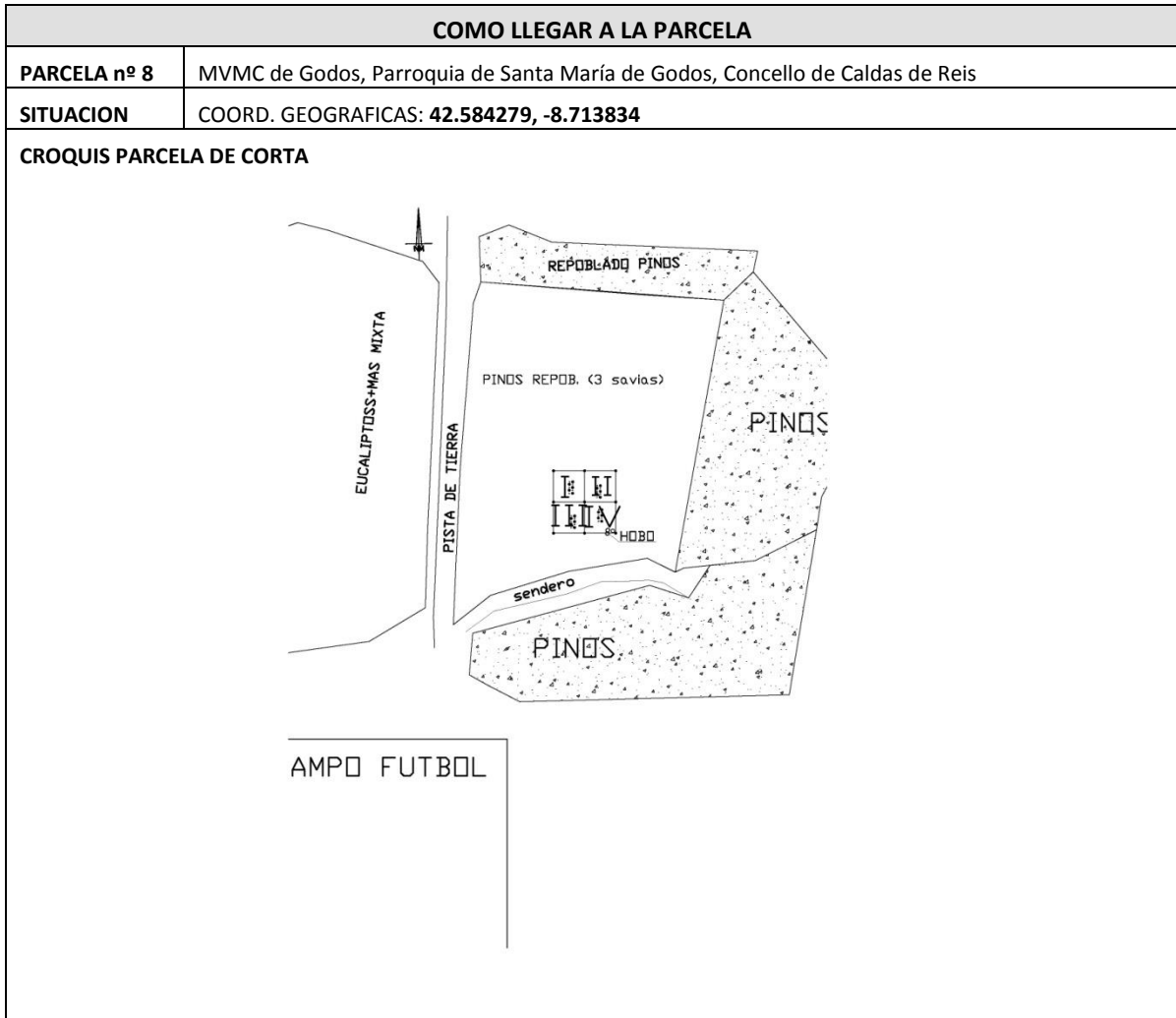
CROQUIS PARCELA DE CORTA

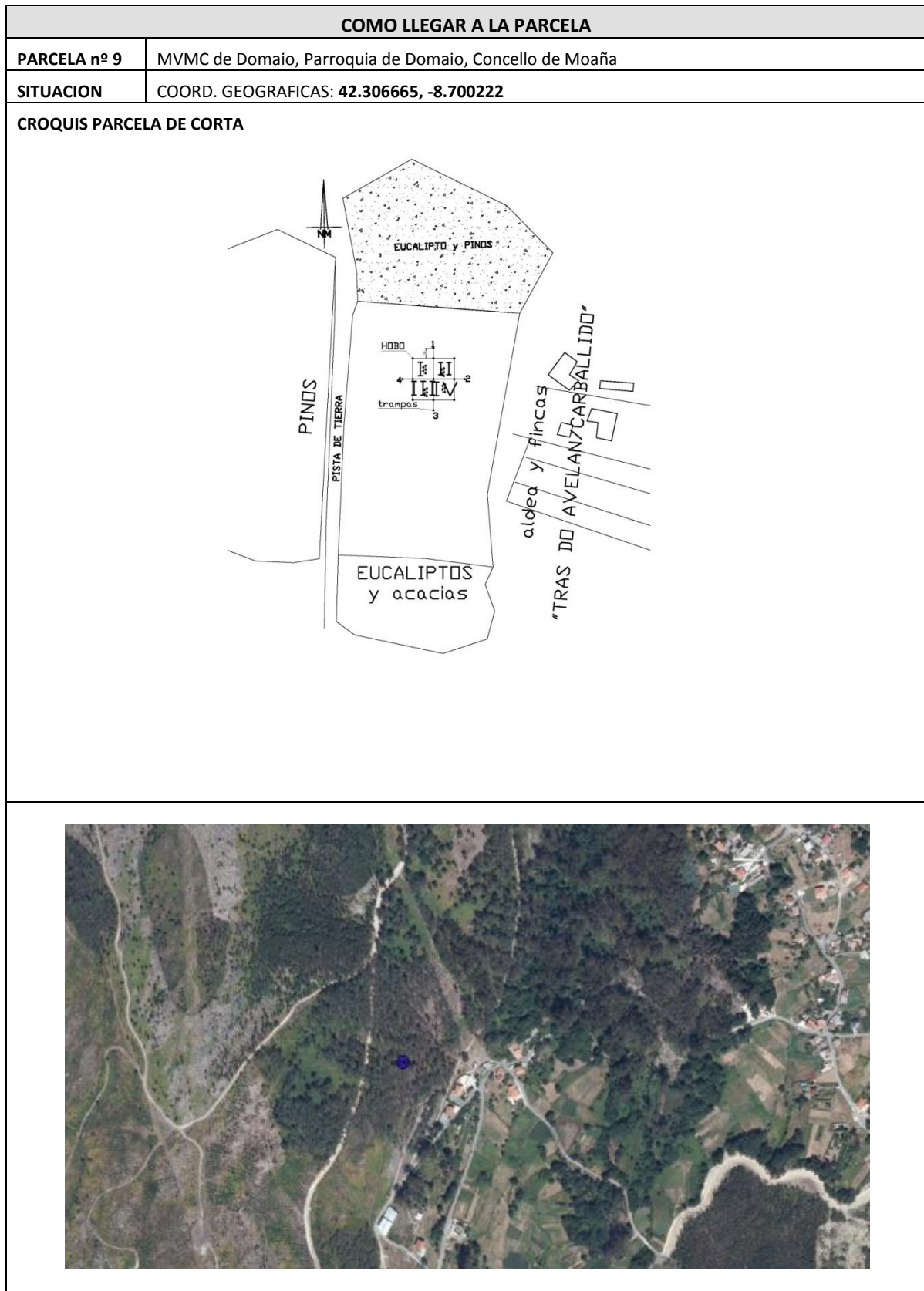


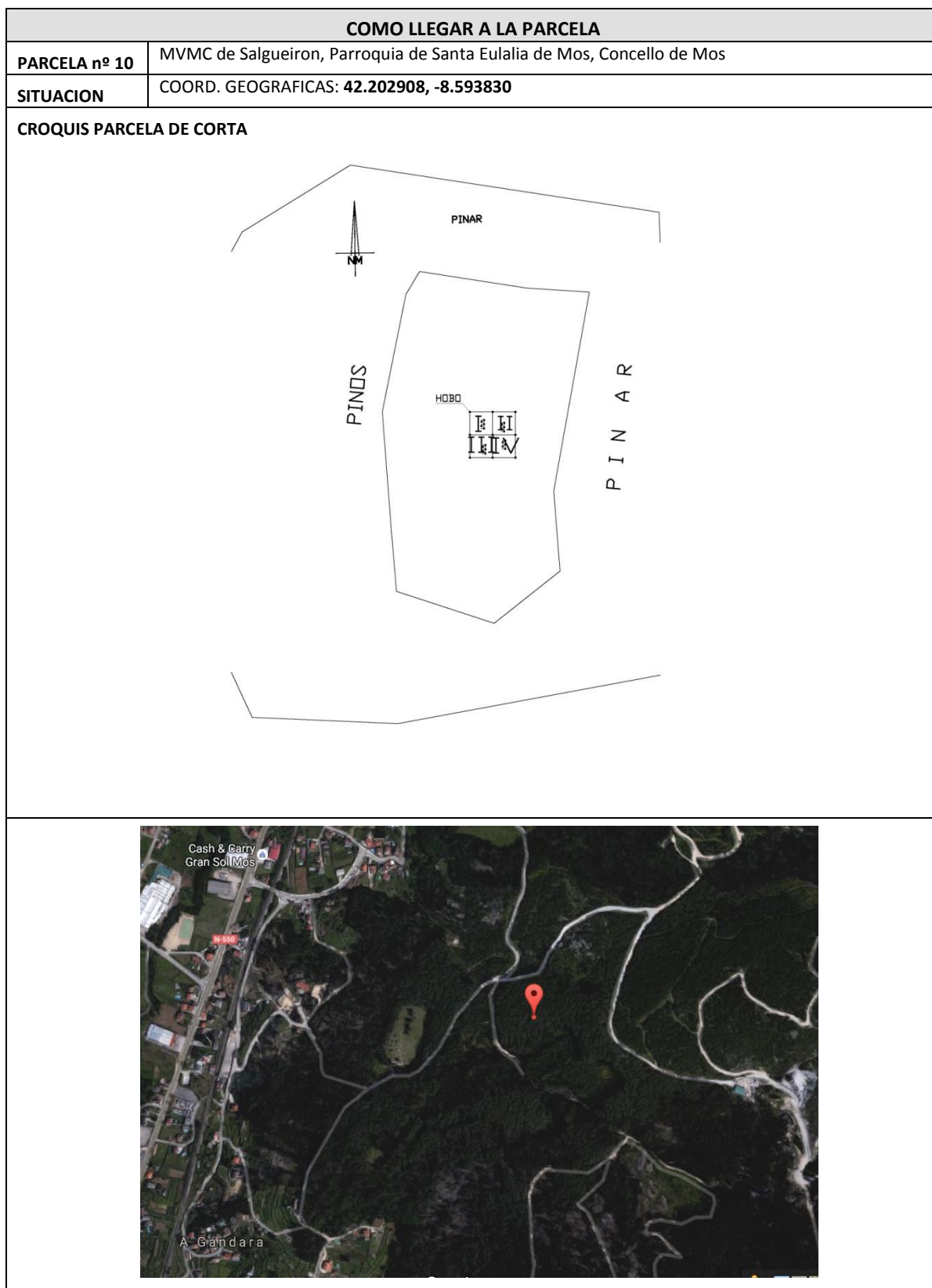
COMO LLEGAR A LA PARCELA	
PARCELA nº 7	MVMC de Godos, Parroquia de Santa María de Godos, Concello de Caldas de Reis
SITUACION	COORD. GEOGRAFICAS: 42.587725, -8.714381

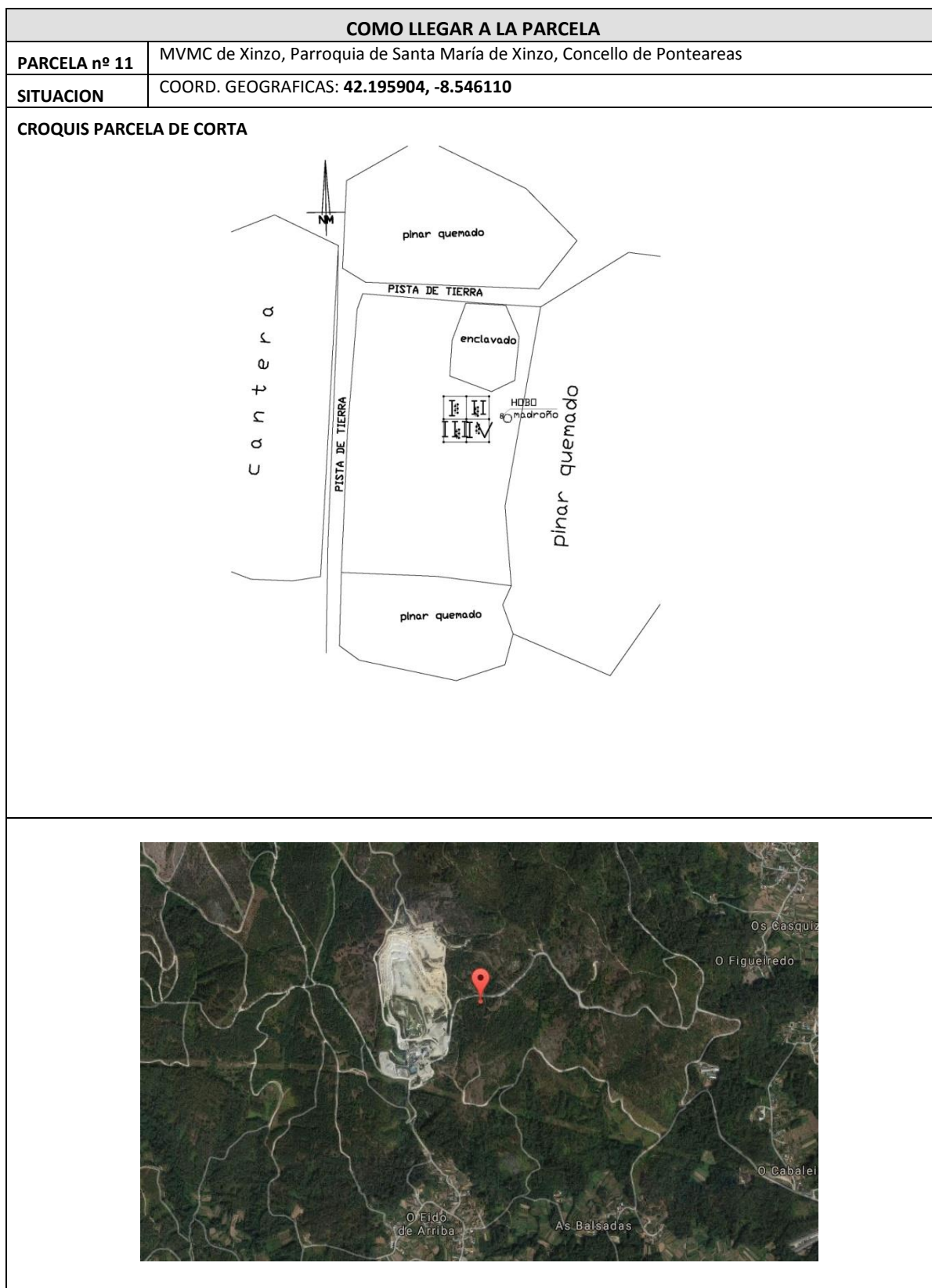
CROQUIS PARCELA DE CORTA





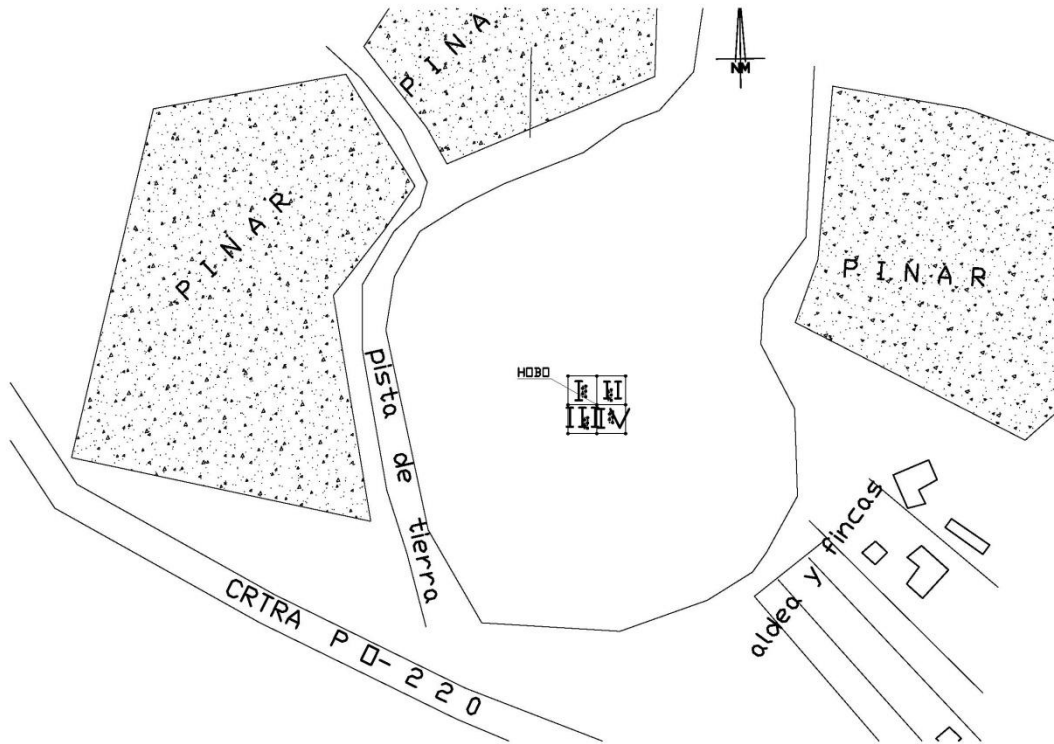


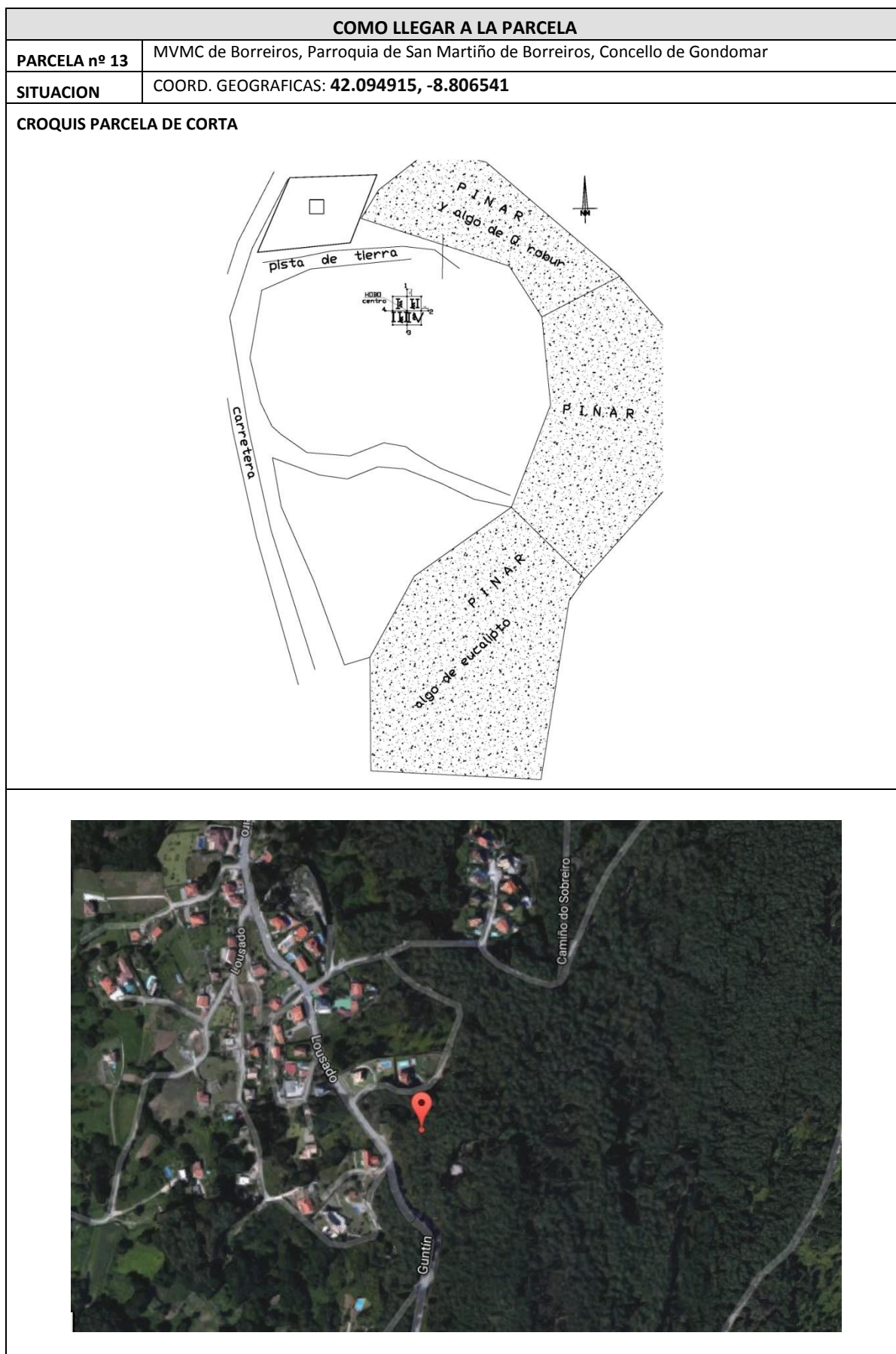


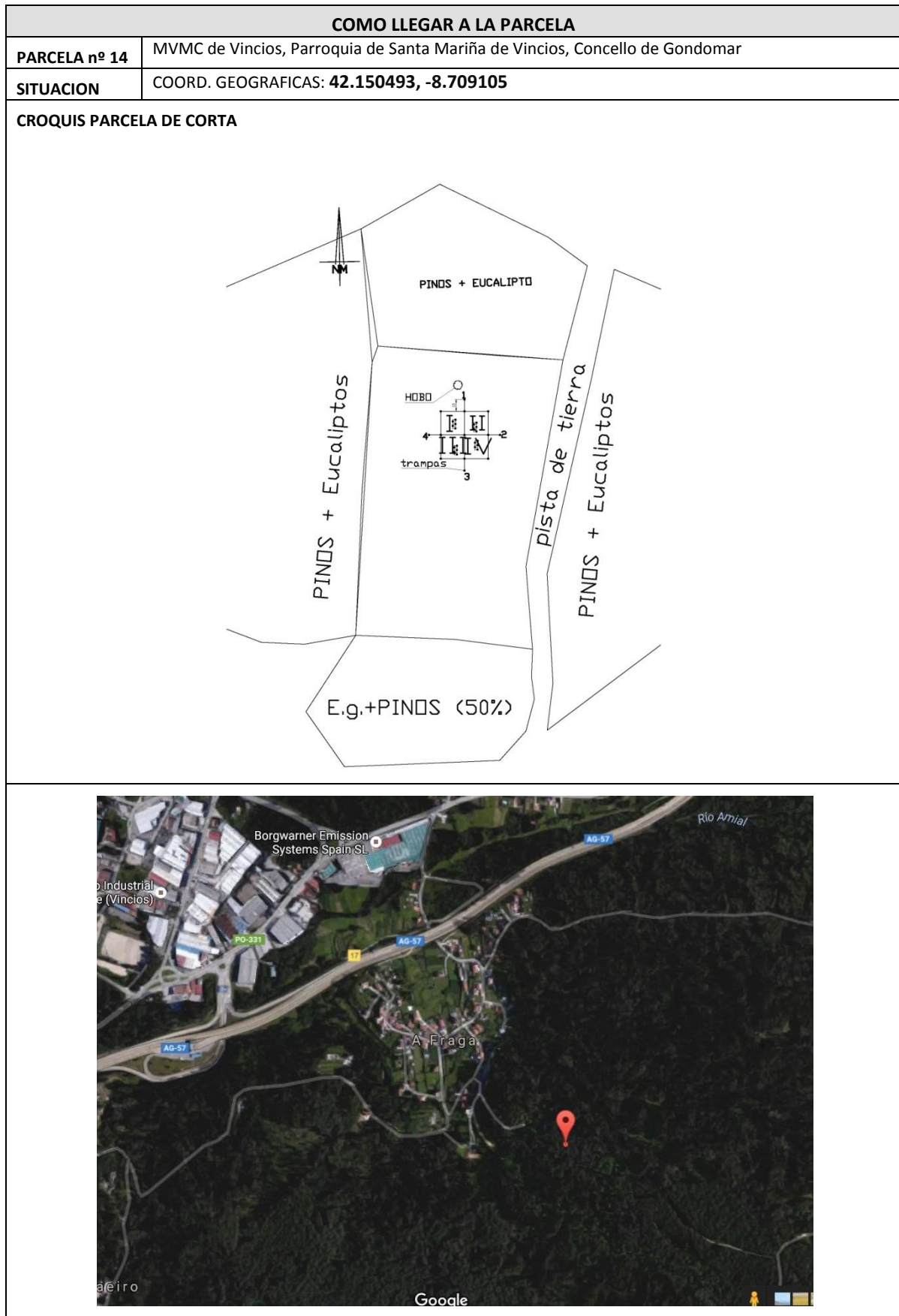


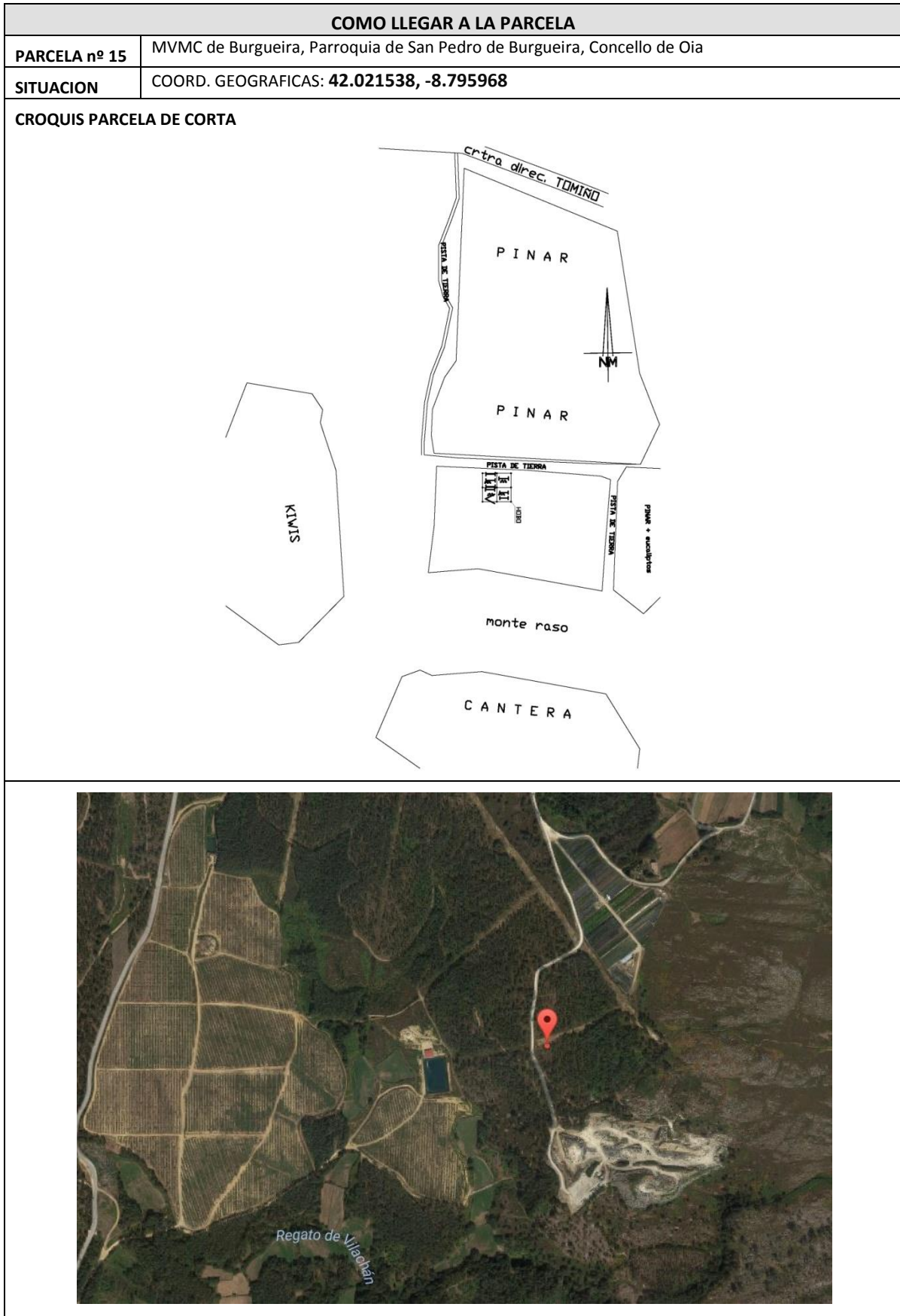
COMO LLEGAR A LA PARCELA	
PARCELA nº 12	MVMC de San Clemente, Parroquia de San Clemente, Concello de Caldas de Reis
SITUACION	COORD. GEOGRAFICAS: 42.652245, -8.620915

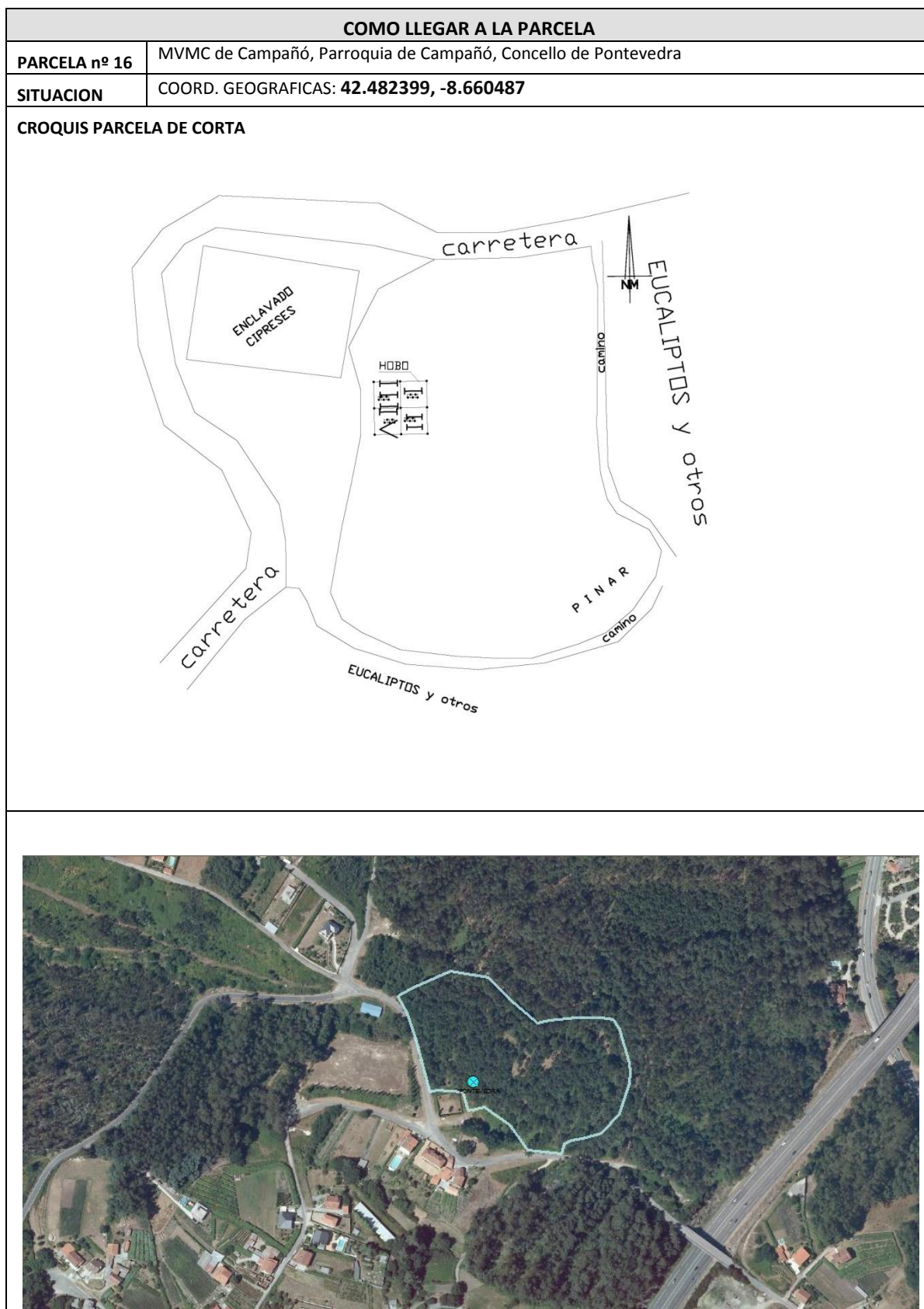
CROQUIS PARCELA DE CORTA

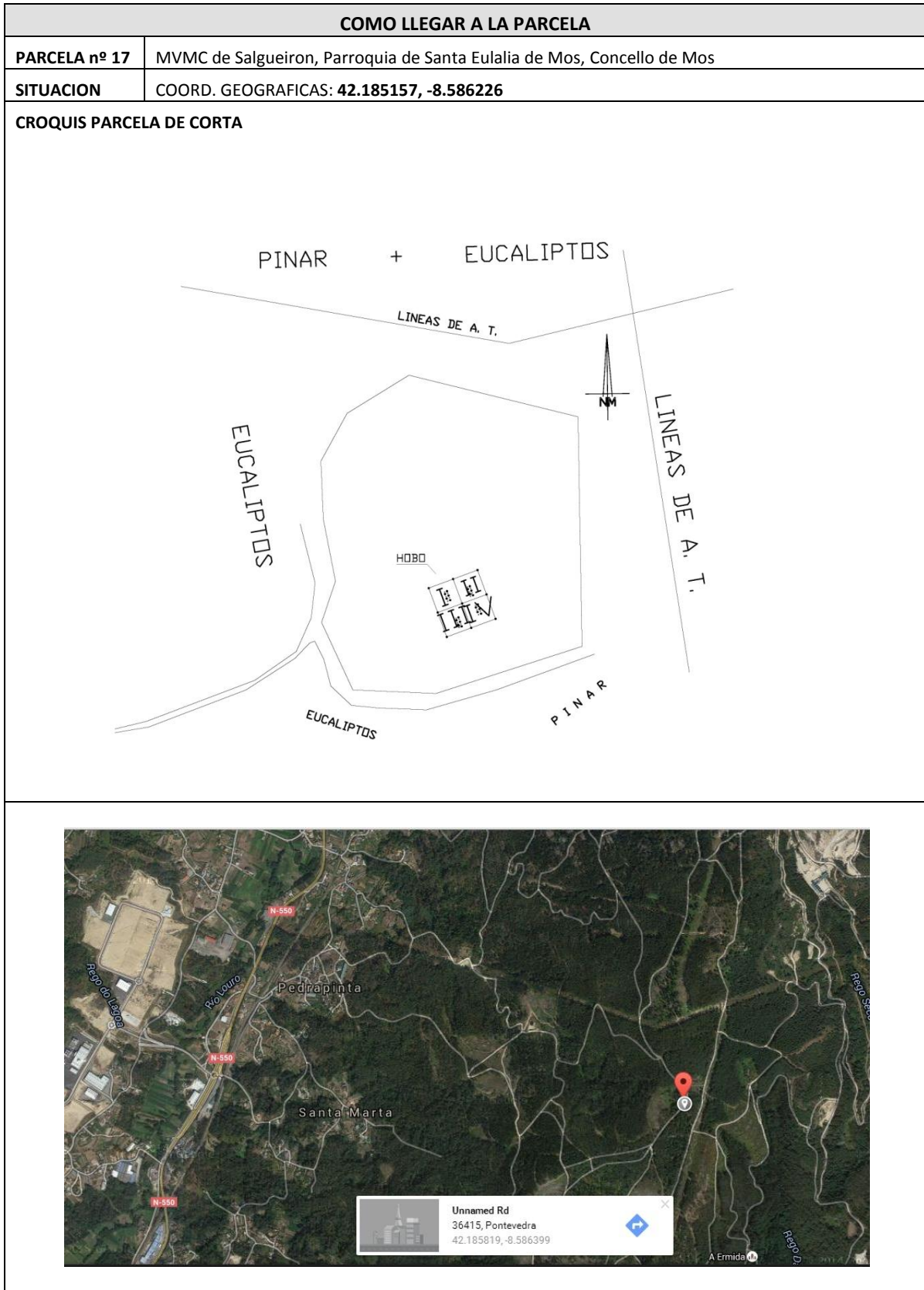





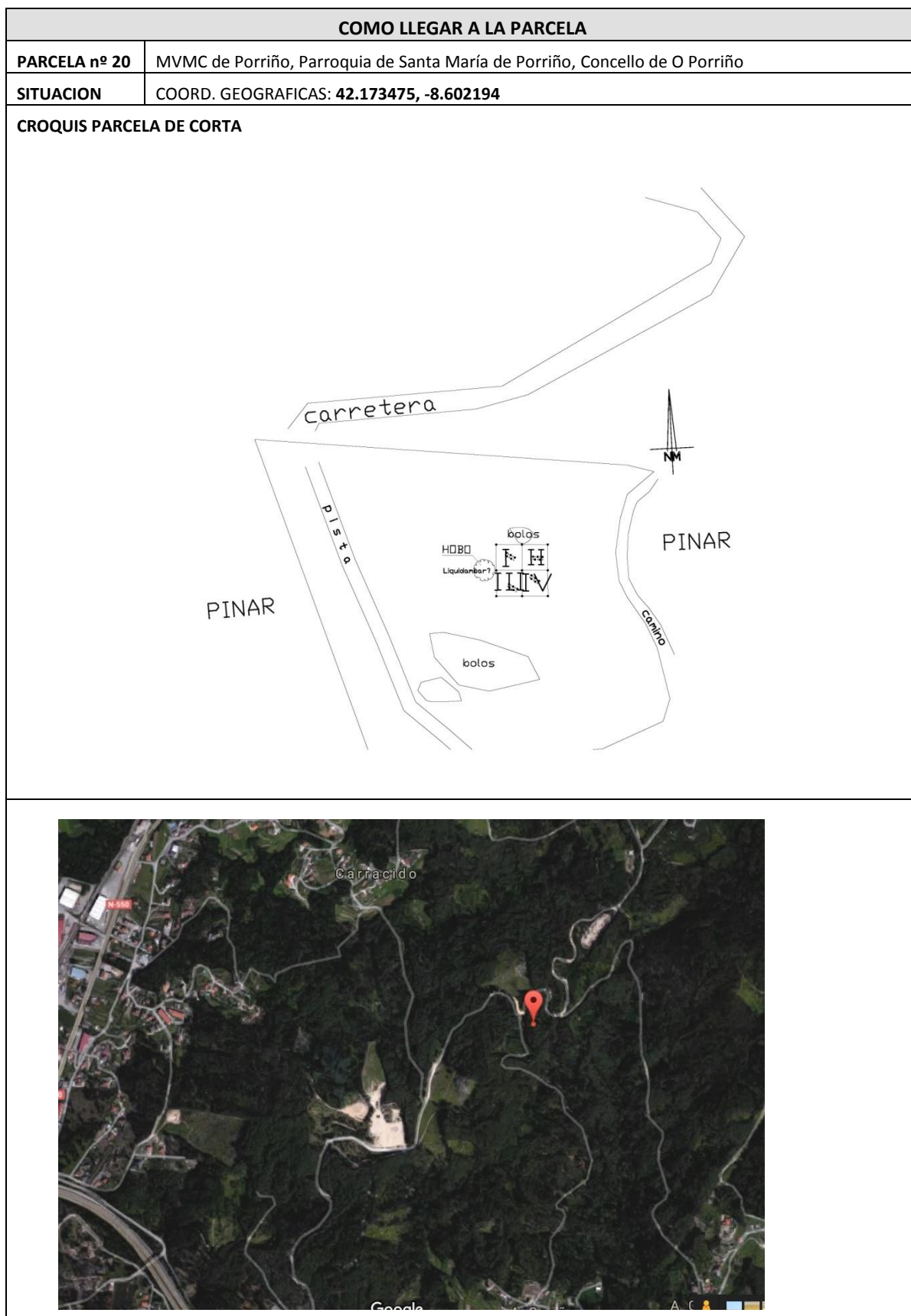


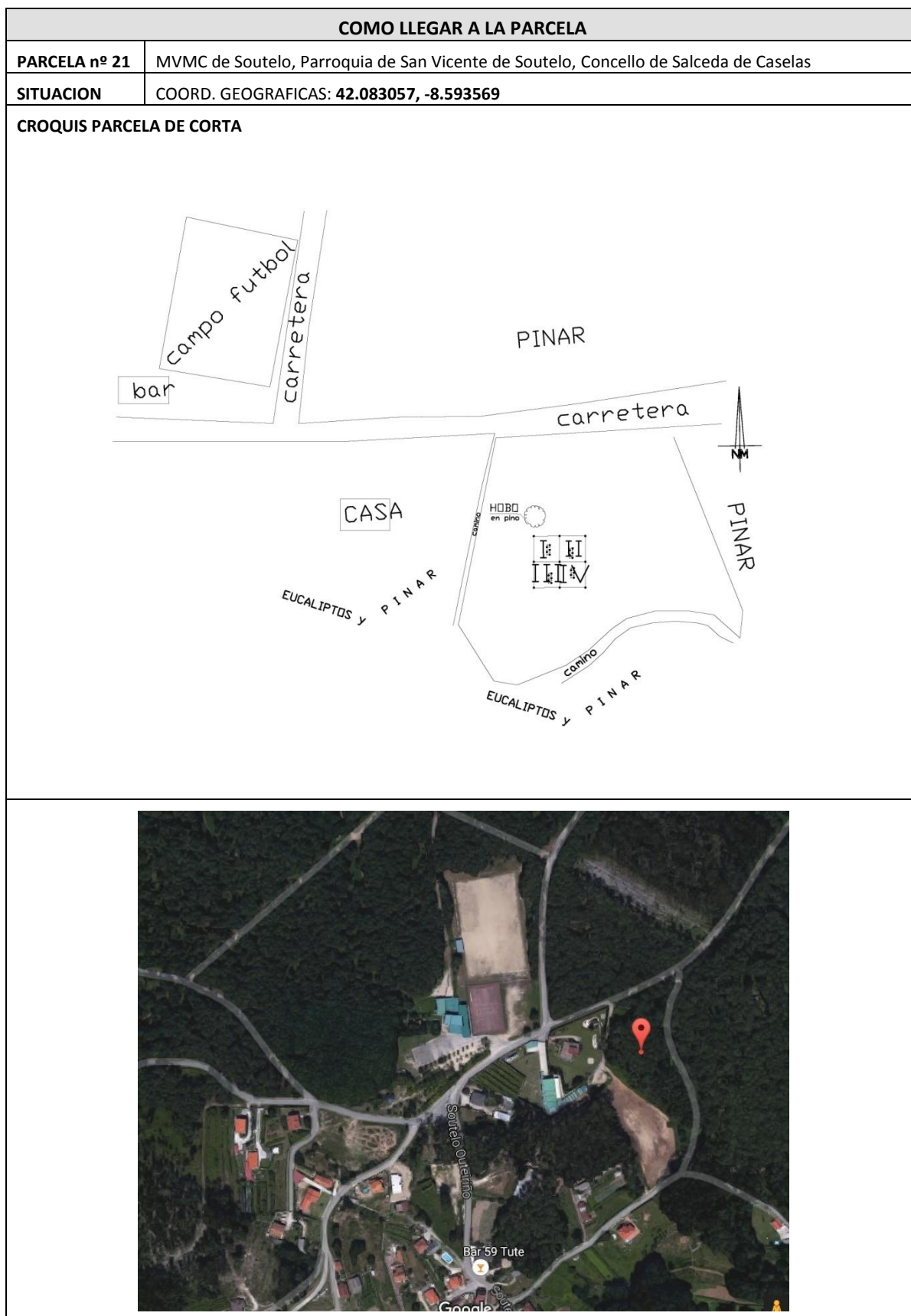


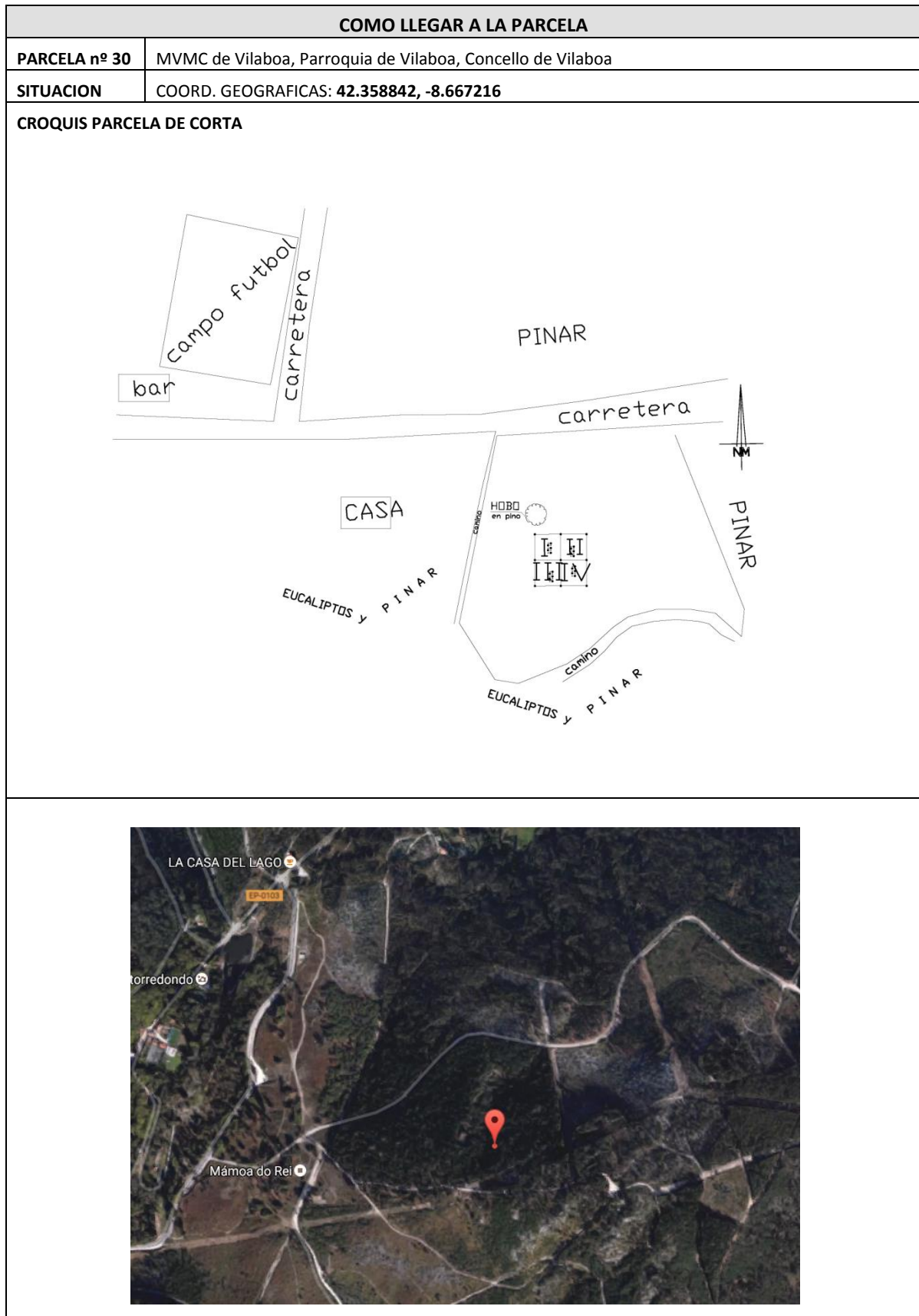




COMO LLEGAR A LA PARCELA	
PARCELA nº 19	MVMC de Ventin, Parroquia de San Miguel de Ventin, Concello de Fornelos de Montes
SITUACION	COORD. GEOGRAFICAS: 42.309032, -8.416554
CROQUIS PARCELA DE CORTA (falta croquis)	
	







11.2. LISTA DE MATERIAL

ESTABLECIMIENTO DE PARCELA	
MATERIAL	CANTIDAD POR PARCELA
Estacas	8
Cañas de bambú	9
Cinta métrica (20-30 m)	1
Maza	1
Cordel	1
Hoz	1
Hacha	1
PLANTACION DE PLANTULAS	
MATERIAL	CANTIDAD POR PARCELA
Bandeja de plántulas	20 plántulas de <i>P.p</i> y 20 de <i>P.r.</i>
Sacho/Legón	1
Hierro de plantar	1
SEÑALIZACION	
MATERIAL	CANTIDAD POR PARCELA
Cinta de baliza	1
Espray marcador	1
Cinta adhesiva	1
Etiquetas de aviso	2
MEDICIONES Y TOMA DE DATOS	
MATERIAL	CANTIDAD POR PARCELA
Estadillo y lápiz para croquis	1
Máquina de fotos	1
HOBO	1
Brújula	1
Flexómetro	1
GPS submétrico	1
TRAMPEO	
MATERIAL	CANTIDAD POR PARCELA
Botes	4
Algodón/Gasa	4
Tubo con agua	4
Trementina+Etanol	1
Tijeras de podar	1

