

WP3. EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DESARROLLADAS

Simulación de tareas de vigilancia en zonas de alto riesgo de infección por NMP

Uso de herramientas de teledetección y de modelos de probabilidad de afección para la prospección de la posible presencia de nematodo del pino (*Bursaphelenchus xylophilus*)

Santa Ana, Alcañices (Zamora)
GRUPO TRAGSA
20/11/2018



Marzo 2019

Contenido

1. Antecedentes	2
2. Objetivo	2
3. Tabla resumen del Ejercicio de Demostración	3
4. Localización	4
5. Materiales	5
6. Trabajos previstos	6
7. Productos resultantes, aplicaciones potenciales.	9
8. Diseño de la evaluación de las herramientas desarrolladas.	9
9. Descripción del ejercicio y proceso de evaluación.....	11
9.1.- Descripción del ejercicio de Alcañices (20/11/2018).....	11
9.2.- Evaluación participativa por parte de los asistentes durante la jornada	13
9.3.- Encuesta web	15
9.4.- Reunión de evaluación final.....	15
Anexo de imágenes de productos a generar.	16
Anexo de fotografías de la jornada realizada en Aliste.....	22

1. Antecedentes

El presente ejercicio de demostración se enmarca dentro del proyecto europeo denominado PLURIFOR (SOE1/P4/F0112), proyecto cofinanciado por el Programa Interreg Sudoe a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

El proyecto PLURIFOR tiene por objetivo contribuir a la creación o a la mejora de planes de gestión de riesgos para los espacios forestales sensibles a los riesgos bióticos y abióticos.

Dentro del marco de PLURIFOR, la empresa TRAGSATEC, con la colaboración y apoyo de su empresa matriz TRAGSA, ha estado trabajando estos dos últimos años en el desarrollo y mejora de herramientas destinadas a optimizar la prospección de masas forestales afectadas por el nematodo del pino (*Bursaphelenchus xylophilus*). Para la consecución de este fin, el Grupo Tragsa ha desarrollado su trabajo en zonas forestales portuguesas afectadas por dicho patógeno.

Como fruto de dicho trabajo, una vez obtenidos los primeros productos y metodologías viables, ha llegado la hora de probar su eficacia en territorio español. En este sentido, gracias a la colaboración de nuestro socio asociado en este proyecto, la Junta de Castilla y León, se va a proceder a realizar un primer ejercicio demostrativo en una zona forestal con alto riesgo de infección situada en dicha Comunidad Autónoma.

2. Objetivo

El objetivo del ejercicio será evaluar el potencial de las herramientas de teledetección y del modelo de probabilidad de afección por nematodo del pino (*Bursaphelenchus xylophilus*), en adelante NMP, implementados por el Grupo Tragsa a partir de los trabajos realizados en masas forestales portuguesas este mismo año. El objetivo final del modelo de probabilidad de afección y de los índices derivados de las imágenes es obtener cartografía que ayude a la identificación y localización de los árboles potencialmente afectados. De este modo, se mejoraría la eficacia y eficiencia de las labores asociadas a la localización de los posibles positivos causados por el NMP en zonas de alto riesgo de infección o en otras masas forestales de interés situadas en territorio español.

Dado que la dispersión de la enfermedad causada por el NMP no sigue un patrón de distribución definido, afectando a árboles aparentemente al azar, dispersos dentro de una misma masa forestal, resulta necesaria la identificación de los árboles con síntomas de decaimiento a nivel de individuo. Tanto estudios previos (Pieter S. A. Beck, 2015¹), como los datos analizados en el proyecto han mostrado que las imágenes de satélite disponibles actualmente carecen de la resolución espacial requerida para la identificación de árboles a título individual en la mayor parte de las masas forestales.

Como alternativa al empleo de imágenes satelitales, de momento, y debido a su reducido coste a nivel experimental en comparación con el empleo de vuelos tripulados, se propuso el uso de RPAS (drones) con el fin de obtener imágenes multiespectrales y diagnósticas de muy alta resolución espacial que pueden permitir detectar árboles con síntomas de decaimiento.

¹ Pieter S. A. Beck et al. 2015. The feasibility of detecting trees affected by the Pine Wood Nematode using remote sensing. JRC Technical Report. Doi: 10.2788/711975

3. Tabla resumen del Ejercicio de Demostración

Riesgo PLURIFOR	Nematodo del pino (NMP, <i>Bursaphelenchus xylophilus</i>).
Región	Castilla y León.
Entidades participantes	Grupo TRAGSA (socio beneficiario de PLURIFOR). CSF de Calabazanos (socio asociado de PLURIFOR).
Tipología del Ejercicio	RPG (Role-Playing Game).
Escenario	Simulacro de tareas de vigilancia en zonas de alto riesgo de infección por NMP.
Objetivo	Testar y evaluar el potencial de la aplicación de las herramientas de teledetección (imágenes de RPAS + datos de campo) y del modelo de probabilidad de afección por nematodo del pino (<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>) para la prospección en masas de pinar situadas en zonas de alto riesgo. Mejorar la eficacia y eficiencia de las labores asociadas a la localización de los posibles positivos causados por el NMP en zonas de alto riesgo de infección o en otras masas forestales de interés situadas en territorio español.
Localización	Monte Santa Ana, T.M de Alcañices (Zamora).
Fecha	Campaña de toma de datos en campo y de teledetección durante la semana del 19 al 23 de noviembre (sujeta a condiciones meteorológicas favorables).
Duración de la demostración	1 jornada, prevista el 20 de noviembre de 2018 (sujeta a condiciones meteorológicas favorables).
Agentes implicados	- Servicio de Defensa de Medio Natural de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León - Servicio Territorial de Zamora - Consorcio PLURIFOR - FAFCYLE - Grupo Tragsa

4. Localización

La zona elegida para la realización del ejercicio se trata de una masa forestal de 64 ha situada junto a la localidad de Santa Ana, zona que se extiende en su mayor parte dentro del término municipal de Alcañices (Zamora) en la denominada “Sierra el Moro”. Dicha masa es colindante, a lo largo de su extremo sur, con la frontera de Portugal; es decir, está localizada en una zona de alto riesgo de infección por NMP.



Figura 1.-Localización de la zona del ejercicio.

Respecto a la distribución de las especies forestales en la zona del ejercicio, se trata de una masa pura en estado de fustal de *Pinus pinaster* en casi toda su extensión, salvo en su cuadrante nororiental y en una estrecha franja que recorre dicha masa forestal por su extremo norte, donde aparecen salpicados en bosquetes o pie a pie ejemplares de *Pinus nigra* o/y *Pinus sylvestris*.



Figura 2.-Distribución de especies en la zona del ejercicio.

5. Materiales

Las plataformas RPAS (o drones) a empleados en el ejercicio son las siguientes:

1. **Dron de ala fija eBee+** y los sensores embarcables en éste:

- **Cámara compacta S.O.D.A** de prestaciones fotogramétricas de 20 Mp que adquiere imágenes en el espectro visible (RGB).
- **Sensor multiespectral Sequoia Parrot**, con 4 bandas espectrales en las regiones del espectro del verde, rojo, borde del rojo e infrarrojo cercano.
- **Cámaras Canon S110** compactas modificadas de 12Mp, **S110 RE** (ofrece información en la región del espectro del azul, verde y borde del rojo) y **S110 NIR** (proporciona información en la región del verde, rojo e infrarrojo cercano).



Figura 3.- De izquierda a derecha: eBee+, y cámaras SODA, Sequoia, Canon S110 NIR y S110 RE.

2. **Dron multirrotor Phantom4Pro con cámara de vídeo 4K e imagen RGB de 20 Mp.** Emisión en tiempo real.



Figura 4.- Phantom4Pro con cámara (vídeo + RGB).

Para la campaña de verificación en campo (desde suelo y en altura) se han empleado los materiales necesarios para la determinación de:

- Contenido de pigmentos en acículas (en laboratorio: clorofila a, clorofila b, clorofila total y carotenoides), biomasa en fresco y seco y recogida de muestras para aislamiento de nematodo: balanza, bolsas plásticas de transporte de muestras, hielo seco, nevera portátil.
- Densidad foliar: LICOR LAI-2200.
- Actividad fotosintética: Fluorímetro (Pocket Pea Hansatech).
- Medición indirecta de la concentración de clorofila: SPAD.
- Dasometría del tronco y la copa: forcípula, hipsómetro y cinta métrica.
- Máxima superficie proyectada de la acícula sobre el suelo: calibre, scanner y software de análisis de imagen.



Figura 5.- ejemplo de materiales empleados en la campaña de verificación en campo.

6. Trabajos previstos

Se planificaron dos trabajos a realizar en función de los productos concretos que se piensa obtener:

1. Uso de imágenes espectrales capturadas desde dron y aplicación del modelo probabilístico de afección específico para el NMP.

En primer lugar, se realizará un vuelo con cada uno de los sensores que cubra toda la zona de estudio, más un margen de seguridad.

Por otro lado, se definirán los parámetros de vuelo (recubrimientos, altura de vuelo-GSD, hora solar, orientación, etc) de manera que se cumpla con los requerimientos necesarios para la obtención de los productos requeridos.

Para la georreferenciación precisa del vuelo se emplearán receptores topográficos de doble frecuencia, estableciendo una red topográfica de apoyo materializada sobre el terreno, con puntos distribuidos homogéneamente de acuerdo con la planificación, sobre los que se colocarán unas dianas de observación con las dimensiones necesarias para su identificación precisa de acuerdo a la resolución (GSD).

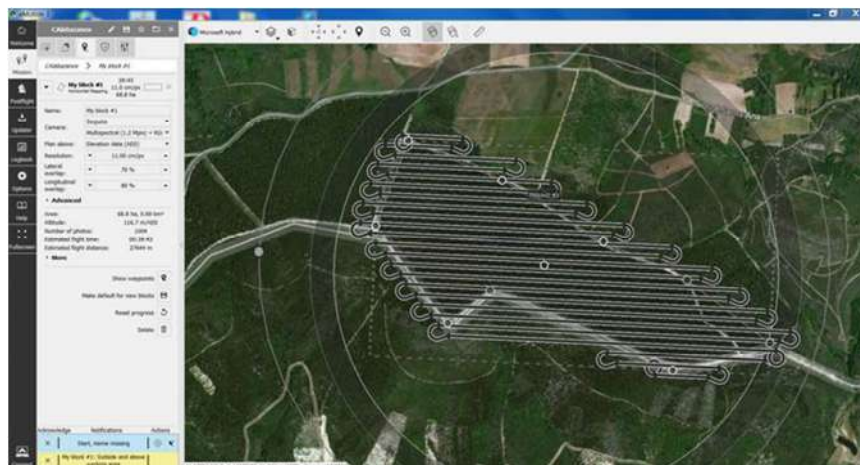


Figura 6.- Ejemplo de planificación de vuelo sobre zona de estudio.



Figura 7.- Receptor topográfico doble frecuencia Leica 1200 (izquierda) y diana de observación (derecha).

Respecto al uso de herramientas de teledetección, es necesario comentar que cada material, en este caso la vegetación, presenta una firma espectral típica. Esta firma espectral está condicionada por la presencia de pigmentos, la estructura de la hoja y el contenido en agua que varía en función de la especie, su estado fenológico, salud, ... Los principales factores que condicionan la respuesta espectral de la vegetación varían en función de la región del espectro que se analice: en el espectro visible (0.4 a 0.7 μm) son los pigmentos fotosintéticos, en la región del infrarrojo cercano (0.7 a 1.3 μm) es la estructura interna de la hoja y en el infrarrojo medio (1.3 a 2.5 μm) el contenido en agua.

Normalmente, las concentraciones altas de clorofila se relacionan con la buena salud de las plantas, mientras que el incremento en la concentración de carotenos y antocianinas se relaciona con situaciones de estrés y senescencia. En la siguiente figura se muestra cómo varía la respuesta espectral de la vegetación sana, senescente y seca en la región del visible e infrarrojo cercano.

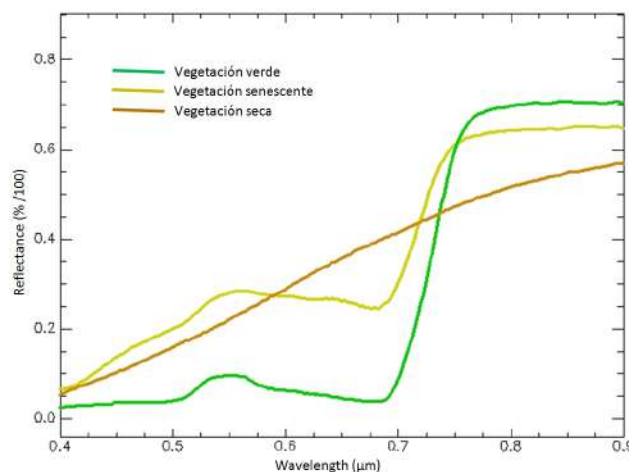


Figura 8.- Ejemplos de firmas espectrales típicas de vegetación sana, senescente y seca.

Aprovechando el comportamiento que tiene la vegetación en distintas longitudes de onda se ha desarrollado una serie de índices de vegetación cuyo objetivo es maximizar la discriminación entre distintos tipo de vegetación, estados de desarrollo, sanitario, etcétera.

En los últimos meses, gracias a los trabajos desarrollados en Portugal, se ha avanzado en la selección de los índices y datos espectrales más idóneos en este caso. En este sentido, para el estudio a realizar se utilizarán una serie de índices que proporcionarán información sobre el contenido en pigmentos como son el **ARI** (*Anthocyanin Reflectance Index*) y el **CARI** (*Chlorophyll Absorption in Reflectance Index*) y la actividad fotosintética como el **NDVI** (*Normalized Difference Vegetation Index*), el **MTVI** (*Modified Triangular Vegetation Index*) o el **GNDVI** (*Green Normalized Difference Vegetation Index*), pero también se utilizarán los datos de respuesta espectral directa para cada banda analizada.

Por otro lado, también se ha avanzado en la selección de los parámetros biofísicos más útiles para desarrollar un modelo de probabilidad de afección por NMP lo más certero posible. Los primeros resultados obtenidos del modelo indican que éste permitiría la detección de pies en decaimiento.

De todos modos, para seguir avanzando en la consecución de un modelo probabilístico de afección lo mejor calibrado posible será necesario identificar y muestrear en campo una serie de árboles testigo a definir durante la actividad demostrativa que representarán una muestra de los distintos niveles de decaimiento observados en esa masa.

Para dicha labor, se llevará a cabo una toma de muestras de acículas de la parte superior de las copas y por edades de los distintos árboles control. Dichas muestras se llevarán a laboratorio para la obtención del contenido de pigmentos en acículas (clorofila a, clorofila b, clorofila total y carotenoides). Asimismo, se evaluará su composición acicular por edades en cada copa a partir de imágenes RGB tomadas desde dron y se medirán valores aciculares de SPAD para intentar una posible futura agilización en la valoración del contenido clorofílico.

Además, se requerirá a la Administración responsable y su laboratorio de aislamiento de NMP la toma de muestras de astillas de madera de los árboles control para la determinación de la presencia de NMP.

Finalmente, a partir de los parámetros biofísicos medidos en campo y de la información derivada de las imágenes adquiridas con drones se implementará un nuevo modelo de probabilidad de afección. El objetivo final de este modelo de probabilidad de afección y de los índices derivados de las imágenes es obtener distintas cartografías que ayuden a la identificación y localización de los árboles potencialmente afectados.

2. Uso de imágenes (vídeo + RGB) transmitidas desde dron en tiempo real en las labores de inspección.

El objetivo de este trabajo es evaluar si los drones de pequeñas dimensiones y bajo coste pueden ser un complemento en las labores de inspección que se realizan de forma rutinaria en campo. El análisis se hará a dos niveles:

- **A nivel de monte**, sobrevolando la masa forestal con objeto de identificar en tiempo real los árboles con síntomas de decaimiento y registrando sus coordenadas.
- **A nivel de árbol**, como apoyo a la inspección detallada de árboles de interés desde tierra.

7. Productos resultantes, aplicaciones potenciales.

A continuación se enumeran los productos que se prevé generar y la evaluación a realizar sobre las aplicaciones ensayadas con el fin de valorar la viabilidad técnica y económica de estas nuevas herramientas:

APLICACIÓN	PRODUCTOS
PROSPECCIÓN Uso de imágenes capturadas desde dron para labores de inspección	- Listado de coordenadas de árboles con síntomas de decaimiento o muertos. La toma de coordenadas puede realizarse en tiempo real o en gabinete. - Imágenes de zonas no visibles de ciertos árboles concretos desde tierra o sobrevolando la masa (zonas intermedias de la copa).
PREDICCIÓN Detección remota de árboles en decaimiento	- Ortomosaicos color natural y/o multiespectral con valores de reflectividad. - Cartografía de interpretación con Índices de Vegetación. - Cartografía de probabilidad de afección. - Modelo de probabilidad de afección.

En el anexo de imágenes se muestran ejemplos de los productos a generar.

8. Diseño de la evaluación de las herramientas desarrolladas.

Una parte fundamental del ejercicio de simulación consiste en evaluar las herramientas desarrolladas. Para la evaluación de los productos resultantes, su utilidad y posibilidades de uso se tendrán en cuenta diversos aspectos, y se recogerá información mediante distintas metodologías y por distintas vías:

- **Evaluación participativa:** por parte de los asistentes durante la jornada de evaluación.
- **Encuesta web:** se enviará a los asistentes tras la jornada de evaluación.
- **Reunión de evaluación final:** celebrada con el socio asociado Junta de Castilla y León con posterioridad al ejercicio.

El mismo día de la simulación se hará una evaluación parcial mediante un proceso participativo. Probablemente no será posible evaluar todos los aspectos en esta primera jornada puesto que parte de los asistentes no estarán familiarizados con los tipos de trabajo que se presenten, por lo que se considera conveniente realizar una segunda fase de evaluación con posterioridad a la jornada. Para ello, se les solicitará rellenar vía web una encuesta en base a los contenidos de la jornada de simulación y a la información auxiliar que se les hará llegar. Para la elaboración de esta encuesta web se eligió utilizar Google Form.

El CSF de Calabazanos (Junta de Castilla y León) participa activamente en el proyecto y en el ejercicio de simulación, lo cual garantiza su visión global para la evaluación de las Propuestas de Mejoras. De este modo, el proceso de evaluación culminará con una reunión entre el Grupo Tragsa y nuestro socio asociado, en la que se analizarán los resultados de todas las consultas precedentes.

Una vez finalizado este proceso, se obtendrán como resultados finales una versión definitiva del informe de evaluación.

En la siguiente tabla resumen se presentan los aspectos a evaluar y la forma de hacerlo.

ASPECTOS A EVALUAR	MÉTODO DE EVALUACIÓN
Utilidad de los productos generados y metodologías empleadas para la toma de datos de campo e imágenes de drones. ¿Otros productos que podrían ser de utilidad para las labores de vigilancia? Pros y contras.	Evaluación participativa durante la jornada. Encuesta web enviada a los asistentes. Reunión de evaluación final con socio asociado.
Acierto, sensibilidad y especificidad en la identificación de árboles sintomáticos en decaimiento o muertos. <i>Se obtendrá por parte del equipo técnico del Grupo Tragsa.</i>	Encuesta web enviada a los asistentes. Reunión de evaluación final con socio asociado.
Costes marginales. <i>Se obtendrá por parte del equipo técnico del Grupo Tragsa.</i>	Reunión de evaluación final con socio asociado.
Tiempos de entrega de productos. ² <i>Se obtendrá por parte del equipo técnico del Grupo Tragsa.</i>	Reunión de evaluación final con socio asociado.
Factibilidad de la integración en los protocolos de trabajo desarrollados por el CSF de Calabazanos para la detección de árboles con síntomas de decaimiento por NMP.	Reunión de evaluación final con socio asociado.
RESULTADO FINAL: informe final de evaluación validado por la Junta de Castilla y León	

² Los tiempos de entrega de los productos se evaluarán en función del tiempo real dedicado a su obtención, no del tiempo transcurrido entre la realización del vuelo y la entrega final de los productos. Esto se debe a que el personal implicado en este proyecto de I+D no dedica el 100% de su jornada laboral en exclusiva al mismo.

9. Descripción del ejercicio y proceso de evaluación

9.1.- Descripción del ejercicio de Alcañices (20/11/2018)

A la jornada asistieron 32 personas, principalmente personal técnico de la Junta de Castilla y León y del Grupo Tragsa. Y se desarrolló con la siguiente agenda:







PLURIFOR WP3.

EVALUACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DESARROLLADAS

Ejercicio demostrativo

Alcañices y San Vitero (Zamora), martes 20/11/2018

Agenda

09:15	Recepción en Recinto Ferial de San Vitero (Zamora) (situado a la salida de la localidad de San Vitero por la C/ Llamas) Localización: https://www.google.com/maps/place/41.771721,-6.351872/@41.771721,-6.351872,17z/data=!3m1!1e1		
09:30	Bienvenida	Junta de Castilla y León	
PROYECTO PLURIFOR	09:45	Presentación general proyecto PLURIFOR	Laura Luquero GRUPO TRAGSA
	10:00	Grupo Tragsa en el proyecto PLURIFOR Objetivos, metodología, flujo de trabajo, resultados preliminares.	Jorge Casado GRUPO TRAGSA
	10:30	Adquisición y procesado de datos Datos espectrales Datos de verificación de campo Construcción de algoritmos de decisión Productos	Adrián Navarro Laura Luquero GRUPO TRAGSA
SIMULACIÓN DE TAREAS DE VIGILANCIA	11:00	Presentación del ejercicio	Laura Luquero GRUPO TRAGSA
	11:15	Salida hacia la zona de estudio: monte Santa Ana – Alcañices (Zamora)	
	11:45	Campaña de campo Explicación de los equipos empleados, metodología de toma de datos (desde suelo y en altura).	Francisco Lario GRUPO TRAGSA
	12:45	Campaña de teledetección: vuelos RPAS Explicación de la metodología de captura y procesado de imágenes de drones. Vuelos con distintas aeronaves (multirrotor y ala fija) y cámaras (visible, multispectrales).	Julián Rejas Adrián Navarro GRUPO TRAGSA
	14:15	Regreso al Recinto Ferial de San Vitero. Evaluación participativa y conclusiones de la Jornada	
15:00	Comida. Restaurante Casa Alfonso (C/ Ericas 5, San Vitero, Zamora). Localización: https://goo.gl/maps/v7xTHvH3fhw		

La jornada se dividió en 2 bloques:

- Presentaciones del PROYECTO PLURIFOR realizadas por los miembros participantes en el proyecto del Grupo Tragsa, se trató: un visión general del proyecto europeo y en detalle de las actividades del Grupo Tragsa y el proceso de adquisición de datos (datos espectrales, datos de verificación de campo, del proceso de construcción de algoritmos de decisión y presentación de tipología de productos a conseguir).
- Simulación de Tareas de Vigilancia y Evaluación: Presentación del ejercicio, desplazamiento a las zona de estudio: Campaña de campo y Campaña de teledetección: vuelos RPAS. Evaluación participativa y conclusiones de la Jornada.

El primer bloque de presentaciones del proyecto PLURIFOR se realizó sin mayor problema.

Sin embargo, debido a las malas condiciones meteorológicas no se pudo hacer el vuelo para toma de imágenes con RPAS en la zona de estudio. No obstante, en relación a los vuelos RPAS, se realizó en la sala del recinto ferial una simulación de un plan de vuelo y se mostró el aparataje (cámaras y drones) que se utiliza para estas actividades, respondiendo a todas las dudas que surgieron. En el momento en que dejó de llover se hizo una pequeña demostración del uso de imágenes (vídeo + RGB) transmitidas desde dron en tiempo real en las labores de inspección para evaluar el potencial del uso de drones de pequeñas dimensiones y bajo coste como complemento en las labores de inspección en campo (se utilizó un dron multirrotor Phantom4Pro con cámara de video 4K e imagen RGB de 20 Mp):

- **A nivel de monte**, sobre una masa forestal cercana al recinto se identificaron y registraron las coordenadas de varios árboles en tiempo real.
- **A nivel de árbol**, se seleccionó un árbol en las cercanías el recinto y con el dron se inspeccionó, para demostrar cómo las imágenes podrían servir de apoyo a la inspección detallada de árboles de interés desde tierra.

Posteriormente, los asistentes se desplazaron a la zona de estudio (Monte Santa Ana, Alcañices) y se realizó una simulación de la toma de datos en la campaña de campo:

- Explicación en campo de la metodología que se sigue.
- Se mostró el aparataje necesario para capturar los datos de campo.
- Se hizo una simulación del método y proceso seguido para la toma de datos en campo en 2 ejemplares seleccionados:
 - Georeferenciación de los árboles muestreados.
 - Señalización con spray y cartulinas de los árboles muestreados.
 - Caracterización completa de los ejemplares seleccionados: diagnósticos visuales de decaimiento, indicadores de enfermedades o plagas.
 - Muestreo de material vegetal de los árboles seleccionados con ayuda de escaladores:
 - Muestreo de acículas en altura, empaquetado y envío a laboratorio.
 - Muestreo de ramillos para el aislamiento del nematodo de cada árbol.

Al final del documento figura un anexo de fotografías del desarrollo de la jornada.

Debido a las malas condiciones meteorológicas, el personal técnico del Grupo Tragsa se desplazó de nuevo a la zona el día 04/12/2018 para realizar la captura de datos desde dron que no pudo llevarse a cabo el 20/11/2018. A esa jornada de vuelo acudió únicamente personal del CSF de Calabazanos (Junta de Castilla y León).

9.2.- Evaluación participativa por parte de los asistentes durante la jornada

Tras la descripción de la campaña de toma de datos en campo, se hizo la evaluación final del Ejercicio. Por motivos de agenda, no se regresó al recinto ferial de San Vitero para realizarla, sino que se hizo una puesta en común por parte de los participantes en el ejercicio directamente en el monte-zona de estudio.

Para esta puesta en común se siguió el esquema propuesto en la presentación del Ejercicio, basado en el esquema propuesto por el consorcio PLURIFOR pero resumido en 3 preguntas por cuestiones de tiempo.

Las preguntas que se hicieron a los asistentes fueron las siguientes, siempre referidas a los productos de “prospección” y “predicción”, según figuran en la tabla del apartado 7:

- **P1** Utilidad de los productos generados y metodologías empleadas.
Limitaciones vs. Ventajas.
- **P2** ¿Qué otra aplicación (distinta a la simulada en este ejercicio) podría tener esta metodología en la gestión del riesgo por NMP?
Por ejemplo, ¿utilidad en zonas demarcadas?; ¿en vigilancia de viveros?; ¿en industrias de la madera? ¿en qué otras zonas sería interesante su uso?
- **P3** ¿Qué otras herramientas hubiese sido interesante desarrollar para mejorar el plan de gestión de riesgos contra el NMP?

Las respuestas y comentarios del público asistente respecto a las ventajas se refirieron concretamente a:

- La ventaja de la predicción para favorecer una planificación con mayor antelación, pero, además, con la prospección (localización de decaimientos) podrían estimarse las zonas que presentan mayor cantidad de decaimientos y esto permitiría establecer un orden o prioridades de muestreo.
- Para planificación es aconsejable trabajar con fotointérpretes puesto que el coste es menor que realizar un trabajo de campo (ya sea a pie o en helicóptero). Respecto al algoritmo, una duda que surgió era si sería válido el mismo para cualquier plataforma de toma de imágenes.
- Resulta ser un método preciso a la hora de localizar decaimientos, se estimó una precisión de 3 metros que es adecuada para luego localización de pies afectados en monte.
- Se pregunta si con las imágenes capturadas (TDT) se sabría si la afección es de PWN sin necesidad de muestreo en campo: la respuesta es no. Las imágenes capturadas

permiten localizar los individuos que presentan un decaimiento pero para conocer la causa será necesario ir al árbol y tomar las muestras necesarias para su posterior análisis y diagnóstico.

- Resulta muy interesante la posibilidad de predicción. Tener un indicador de que un árbol puede estar afectado en un futuro (con síntomas pre-visuales) podría ser un elemento que justificase su corta/eliminación en zona demarcada, o zona de alto riesgo, o en donde haya habido un incendio con el fin de evitar males mayores sin esperar a que el decaimiento sea evidente. En definitiva, adelantarse lo máximo posible antes de que los síntomas sean evidentes ofrece una gran ventaja en la lucha contra el PWN

Las respuestas del público asistente respecto a los inconvenientes se refirieron concretamente a:

- Vuelo de 1 jornada cubriendo una superficie de unas 150-200 ha, parece poca superficie y una duración estimada del procesado de las imágenes de 1 semana parece que es mucho tiempo. Sin embargo, se recuerda que en el método “prospectivo” el producto podría ser inmediato. Para la “predicción” sí sería necesario un mayor procesado de imágenes que conlleva más tiempo. Además, se señala que existe margen para reducir los tiempos de los procesos: realizar nuevos ensayos, nuevos datos, en definitiva, más experiencia y automatizar partes del proceso podrían reducir los tiempos de entrega de los productos.
- La escala se presenta como un inconveniente y eso que aún no se sabe el precio. Se plantea el interés de evaluar otro tipo de plataforma, por ejemplo, un vuelo tripulado para detectar los positivos (+) y luego planificar las visitas y muestreos de campo.
- Los recursos destinados al control de esta plaga son limitados, y las tecnologías presentadas pueden aumentar el nº de positivos tanto que no haya personal suficiente para atender las demandas y realizar los análisis correspondientes, pero indudablemente serviría para planificar y priorizar visitas a las zonas.

En definitiva, se debe tratar de obtenerse una herramienta más barata y que ofrezca productos más rápido que con la metodología actual.

Finalmente, surgen **otras aplicaciones diferentes a la mostrada en el ejercicio**:

- Vigilancia de zonas incendiadas: podría establecerse un criterio de corta con síntomas pre-visuales.
- Muy interesante sobre todo cuando el helicóptero no está operativo, durante la campaña de incendios por ejemplo.
- Vigilancia alrededor de industrias, especialmente cuando están situadas cerca de monte.
- Vigilancia en zonas poco accesibles para los equipos de campo y en las CCAA que no disponen de helicóptero.
- Otras herramientas a probar: Avioneta > vuelo tripulado

9.3.- Encuesta web

Debido a las malas condiciones meteorológicas del día de la simulación, no se pudo hacer el vuelo para toma de imágenes con RPAS en la zona de estudio. Aunque en la sala del recinto ferial de San Vitelo (Zamora) se presentó una simulación de un plan de vuelo, se mostró el aparataje (cámaras y drones) que se utiliza para estas actividades y se explicó todo el proceso de adquisición de imágenes, nos pareció que una encuesta Web no tendría mucho sentido entre el público que asistió a la Jornada puesto que al no poder realizar el simulacro completo habría pocos elementos para juzgar la tecnología.

9.4.- Reunión de evaluación final

Pendiente de realizar una reunión de evaluación final. Se prevé que tendrá lugar en las próximas semanas con el socio asociado Junta de Castilla y León.

Se presentarán los resultados finales y los productos generados, junto con la evaluación económica y estimación de tiempos. Se realizará una comparativa con la metodología tradicional que ahora mismo se aplica y se elaborará el correspondiente informe.

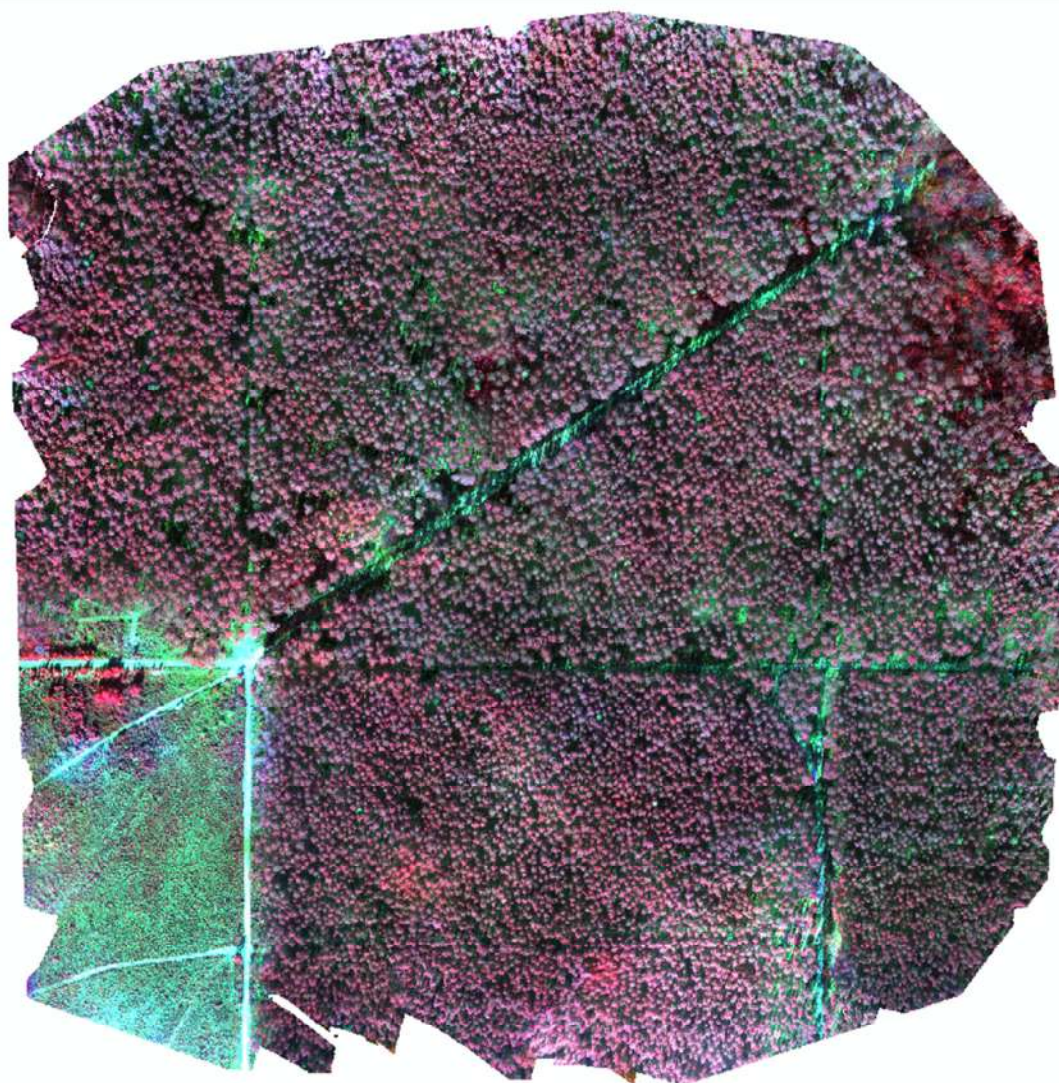
En la evaluación final se incluirá también el análisis de los datos de la jornada de vuelo que tuvo lugar el día 04/12/2018 para realizar la captura de datos desde dron que no pudo llevarse a cabo el 20/11/2018 debido a las malas condiciones meteorológicas, y en la que estuvo presente personal del CSF de Calabazanos (Junta de Castilla y León).

Una vez llevada a cabo esta reunión, se generará una versión final de este documento de evaluación, y se incluirá una valoración económica y un apartado de conclusiones.

Anexo de imágenes de productos a generar.

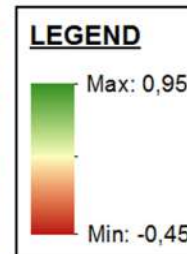
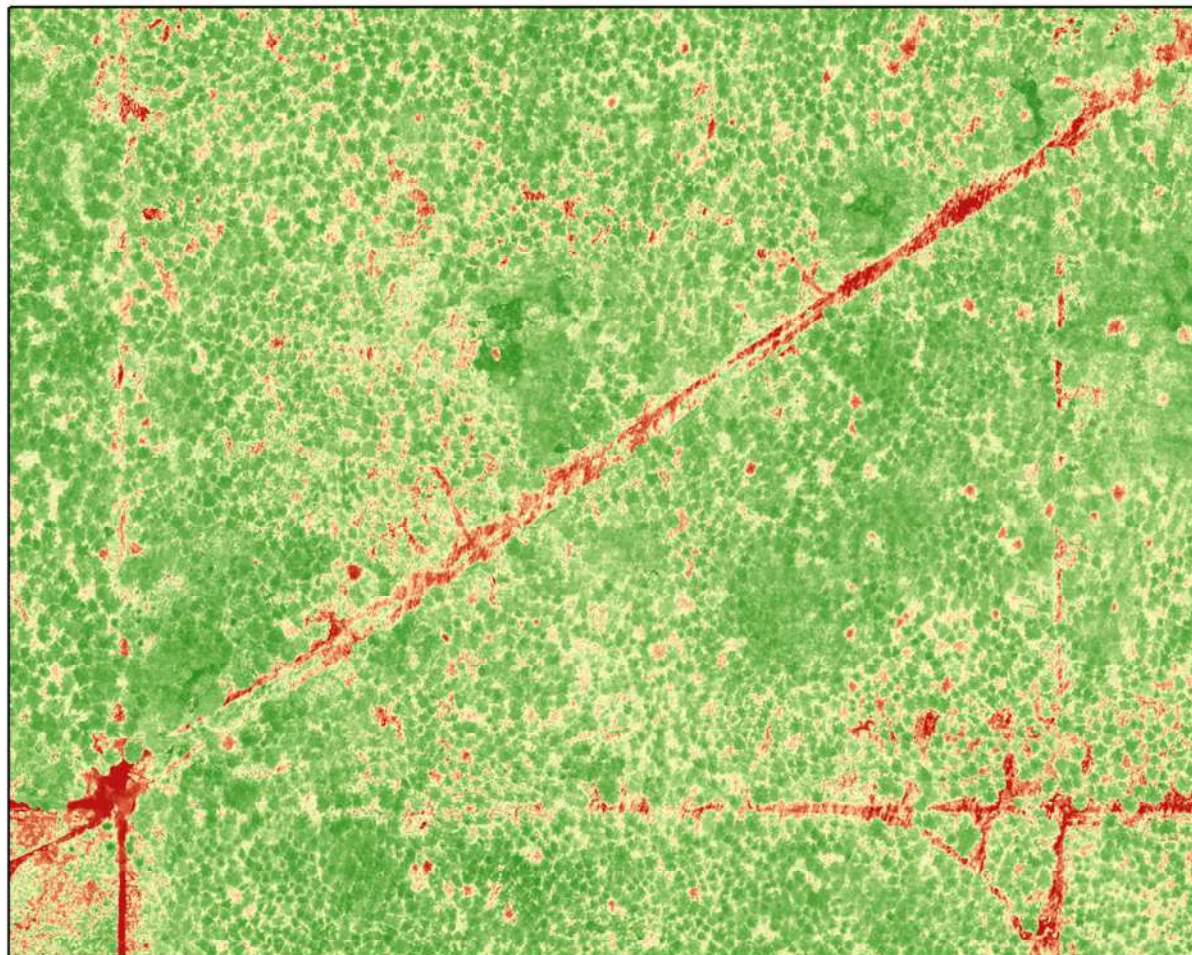


Ortomosaico en color real (RGB). Valado dos Frades, 19/12/2017



Ortomosaico multiespectral. Valado dos Frades, 19/12/2017

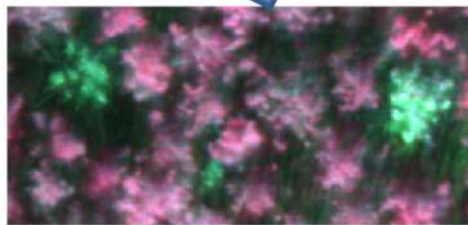
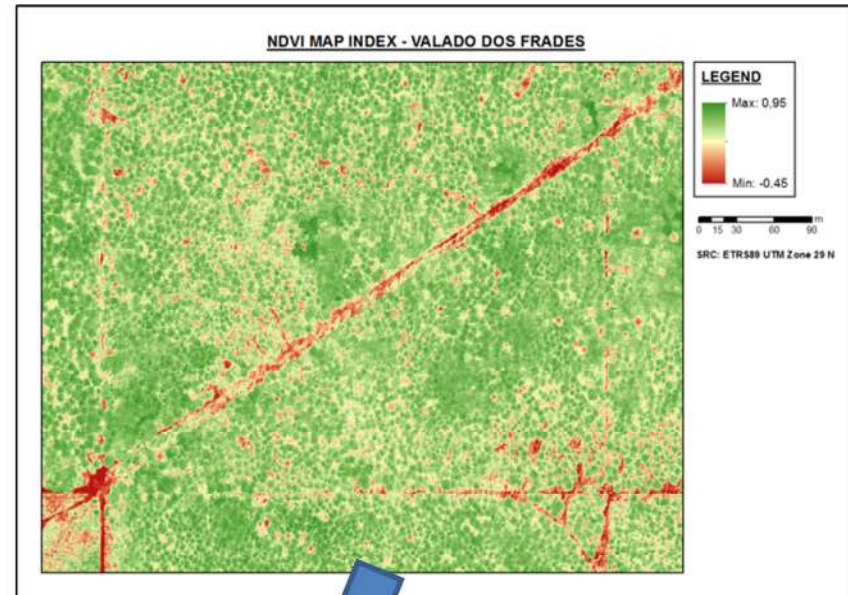
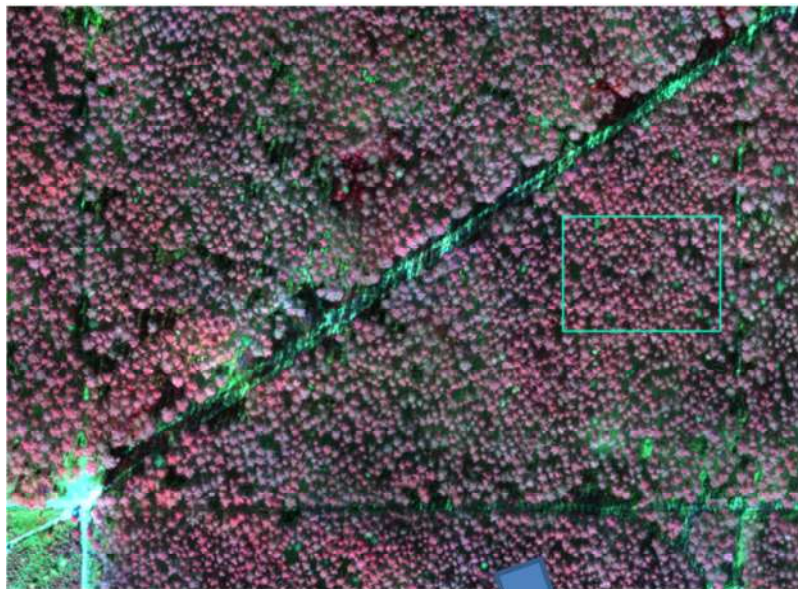
NDVI MAP INDEX - VALADO DOS FRADES



0 15 30 60 90 m

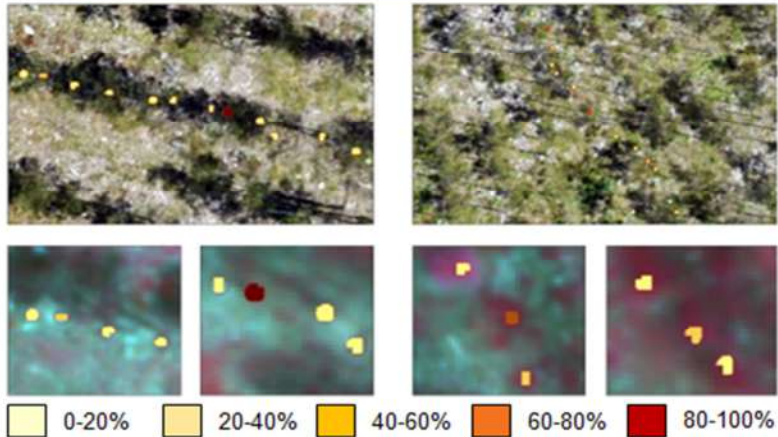
SRC: ETRS89 UTM Zone 29 N

Mapa de NDVI (Normalized Vegetation Difference Index). Valado dos Frades, 19/12/2017.

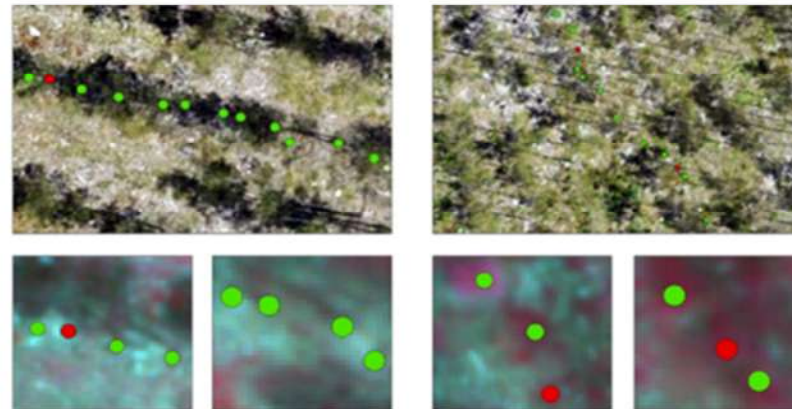


Localización de pinos en decadencia o muertos.

Modelo del grado de defoliación



Aplicación tratamiento SI / NO



En proceso...cartografía de probabilidad de afección
Ejemplo de evaluación del grado de defoliación por gorgojo en eucalipto y necesidad de tratamiento - proyecto DATABIO

Anexo de fotografías de la jornada realizada en Aliste.



Charla sobre los trabajos con drones impartida por personal técnico del GrupoTragsa



Drones empleados: multirrotor Phantom4Pro con cámara RGB y ala fija eBee+ con cámara RGB y multispectral



Charla sobre el proyecto PLURIFOR impartida por personal técnico del GrupoTragsa



Charla sobre el análisis de datos y elaboración de cartografía impartida por personal técnico del GrupoTragsa



Demostración de vuelo de drones realizada por personal técnico del GrupoTragsa



Marcaje de pies y toma de coordenadas GPS en campo



Toma de muestras de acículas en pies seleccionados para su análisis en laboratorio



Toma de muestras de ramillas en pies seleccionados para su análisis en laboratorio



Toma de muestras en altura realizadas por escalador



Toma de muestras en altura realizadas por escalador