

Estudio de afecciones por plagas y decaimiento forestal en masas de coníferas mediante imágenes procedentes de sensores hiperespectrales.

El conocimiento del estado fitosanitario de la vegetación constituye un punto clave para la gestión de los montes andaluces y de los recursos destinados a su control. Además de los sistemas de seguimiento de daños basados en parcelas de control existentes, es necesario desarrollar otros que permitan obtener una visión espacializada más precisa. Los sensores hiperespectrales representan una gran oportunidad para abordar esta tarea gracias a su resolución espectral y la capacidad que estos tienen para suministrar información de grandes extensiones del terreno. En este contexto se ha desarrollado el proyecto para la implementación de nuevas tecnologías, basadas en la investigación y desarrollo de metodologías avanzadas con sensores hiperespectrales, aplicadas en el contexto forestal andaluz.

A. Cabello¹, J. E. Fricayo¹, L. Granado¹, A. Hayas¹, E. Méndez¹, G. Montoya¹, I. Pino¹, R.M. Navarro² y R. Hernández².

¹ AGENCIA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. Subdirección de Comunicación y Sistemas de Información y Unidad de I+D+i. Johan G. Gutenberg, 1. 41092, Sevilla.

² Departamento de Ingeniería Forestal. ETSIAM. Universidad de Córdoba. Apdo. 3048. 14080-Córdoba.

Este estudio se ha realizado en el marco del Proyecto "Implementación de nuevas tecnologías mediante la aplicación al sector medioambiental de metodologías avanzadas con sensores hiperespectrales" financiado por EGMASA (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía) e incentivado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía (Incentivos al Fomento de la Innovación y al Desarrollo Empresarial), y el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (Programa PROFIT 2007).

OBJETIVOS

- Implementación y puesta a punto de metodologías para el tratamiento y análisis de imágenes hiperespectrales y la generación de protocolos de trabajo.
- Validación y valoración del sensor hiperespectral AHS del INTA como herramienta de análisis para la gestión medioambiental.
- Estudio y selección de los mejores indicadores para la discriminación de daños por plagas de procesionaria y por procesos de decaimiento forestal.
- Generación de cartografías de evaluación de daños en las masas forestales a partir de clasificaciones basadas en índices e indicadores de campo.

MATERIAL Y MÉTODOS

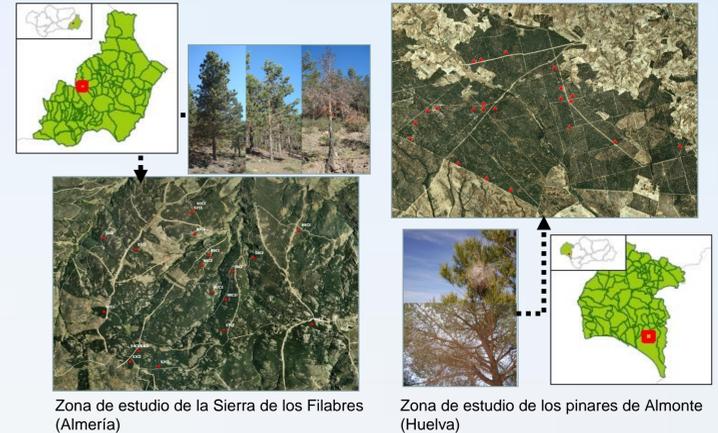
Tras evaluar las necesidades del proyecto y las características resolutorias de los sensores, se optó por el sensor AHS (Airborne Hyperspectral Scanner) como eje central del proyecto. Además, se eligieron otros sensores que por sus características espaciales y/o espectrales podrían adaptarse a las necesidades del proyecto, como es el caso de los sensores hiperespectrales Hyperion y CHRIS/PROBA. Por otro lado, para obtener una comparación de las aptitudes de los sensores hiperespectrales frente a los multispectrales, y como complemento del estudio se adquieren imágenes Landsat TM y QuickBird.

Sensor	Bandas (rango)	Resolución espectral	Resolución espacial	Fecha de adquisición
Hyperion	220 (0.4 - 2.5 µm)	10 nm	30 m	28/08/08 (Filabres)
CHRIS	63 (0.4 - 1 µm)	2 nm	~ 35 m	29/07/08 (Filabres)
Landsat TM	VIS (3)	~ 0.07 µm	30 m	21/07/08 (Filabres)
	NIR (1)	~ 0.14 µm		
	SWIR (2)	~ 0.22 µm		
	TIR (1)	~ 2 µm		
Quickbird	VIS (3)	~ 0.07 µm	~ 2.4 m	18/07/08 (Filabres)
	NIR (1)	~ 0.14 µm		
AHS	VIS/ NIR 20 (0.4 - 1 µm)	28 nm	2.5 - 10 m	27/02/08 (Almonte) 23/07/08 (Filabres) 23/07/08 (Filabres)
	NIR 1 (1.55 - 1.65 µm)	90 nm		
	SWIR 42 (1.9-2.6 µm)	18 nm		
	MIR 7 (3 - 5.5 µm)	30 - 40 nm		
	TIR 10 (8 - 13 µm)	0.4 - 0.5 µm		
UAV (Multispectral)	(0.53 - 0.80 µm)	10 nm aprox.	0.10 - 0.20 cm	24/02/09 (Almonte) 21/08/09 (Filabres)

El nexo de unión entre las imágenes y los parámetros biofísicos medidos en campo se estableció mediante correlación estadística a través de índices de vegetación.

Índice	Referencia
$NDVI = (R_{NIR} - R_{red}) / (R_{NIR} + R_{red})$	Rouse et al. (1974)
$SR = R_{NIR} / R_{red}$	
$MSR = ((R_{NIR} / R_{red}) - 1) / (((R_{NIR} / R_{red}) + 1) / 0.5)$	Chen et al. (1996)
$GM1 = R_{750} / R_{550}$	Gitelson & Merzlyak (1997)
$GM2 = R_{750} / R_{700}$	
$Vog1 = (R_{740}) / (R_{720})$	Vogelmann et al. (1993)

ZONAS DE ESTUDIO



Zona de estudio de la Sierra de los Filabres (Almería)

Zona de estudio de los pinares de Almonte (Huelva)

Campañas de campo (parámetros biofísicos medidos)

Las campañas realizadas en Almonte y Filabres durante el año 2008 se programaron y ejecutaron en torno a los vuelos realizados con el sensor AHS. El principal objetivo de la campaña de Almonte fue caracterizar el LAI-IAF (índice de área foliar) de las parcelas seleccionadas, ya que el principal daño que produce la procesionaria es la defoliación. En Filabres sin embargo, y dado que los procesos de decaimiento que allí se dan están relacionados con estados de estrés hídrico, se tomaron además medidas de conductancia estomática, potencial hídrico y temperatura del dosel arbóreo. Además en ambas campañas se recogieron muestras de acículas para el análisis de contenidos en clorofilas y xantofilas.

RESULTADOS

Las correlaciones más significativas se obtuvieron entre el contenido en clorofila y los índices Vogelmann y Gitelson para *P.nigra*. Mientras que para el LAI se obtuvieron mejores correlaciones con el índice MSR en masas de *P.sylvestris*.

		AHS		
		<i>P.sylvestris</i>	<i>P.nigra</i>	<i>P.pinea</i>
LAI	MSR	60,23	55,78	-
	SR	56,83	57,69	53,26
	NDVI	53,24	51,31	-
Chl	Vogelmann	52,77	69,95	52,77
	Gitelson	50,21	68,50	-
	NDVI	30,66	59,58	-
		QuickBird		
LAI	MSR	47,82	18,78	-
	SR	47,62	16,48	-
	NDVI	37,42	26,07	-
Chl	Gitelson	33,94	68,72	-
	NDVI	28,71	39,99	-

Valores de R² obtenidos en las regresiones.

Tc - Ta		<i>P.sylvestris</i>	<i>P.nigra</i>
	Ψ H ₂ O	32,06	47,76
	Gs	67,30	48,74

Valores de R² obtenidos en las regresiones (Tc - Ta: temperatura de copa menos temperatura ambiente; Ψ H₂O: Potencial hídrico del xilema; Gs: Conductancia estomática).

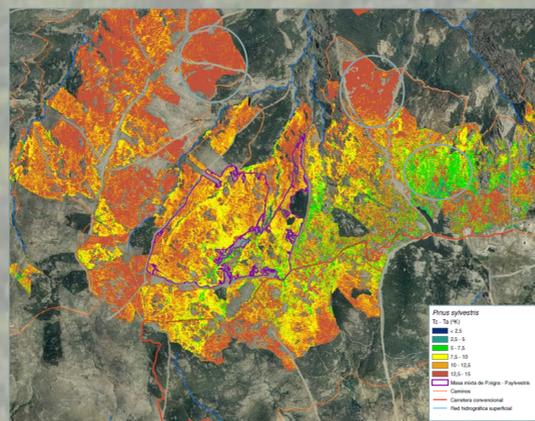
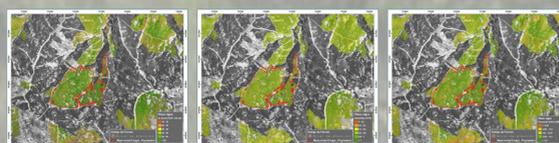


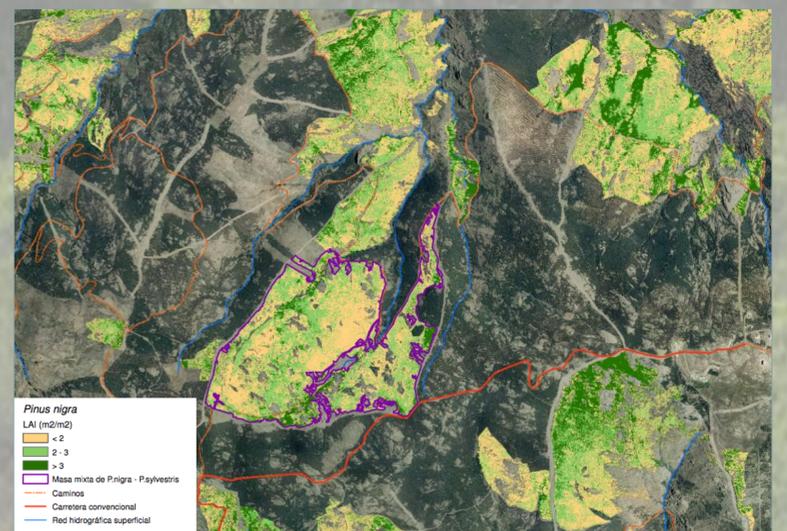
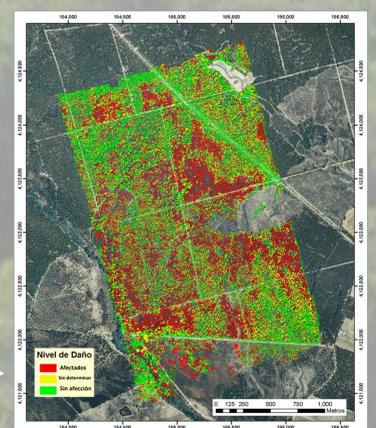
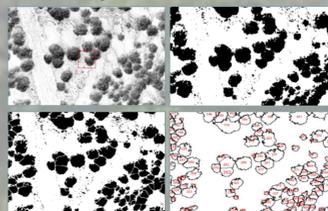
Imagen de la distribución de valores de temperatura de copas para pino salgarbeño en Filabres (Térmico AHS)



Mapas derivados de parámetros biofísicos en masas de Pinus nigra.

Imagen de la distribución de afección por procesionaria en los pinares de Almonte (UAV)

Proceso de segmentación



Estimación de LAI (m²/m²), a partir de imágenes AHS en la Sª de los Filabres (Almería) en masas de *Pinus sylvestris*

CONCLUSIONES

- La generación de cartografía a través del cálculo de correlaciones entre indicadores-biofísicos e índices de vegetación, permitió tener una visión espacializada de los procesos de decaimiento en la Sª de los Filabres y de las defoliaciones de Almonte.
- La conductancia estomática fue el predictor más adecuado de estrés, mostrando cambios en sus valores tanto entre distintos grados de daños, como entre especies.
- La conductancia estomática, como indicador de estrés, se puede utilizar de forma complementaria con otros indicadores como el LAI y la concentración de clorofila, para evaluar procesos de decaimiento en ecosistemas forestales sobre grandes superficies.
- Las relaciones numéricas establecidas permiten obtener cartografía de alta resolución de los niveles de estrés de la vegetación, que puede incorporarse en los procesos de planificación forestal.