

Teledetección del decaimiento en *Pinus pinaster* producido por Nematodo de la Madera del Pino (*Bursaphelenchus xylophilus*). Caso práctico

Francisco José Lario Leza TRAGSA

Interreg
Sudoe
European Regional Development Fund



PROYECTO **PLURIFOR** PROJECT

PINE WOOD NEMATODE WORKSHOP: TOWARDS EARLY WARNING DETECTION METHODS INIAV. OEIRAS. PORTUGAL 26/01/2018





EQUIPO GRUPO TRAGSA

Jorge Casado Álvarez – TRAGSATEC

María José Checa Alonso – TRAGSATEC

Adrián Navarro – TRAGSATEC

Julián Rejas – TRAGSATEC

Francisco José Lario Leza – TRAGSA

Laura Luquero Ramos – TRAGSA

Asunción Roldán - TRAGSA

EQUIPO INIAV

Edmundo de Sousa, PhD

Luís Bonifácio, PhD

EQUIPO APFCAN Florestais de Alcobaça y Nazaré



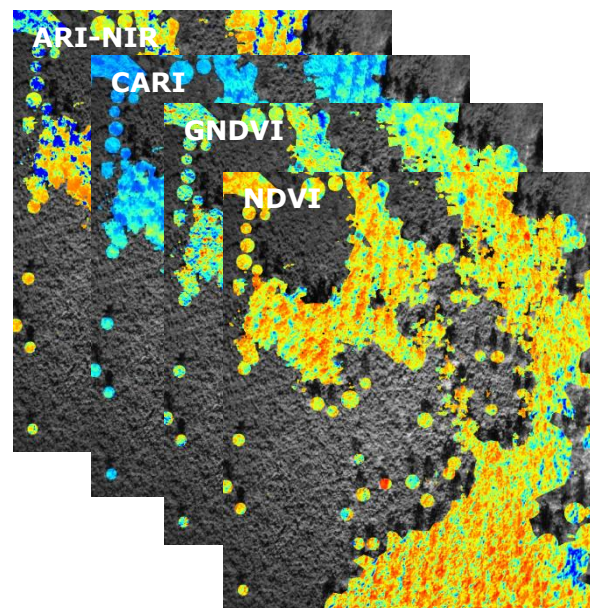
Contenido

- Objetivo
- Metodología de toma de datos cercanos y remotos
- Metodología de Procesado de datos remotos
- Construcción del modelo
- Salidas gráficas



OBJETIVO

- Probar y evaluar los resultados de utilizar sensores de teledetección para identificar árboles en decaimiento provocado por el Nematodo de la Madera del Pino (NMP)



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Predecir con los datos espectrales de agosto el decaimiento de árboles en diciembre (4 meses de antelación) > **MODELO DE PREDICCIÓN**
- Extender la exploración de árboles en decaimiento por métodos de teledetección en una misma época > **MODELO DE EXTENSIÓN**

SITIO

- Localización: Mata Nacional do Vimeiro. Valado dos Frades
- Superficie trabajo: 14 ha
- Especie: Pinus pinaster
- Edad: 49-67 años
- Tamaño medio: 25 metros
- Afección principal históricamente: NMP, escolitidos
- Sotobosque: matorral disperso mimosa



URIFOR PROJECT

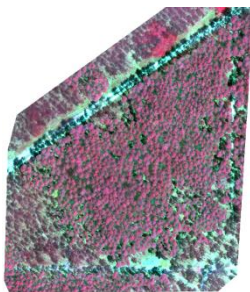
INIAV WORKSHOP: TOWARDS EARLY WARNING DETECTION

METHODS INIAV. OEIRAS. PORTUGAL 26/01/2018

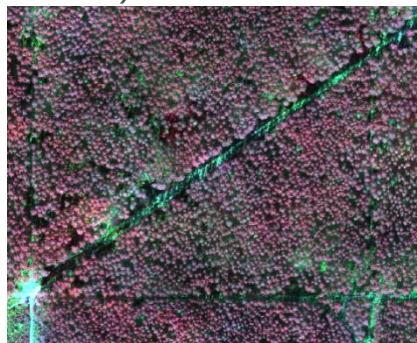
CARACTERÍSTICAS DE LAS IMÁGENES REMOTAS ADQUIRIDAS

- Plataforma: eBee + SODA (RGB) y Sequoia (multiespectral)
- Bandas espectrales Sequoia: verde (550 nm), rojo (660 nm), Borde del rojo (735 nm) e infrarrojo cercano (790 nm)
- Tamaño de pixel: 3 cm RGB y 13 cm multiespectral (para una altura de vuelo de 100-120 m).
- Superficie cubierta:

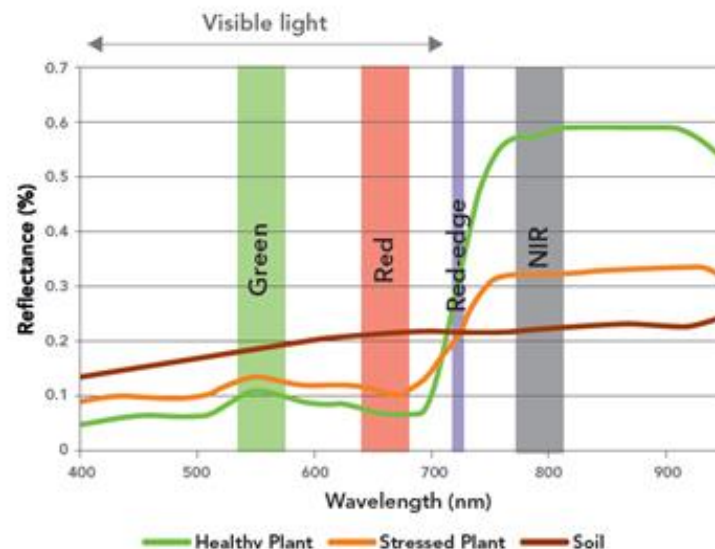
01/08/2017
(superficie útil aprox.
8 ha)



19/12/2017 (aprox.
26 ha)



Green Vegetation Reflectance



FLUJO DE TRABAJO RPAS

- Planificación del vuelo
- Calibración de sensores y georeferenciación de campo
- Vuelo y adquisición de datos
- Procesado (Pix4D) y valoración de la calidad radiométrica, geométrica de las escenas y tamaños GSD (RGB pixel 3,11 cm; MS pixel 11,6 cm; Térmica pixel 22,24 cm)
- Composición de ortomosaicos (mapas) de Índices de Vegetación a partir de escenas y datos por bandas

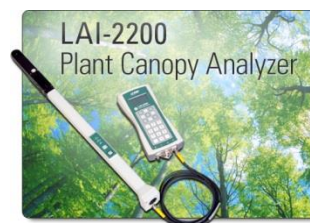


ÍNDICES DE VEGETACIÓN

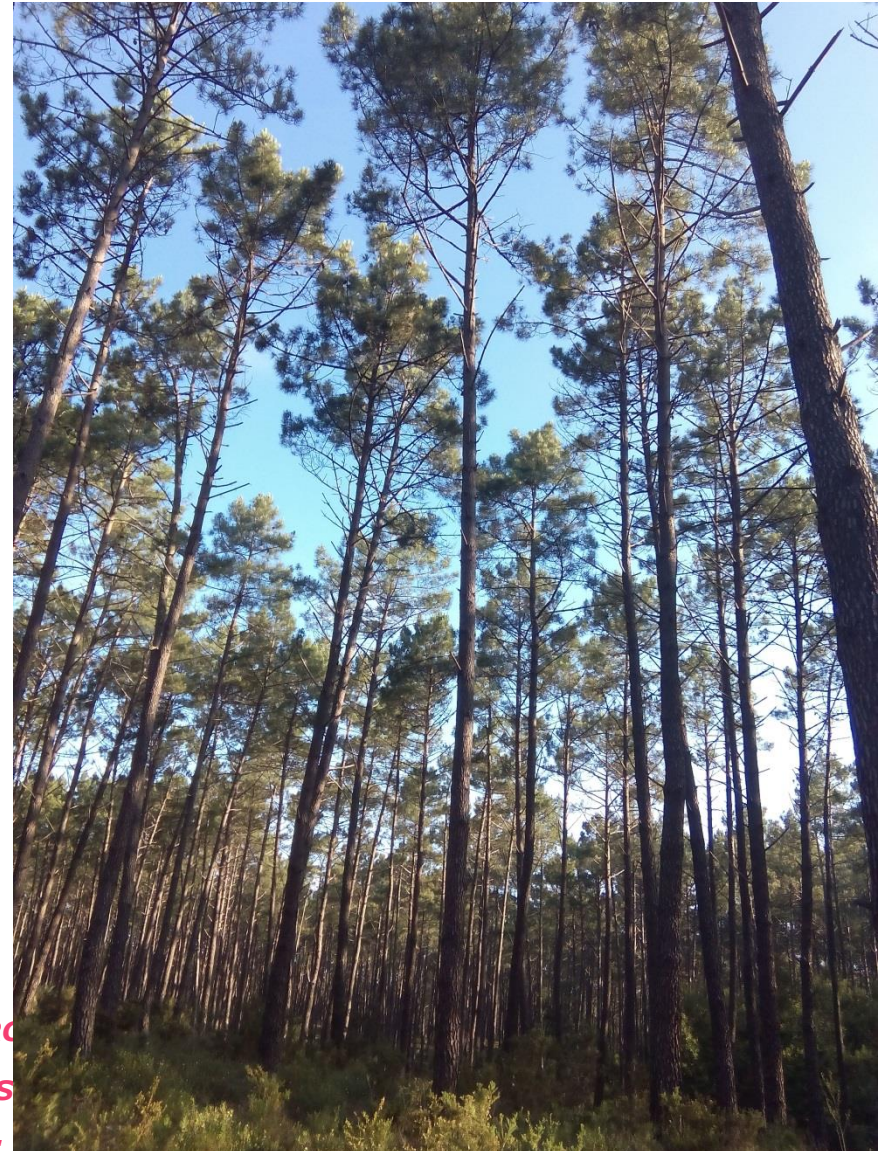
NDVI Normalized Difference Vegetation Index	Rouse et al., 1973
CARI Ch ab Absortion in Reflectance Index	Haboudane et al 2002 y Meggio et al 2010
ARI Anthocyanin Reflectance Index	Gitelson et al., 2001
SAVI Soil-Adjusted Vegetation Index	Huete, 1988
MTVI Modified Triangular Vegetation Index	Haboudane et al, 2004

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE DECAIMIENTO EN CAMPO

- + Análisis nematológico para NMP (INIAV)
- + Clorofila a, b, a+b (INIAV)
- + Carotenoides (INIAV)
- + Diámetro
- + Altura
- + Altura de copa
- + Radio de copa
- + Densidad de follaje
- + Volúmen de copa
- + Biomasa de copa
- + Fluorescencia de la clorofila



CAMPAÑAS



VIDEOS...

CAMPAÑAS



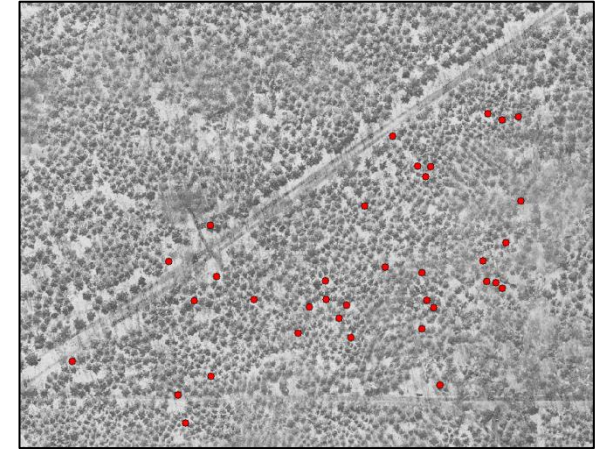
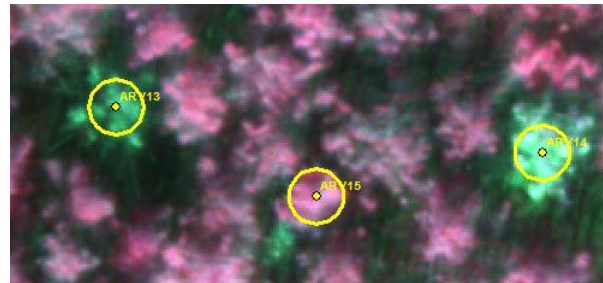
CAMPAÑAS



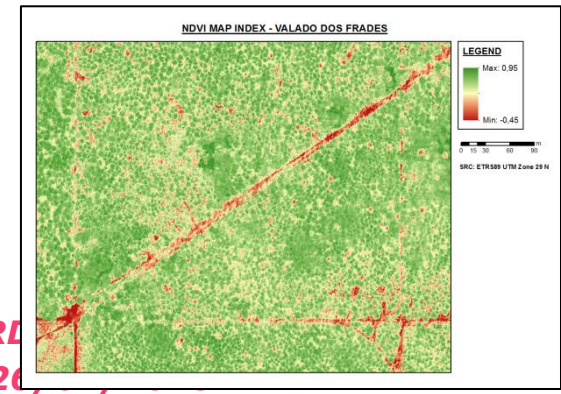
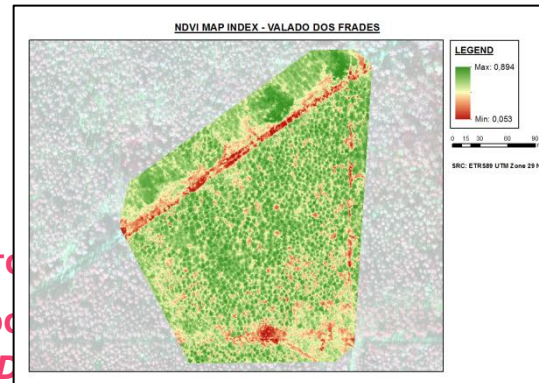
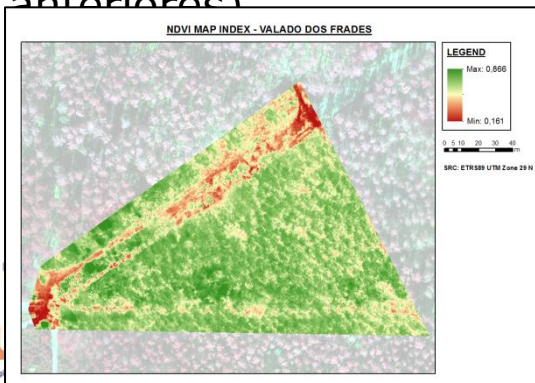
PROCESADO DATOS ESPECTRALES

Identificación de los árboles muestreados sobre los mosaicos de 01/08/2017 y de 12/19/2017 a partir de las coordenadas tomadas en campo y fotointerpretación.

Generación de un buffer de 1,5 m de radio a partir del centro del árbol.

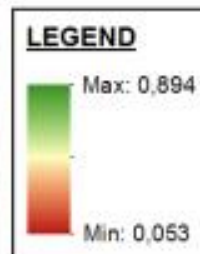
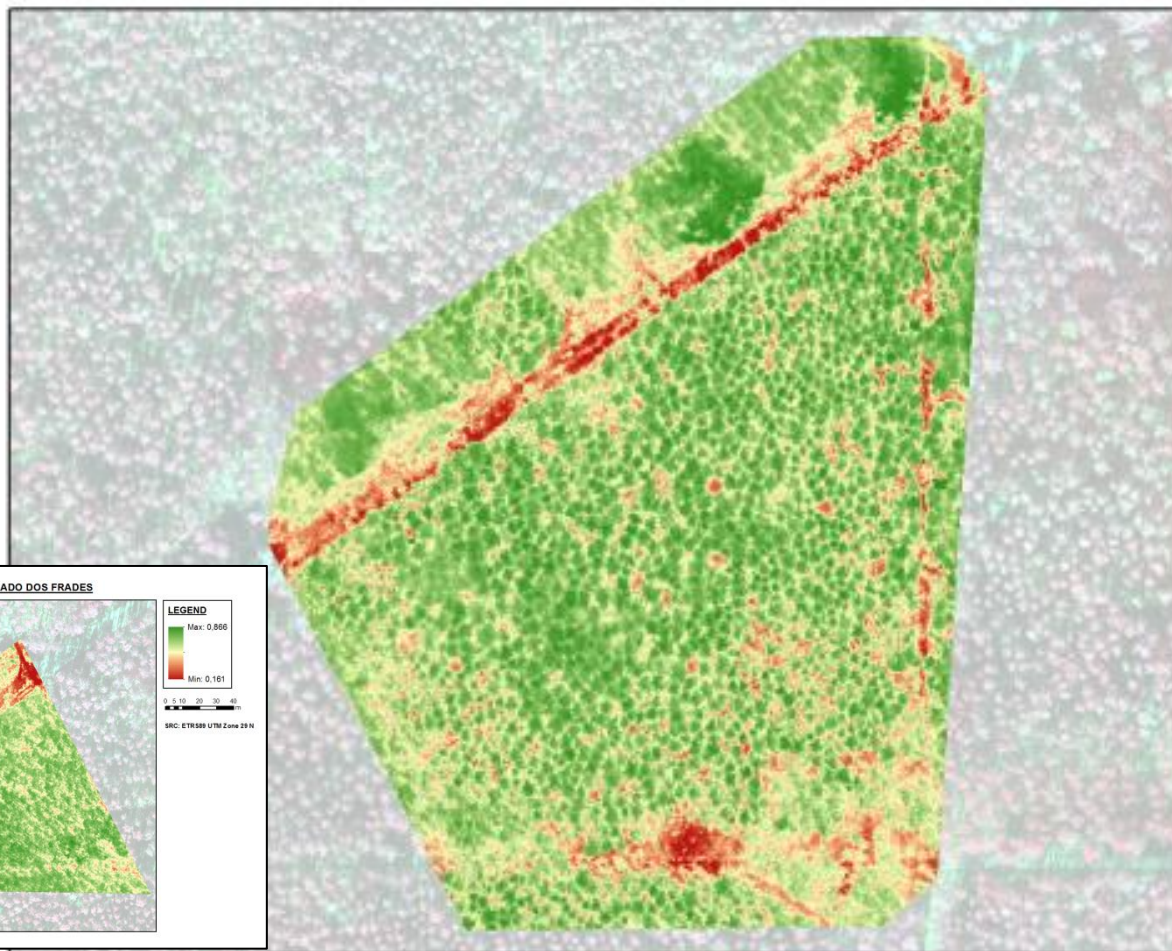


Cálculo de índices de vegetación (NDVI, CARI, MTVI, ...) y extracción de **estadísticos de las copas de los árboles** (utilizando las geometrías anteriores)



SALIDAS GRÁFICAS

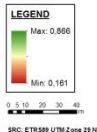
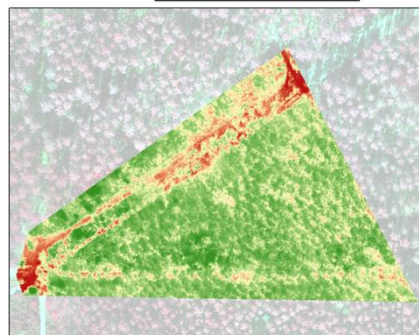
NDVI MAP INDEX - VALADO DOS FRADES



0 15 30 60 90 m

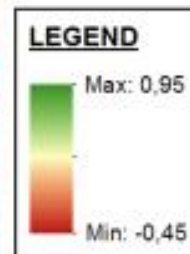
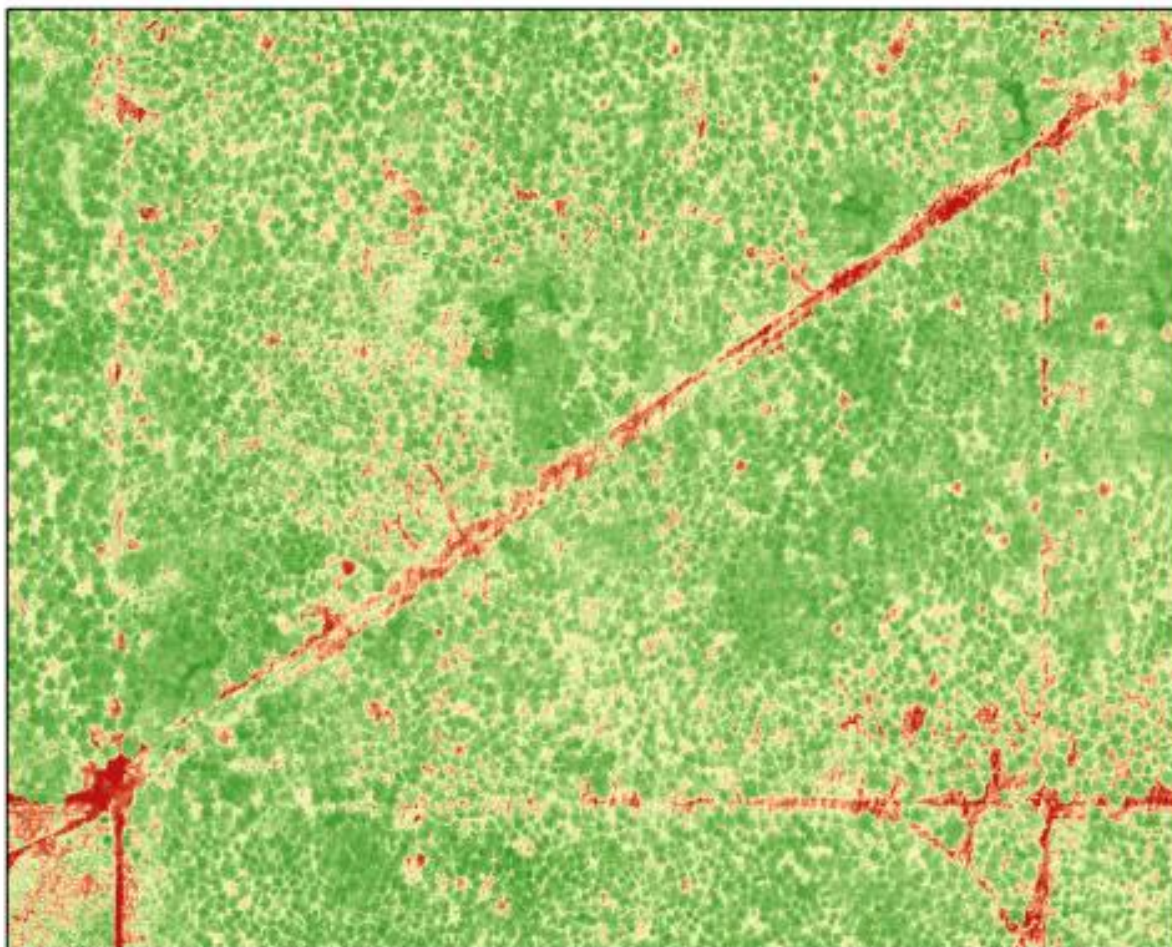
SRC: ETRS89 UTM Zone 29 N

NDVI MAP INDEX - VALADO DOS FRADES



SALIDAS GRÁFICAS

NDVI MAP INDEX - VALADO DOS FRADES



SRC: ETRS89 UTM Zone 29 N

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Predecir con los datos espectrales de agosto el decaimiento de árboles en diciembre (4 meses de antelación) > **MODELO DE PREDICCIÓN**
- Extender la exploración de árboles en decaimiento por métodos de teledetección en una misma época > **MODELO DE EXTENSIÓN**

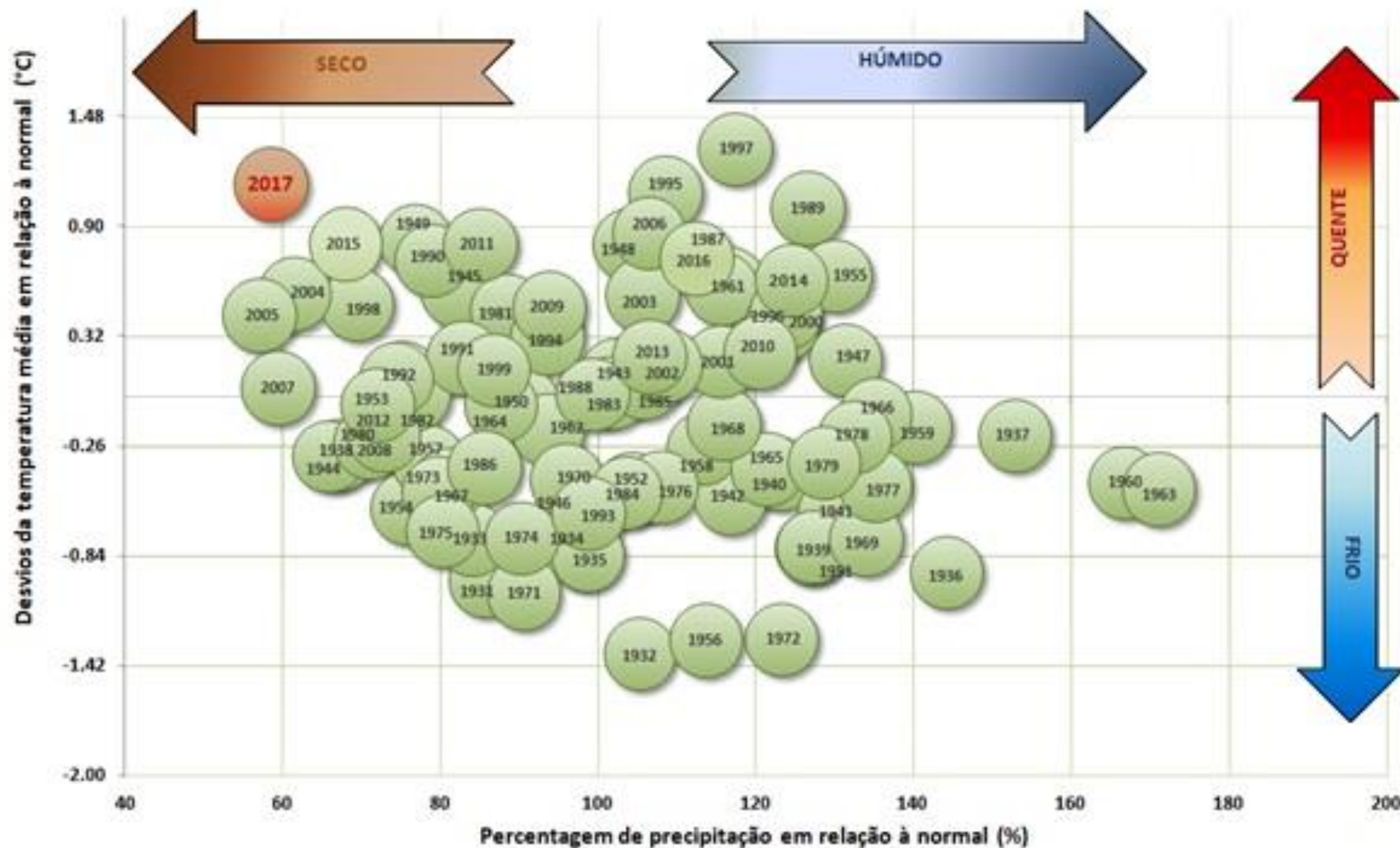
CONSTRUCCIÓN MODELO **PREDICCIÓN**(PRELIMINAR)

- Cálculo de coeficientes de correlación de Pearson entre parámetros **fisiológicos DE CAMPO DE DICIEMBRE**, y parámetros estadísticos de **Índices de vegetación REMOTOS DE AGOSTO** tomados desde dron

**NO EXISTEN CORRELACIONES
LINEALES SIGNIFICATIVAS**

- **NO SE ABORDA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO (INICIALMENTE)**

CONSTRUCCIÓN MODELO PREDICCIÓN(PRELIMINAR)



Nota: ano 2017, dados de 1 de janeiro a 27 de dezembro

CONSTRUCCIÓN MODELO EXTENSIÓN(PRELIMINAR)

- Cálculo de coeficientes de correlación de Pearson entre parámetros **fisiológicos** y **dasométricos DE CAMPO DE DICIEMBRE**, y parámetros estadísticos de **Índices de vegetación REMOTOS DE DICIEMBRE** tomados desde dron
- Se seleccionan para incluir en el modelo los parámetros REMOTOS **correlacionados significativamente** con alguno de los parámetros DE CAMPO
- Se utilizan 10 árboles (impares a lo largo de la parcela de prospección)

TIPO PARÁMETRO	PARÁMETRO SELECCIONADO PARA EL MODELO
DE CAMPO	0_Ch1 a mg/g DW
	Ch a prom mg/gDW
	Ch b prom mg/gDW
	Ch ab prom mg/gDW
	carot prom mg/gDW
	follaje kg/V m3
	Fv/Fm
REMOTO	PI
	NDVI_MEANDIC
	CARI_MEANDIC
	CARI_STDDIC
	SAVI_MEANDIC
	SAVI_STDDIC
	MTVI_MEANDIC
	MTVI_STDDIC

CONSTRUCCIÓN MODELO **EXTENSIÓN**(PRELIMINAR)

- Datos para el modelo a nivel árbol
- Los decaimientos presentes no sólo se pueden deber a NMP si no también a sequía, escolítidos, una sucesión de los anteriores, etcétera, por tanto no se usa en este parámetro en este análisis preliminar
- Se escoge la F_v/F_m como parámetro descriptivo del estado de decaimiento fisiológico.
 - $F_v/F_m \geq 0,85$ >>> NEGATIVO (0)
 - $F_v/F_m < 0,85$ >>> POSITIVO (1)
- Sin embargo, el 90 % de decaimientos observados coincidieron a la vez con casos positivos de NMP
- Se transforma el parámetro F_v/F_m en un parámetro binario para utilizarlo como variable dependiente en la construcción del modelo de regresión logística (Statgraphics)

CONSTRUCCIÓN MODELO **EXTENSIÓN**(PRELIMINAR)

- Se testan como variables independientes los 7 parámetros remotos identificados en el análisis de correlación.
- Las variables independientes que aportan poca o nula desviación se eliminan del modelo (5)
- El modelo resultante es el siguiente:

Árbol en decaimiento $DIC = \exp(\eta) / (1 + \exp(\eta))$

en donde

$$\eta = 316,365 - 22893,9 * CARI_STD_DIC + 6777,99 * SAVI_STD_DIC$$



CONSTRUCCIÓN MODELO **EXTENSIÓN**(PRELIMINAR)

Análisis de Desviación

<i>Fuente</i>	<i>Desviación</i>	<i>Gl</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	13,8563	2	0,0010
Residuo	0,00659622	7	1,0000
Total (corr.)	13,8629	9	

Porcentaje de desviación explicado por el modelo = 99,9524

Porcentaje ajustado = 56,6716

Pruebas de Razón de Verosimilitud

<i>Factor</i>	<i>Chi-Cuadrada</i>	<i>Gl</i>	<i>Valor-P</i>
CARI_STD_DIC	13,6469	1	0,0002
SAVI_STD_DIC	8,49806	1	0,0036

CONSTRUCCIÓN MODELO EXTENSIÓN(PRELIMINAR)

- Se prueba el modelo con los datos de los árboles pares no utilizados para su construcción (n=10)
- Se adopta el punto de corte-frontera que maximiza la sensibilidad y la especificidad (0,50)
- DESEMPEÑO DEL MODELO:
 - SENSIBILIDAD=80%
 - ESPECIFICIDAD=60%
 - ACIERTO=70%

Punto frontera	Fracción de verdaderos positivos sobre positivos predichos %	Fracción de verdaderos negativos sobre negativos predichos %	Fracción de aciertos %
0,00	60	-	60
0,10	80	60	70
0,20	80	60	70
0,30	80	60	70
0,40	80	60	70
0,50	80	60	70
0,60	80	60	70
0,70	80	60	70
0,80	80	60	70
0,90	80	60	70
1,00	-	40	40

CONCLUSIONES PRELIMINARES

- LA PREDICCIÓN (4 MESES) DEL DECAIMIENTO DE PINO POR MÉTODOS DE TELEDETECCIÓN AÚN NO SE HA DEMOSTRADO.
- EN LA PREDICCIÓN PUDIERON LOS ÁRBOLES MUESTREADOS PUDIERON NO HABER ESTADO INFECTADOS EN EL MOMENTO DE LAS MEDICIONES (AGOSTO)
- LA EXTENSIÓN DE LOS MÉTODOS DE TELEDETECCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN OPERATIVA DE ÁRBOLES EN DECAIMIENTO ES POSIBLE
- LA SENSIBILIDAD DEL MODELO PODRÍA MEJORARSE CON EL AUMENTO DE LA CANTIDAD DE DATOS UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MISMO



Teledetección del decaimiento en *Pinus pinaster* producido por Nematodo de la Madera del Pino (*Bursaphelenchus xylophilus*). Caso práctico.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!

flario@tragsa.es