



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Instituto Universitario de Investigación Gestión Forestal Sostenible.

Máster de Investigación en Ingeniería para la Conservación y
Uso Sostenible de Sistemas Forestales

**Evolución del regenerado tras incendio
en montes de *Pinus pinaster* Ait. de la
Sierra de Gredos (España central)**

MEMORIA

Alumno/a: Álvaro Gómez Carrasco.

Director: Rafael Serrada Hierro.

Tutor: Felipe Bravo Oviedo.

Cotutor: Ángel Iglesias Ranz.

Marzo de 2013



*...la propia Naturaleza lo enseña en la Sierra de Gredos, donde el área de las cumbres ha sido colonizada por el piornal, bajando cada vez mas de cota a causa principalmente de los incendios, como lo demuestran los ejemplares seculares de *P. nigra* y *P. sylvestris* que todavía pueden verse en la frontera de los 1.500 mts. hoy rebasada por el matorral colonizador.*

Enrique Martínez Ruiz, 1991.



AGRADECIMIENTOS.

Rafael Serrada Hierro, Felipe Bravo Oviedo y Ángel Iglesias Ranz, han dirigido, y tutorado este estudio, su sabiduría y reputación en el ámbito forestal son sobradamente conocidas. Por suerte para mi, juntos hemos llevado a cabo trabajos anteriores que me han hecho aprender mucho. Ellos me ayudaron a seguir aprendiendo el monte, descubrir las relaciones entre números y árboles, y profundizar técnicas forestales. A parte de la excelencia de sus conocimientos aportados, valoro enormemente la parte extra-profesional.

Marta, mi novia, es mi principal apoyo moral, me aguanta y ha trabajado mucho (campo y gabinete) en este proyecto.

Alberto, Amedo, Ángel, Tatiana, Peguero y Ángel (capataz) por el inventario de 2010; Valentín Pando Fernández por su amplísima labor docente desinteresada en el campo estadístico; María José Fernández Nieto por su ayuda y aportación de datos meteorológicos; al personal del Instituto de Investigación Gestión Forestal Sostenible; a toda la Sección de Restauración del Servicio Territorial de Medio Ambiente de la Provincia de Ávila; a Alfredo, Santiago, Víctor, Santos, Rodo y Óscar. A todos los que sufren o han sufrido los incendios forestales, a los que luchan o han luchado por apagarlos y a los que trabajan por restaurarlos.

A todas aquellas personas que me ayudaron en los anteriores Trabajos Fin de Carrera de Ingeniería Técnica Forestal e Ingeniería de Montes. Ellos también han posibilitado que llegue hasta aquí.

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto "Estrategias selvícolas para la adaptación y mitigación del cambio climático en repoblaciones de pinares. Subproyecto 2" del Plan Nacional de I+D+i (Código: AGL2011-29701-C02-02, Ministerio de Economía y Competitividad) y por el Proyecto de Inventario Forestal de Regeneración tras Incendio en el Valle del Tiétar-2010 (Sección de Restauración del Servicio Territorial de Medio Ambiente de Ávila, Consejería de Fomento y Medio Ambiente).

Mi más sentido agradecimiento a mis padres, a mi hermana, a mi familia y a mis amigos.

RESUMEN.

El pinar de pino negral es la formación dominante en el piso subesclerófilo del Sistema Central con 126.169 ha, donde se localizan más del 10% de las masas de *Pinus pinaster* de España, además de ser las más interesantes desde el punto de vista tecnológico, productivo y adaptativo. Pese a ello es la especie más afectada por incendios forestales, y las zonas del Sur del Sistema Central son las primeras en frecuencia y superficie quemada, junto con el noroeste de España.

Es necesario conocer los procesos que intervienen en la regeneración del pinar, determinar las influencias de cada factor ecológico y poder predecir con fiabilidad aceptable la persistencia o no de estas masas tras incendio forestal, en la vertiente sur del Sistema Central-Gredos. En ello se centra el estudio.

El sitio de ensayo se estableció en el Valle del Tiétar (Sur de Gredos, Ávila), en 1.426 ha de Monte de Utilidad Pública poblado por *Pinus pinaster* de las 4.117 ha quemadas por el incendio del año 2009. Se instalaron tres tipos de parcelas de muestreo de regenerado, medido por distancias (nuevo método) y por cuadrantes ocupados, sistemáticas en malla cuadrada: 1.366 parcelas en el año 2010 (P1); 63 parcelas de mortalidad en 2010 y 2011 (P2), en 35 de las cuales se tomaron datos edáficos (P2suelo). Previo análisis de componentes principales, se llevaron a cabo modelos logísticos para estimar el éxito de regenerado conseguido para los dos años siguientes al incendio, y la mortalidad. Además se ajustó un modelo mixto para estimar la densidad de regenerado conseguido tras dos años del incendio.

La pendiente (ligada a la erosión), la intensidad de la combustión, la humedad equivalente del suelo (ligado al régimen termopluviométrico de la zona y la intolerancia al encharcamiento de la especie), la fertilidad del suelo (ligada a la proliferación de enfermedades y herbáceas) y el empradecimiento son factores negativos para la germinación, primer establecimiento y supervivencia del regenerado. Las relaciones interespecíficas entre el matorral de piorno (también del helechar y espinoso) y el regenerado varían de competencia a facilitación (o de competencia a indicación de buena calidad de estación) según la especie dominante y el tiempo transcurrido desde el incendio. Los modelos desarrollados tienen importancia directa en ciencia y gestión forestal.

Palabras clave: *Pinus pinaster*, regeneración, mortalidad, modelos, incendio forestal.

ABSTRACT.

The *Pinus pinaster* woodland is the main formation of the “subesclerofilo” level in “Sistema Central” where it contributes to 126.169 ha, where are located more than 10% of the maritime pine forest in Spain, and from a technical, productive and adaptive point of view, it is the most interesting tree vegetation. Yet, it is the specie most affected by forest fires, and the south “Sistema Central” zones are the first in frequency and burn surface, with North-Western Spain.

It is necessary to know the processes affecting pine forest regeneration, to determinate the influence of ecological factors and be able to predict, with some confidence, the existence or absence of this woodland after forest fires in the southern slope of “Gredos”. This study is based on these questions.

The study area was established in “Valle del Tiétar” (“Gredos” Southern slope, Ávila), in 1.426 hectares of *Pinus pinaster* Public Forest of the 4.117 hectares burned by the 2009 wildfire. Three types of sample plot, to measure the regeneration, by the distances method (new option) and stocked quadrant method, were established in a grid: 1.366 plots in 2010 (P1); 63 mortality plots in 2010 and 2011 (P2), and with soil measures in 35 of these (P2suelo). After a principal component analysis, we fitted logistic models to estimate well-regenerated sites one and two years after wildfire, and to estimate the mortality. Besides, we adjusted a mixed model to estimate the density in well-regenerated zones two years after forest fire.

Slope (linked to erosion), intensity of combustion, soil equivalent moisture (relating to temperatures and rainfall regime in this location, and the intolerance to water logging of the specie), the soil fertility (linked to spread of diseases and increase of herbs) and the herbs cover are negative factors to germination, first establishment and survival of regeneration. The inter-specific relationships between the leguminous shrub (also fern density, and thorn shrub) and pine regeneration swings between competition and facilitation (or competition and indicator of optimal ecological site) according the dominant specie and the time since forest fire. The developed models have direct implementation in science and forestry.

Keywords: *Pinus pinaster*, regeneration, mortality, models, forest fire.

ÍNDICE:

1. ANTECEDENTES.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
2.1. Área de estudio.	3
2.2. Diseño del estudio.	4
2.3. Espesura de la masa antes del incendio. Banco de Semillas.	4
2.4. Intensidad de la combustión.	5
2.5. Espesura del matorral.....	5
2.6. Disponibilidad Hídrica y fisiografía.	6
2.7. Muestras de suelo.	6
2.8. Mortalidad.....	6
2.9. Análisis estadístico.	7
2.9.1. Análisis preliminar de variables explicativas. Componentes principales.....	7
2.9.2. Modelos logísticos: densidad de regenerado conseguida y mortalidad.....	7
2.9.3. Criterios de selección de variables de modelos logísticos.	9
2.9.4. Modelos de estimación de la densidad de regenerado a nivel cuadrante: modelos mixtos.	10
2.9.6. Comparación de métodos de estimación de densidad de regeneración tras incendio.	11
3. RESULTADOS.....	11
3.1. Análisis preliminar de variables explicativas. Componentes principales.....	11
3.2. Modelos logísticos de regeneración conseguida.....	12
3.3. Modelos de estimación de la densidad de regenerado tras dos años del incendio a nivel cuadrante: modelos mixtos.....	14
3.4. Modelos logísticos de mortalidad.....	15
3.5. Comparación de métodos de estimación de densidad de regeneración tras incendio.	15
4. DISCUSIÓN.....	16
4.1. El banco de semillas.....	16
4.2. La intensidad de la combustión.....	17
4.3. La fisiografía.	17
4.4. El suelo: textura y disponibilidad hídrica.	18
4.5. El suelo: pH y fertilidad.	19
4.6. Factores bióticos: competencia y facilitación.	20
4.7. Gestión de los restos de corta.	22
4.8. Modelos de regeneración tras incendio en el sur de Gredos.	23
5. CONCLUSIONES.....	25
6. BIBLIOGRAFÍA.....	26

1. ANTECEDENTES.

En la actualidad, aproximadamente 1.060.000 ha, están pobladas por pino negral (*Pinus pinaster* Ait. subsp. *mesogeensis*) en España. Se trata de una especie eurioica, de temperamento robusto, frugal, de suelos aireados, calcífuga (excepto alguna procedencia bética) y de crecimiento rápido (Serrada *et al.*, 2008). Por todo ello, ha sido la especie con la que más se ha repoblado en España, unas 800.000 ha (Serrada *et al.*, 2008), tanto con fines protectores como productores.

El pinar de pino negral es la formación dominante en el piso subesclerófilo del Sistema Central con 126.169 ha (Ruiz de la Torre, 1990), abarcando también pisos del esclerófilo y taiga según localizaciones. Aquí se encuentran más del 10% de las masas de *Pinus pinaster* de España, además de ser la Sierra de Gredos y Gata-Hurdes las regiones de procedencia más interesantes desde el punto de vista tecnológico, productivo y adaptativo (Alía *et al.*, 1996). Estas masas están distribuidas en la vertiente sur del Sistema Central debido a las condiciones estacionales que posee y a la historia forestal que ha tenido, como sobrepastoreo, incendios y explotación (Martínez, 2000 y Cantero, 2003). Pese a la controversia social, el pino negral es autóctono del sur del Sistema Central, y ha quedado demostrado mediante métodos genéticos (Sierra de Grado, 1996) y paleobotánicos (Morla *et al.*, 2009 y López-Sáez *et al.*, 2010).

Según el Ministerio de Medio Ambiente, 101.569,87 ha de monte poblado por *Pinus pinaster*, ardieron en el decenio 1996-2006 en España (más del 10% de la superficie que ocupa esta especie). Es con diferencia la especie más afectada por incendios forestales (27,96% de la superficie quemada). En cuanto a frecuencia, intencionalidad, y superficie afectada por incendios, las zonas del Sur del Sistema Central (comarcas de Gata, las Hurdes, el Valle del Alagón y el Valle del Tiétar) van a la cabeza de España, junto con Galicia, León y Asturias. Varios municipios del Valle del Tiétar se encuentran incluidos dentro del Plan 42 de la Junta de Castilla y León por su problemática, riesgo y vulnerabilidad a los incendios forestales. En el Plan INFOEX (Extremadura), los municipios de la vertiente sur del Sistema Central (Comarcas de Gata, las Hurdes, Valles del Alagón y Jerte, y la Vera) alcanzan el nivel máximo de peligrosidad de incendios forestales.

Concretamente, en la comarca de Arenas de San Pedro (Valle del Tiétar, Ávila), un 32% de la superficie forestal se ha quemado una vez en el periodo de los 1970-1990 (Vázquez *et al.*, 2001). En el Valle del Tiétar, desde 1986, se han producido catástrofes como: Pedro Bernardo con 7.420 ha., Cuevas del Valle y Mombeltrán con 4.117 ha, Pedro Bernardo con 3.496 ha, Casavieja con 635 ha, Arenas de San Pedro con 341 ha y Villarejo del Valle con 116 ha (Martínez, 1991 y Gómez, 2009). La cota máxima alcanzable por los pinares regenerados tras incendio en montes del Valle del Tiétar se reduce en 100 o 200 m por cada suceso de incendio respecto de la anterior altitud, como consecuencia de la erosión (Martínez, 1991). Las pérdidas ocasionadas por estos

incendios son muy importantes y es urgente una rápida y correcta actuación de ayuda a la regeneración natural y de estimación de zonas regeneradas (Martínez, 1991; Fernández *et al.*, 2001; Madrigal *et al.*, 2005; Vega *et al.*, 2005; Madrigal *et al.*, 2006a, 2007 y 2009; y Carrillo *et al.*, 2009).

En el año 2009 (29 de junio) un incendio calcinó 4.117 ha, de las cuales 1.426 ha eran de montes de *Pinus pinaster* gestionados por la administración pública. En el Sur de Gredos, la metodología selvícola de actuación tras incendio es: (i) saca de madera y eliminación de restos; (ii) siembra a voleo de ayuda a la regeneración natural una vez finalizada la sequía estival; (iii) observación de zonas regeneradas/no regeneradas en años sucesivos (hasta 4 o 5 años) y (iv) repoblaciones por plantación en zonas no regeneradas.

Disminuir los plazos de actuación selvícola, disponiendo de herramientas fiables para estimar la regeneración, es muy importante. Para todo ello es imprescindible conocer qué factores ecológicos son los que actúan en la germinación y supervivencia del regenerado, y poder estimar en qué condiciones no va a ser posible la regeneración natural. La regeneración (germinación y supervivencia) comienza en el otoño posterior al incendio, y estará determinada por los factores pre-incendio e incendio: intensidad de la combustión y banco de semillas; y por los factores post-incendio: insolación, disponibilidad hídrica, fisiografía, suelo, competencia/facilitación y trabajos selvícolas (Madrigal *et al.* 2006b).

Estos procesos de regeneración natural tras incendio son altamente irregulares variables, y con una gran componente de aleatoriedad (Madrigal *et al.*, 2006b), además la explicación de los procesos que intervienen en la misma no son un campo ampliamente conocido ni de consenso en los siguientes ámbitos de la ciencia forestal: competencia/facilitación (Madrigal *et al.*, 2005 y 2006b; Rodríguez-García *et al.*, 2007 y 2011; Calvo *et al.*, 2008; Bottero *et al.*, 2013), propiedades edáficas (Gandullo *et al.*, 1994; Arduini, *et al.*, 1998; Madrigal *et al.*, 2006b; Rodríguez-García *et al.*, 2007 y 2011) y disponibilidad hídrica (Baker *et al.*, 2003; García, 2003; Ruano *et al.*, 2009; Rodríguez-García *et al.*, 2011).

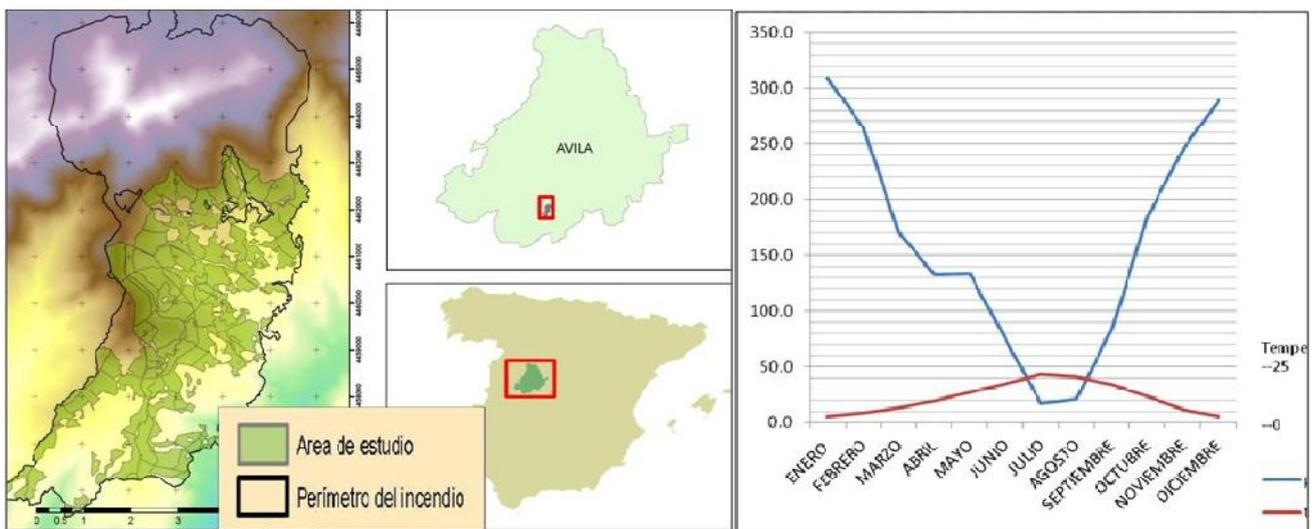
Es necesario conocer en profundidad estos procesos, determinar las influencias de cada factor ecológico y poder predecir con fiabilidad aceptable la persistencia o no de estas masas tras incendio forestal de la vertiente sur del Sistema Central-Gredos. Por ello, el objetivo principal de este estudio es conocer el efecto de los diversos factores ecológicos en el primer establecimiento de la regeneración forestal de *Pinus pinaster* en el Sur de Gredos (Valle del Tiétar) tras incendio forestal y por tanto: (i) conocer los procesos y factores que intervienen en el primer establecimiento tras el incendio; (ii) conocer los procesos y factores tras dos años desde el incendio; (iii) poder dar una estimación fiable de la mortalidad y densidad del regenerado utilizando modelos estadísticos y

(iv) ser capaces de elaborar una herramienta de uso directo en el campo científico y técnico forestal.

2. METODOLOGÍA.

2.1. Área de estudio.

El trabajo se desarrolla en las 1426 ha quemadas en el incendio del Valle del Tiétar de 2009, sobre masas de *Pinus pinaster* de gestión pública (ETRS89: 40° 17' 2" N; 5° 2' 7" W). El área de estudio tiene un rango de altitudes de 700-1400 m.s.n.m. (figura 1; mapa 1 de anejos). El estudio se desarrolla desde octubre de 2010 a diciembre de 2011. La zona tiene un clima especialmente benigno con veranos calurosos e inviernos suaves. La oscilación térmica media anual es de 18,9°C. Los meses más fríos son diciembre y enero con 2,7 y 2,8°C respectivamente de temperatura media mensual y los más calurosos julio y agosto con 20,3 y 19,4°C respectivamente. La temperatura media anual es de 11,2°C. Las precipitaciones son de 1925,9 mm anuales en primaveras y otoños lluviosos, inviernos muy húmedos y veranos secos. El periodo medio de parada vegetativa es menor a dos meses.



Definimos el suelo predominante en la zona de estudio como bastante homogéneo, silíceo, ácido generalmente bastante permeable, formado sobre granitos. En cuanto a productividad forestal el índice de productividad forestal (IPPF) de Gandullo y Serrada (1977) es de 7,99 m³/ha, y el índice de Patterson de 6,55 m³/ha. Se pueden ver todos los datos climáticos y componentes de la ficha hídrica (Thornthwaite, 1948, 1955, en Gómez, 2007) desde agosto de 2009 a diciembre de 2011 en Tabla 1 e Ilustraciones de 1 a 4 de anejos.

Las principales formaciones vegetales post-incendio pertenecen a Taigá y Subesclerófilo (Ruiz de la Torre, 1990 y López Leiva *et al.*, 2009) o piso oromediterráneo y supramediterráneo (Rivas-

Martínez, 1983), y lo constituyen matorrales heliófilos, o de subpiso arbustivo puros o mixtos como piornales y escobares (*Cytisus striatus*, *Cytisus scoparius*, *Cytisus oromediterraneus*, *Genista cinérea* subsp. *cinerascens*, *Genista florida*, *Genista falcata* *Adenocarpus hispanicus* y *Echinopartum* sp.), brezales (*Erica arborea*, *Erica australis* y *Erica scoparia*), jarales (*Cistus ladanifer*, *Cistus laurifolius*, *Cistus psilosepalus* *Halimium ocymoides* y *H. umbellatum* y *H. lasianthum*), matorral de labiadas (*Lavandula stoechas* y *Thymus masticina*), zarzales de *Rosa* sp., *Rubus* sp., *Crataegus monogyna*. Los pastos dominantes son pioneros (*Plantago-corinephorion*) y "teneros de hambre" (*Thero-airion*).

2.2. Diseño del estudio.

Se han planteado dos tipos de muestreo del regenerado: cuadrantes ocupados o *Stocked Quadrant Method* (Matney *et al.*, 1991 y Bravo *et al.*, 2007) con radio 3,6 metros (ver Ilustración 5 de anejos), ampliamente usados para estudios de regeneración natural (González-Martínez *et al.*, 2001; Guerra *et al.*, 2004, Rodríguez-García *et al.*, 2007 y 2011) y distancias al sexto árbol, nuevo método empleado para disminuir tiempos y valorar su uso futuro (ver tablas 2, 3 y 4 de anejos).

Pasado un año desde el incendio, se realizó el primer inventario (1.429 parcelas), midiendo la densidad de regenerado por distancias en muestreo sistemático de malla 100x100 m (en adelante P1), 63 de las cuales (en malla de 400x400 m y en adelante P2) se marcaron, se muestrearon dos veces en el tiempo (tras uno y dos años desde el incendio), y se midieron además por cuadrantes ocupados. En 35 parcelas de las 63 medidas dos años tras el incendio (P2), además se tomaron muestras de suelo (en adelante P2suelo). En todas las parcelas (P1, P2 y P2suelo) se miden cobertura y altura del piornal, de matorral espinoso, de jaral, de brezal y del helechar, se clasifican los restos de saca de madera quemada, se mide el grado de empradecimiento, y afloramientos rocosos. La información edáfica muestreada (P2suelo) se refiere a propiedades físicas y químicas del suelo (ver apartado 2.7). La información detallada de las variables de estudio se puede ver en Tabla 7 de anejos. Los parámetros no medidos en inventario (fisiográficos, índices de vegetación, intensidad de combustión), son exportados a cada parcela desde información geográfica o imágenes satélite previas, mediándonos para ello de los programas ArcGis® y ERDAS® (SIG y Teledetección).

2.3. Espesura de la masa antes del incendio. Banco de Semillas.

El banco de semillas del suelo, y sobre todo aéreo (piñas serotinas, ver Ilustración 9 de anejos), en las masas de *Pinus pinaster* es un factor ecológico clave para la estimación de la densidad de regeneración (germinación) tras incendio y está relacionado con la espesura y edad de la masa antes del incendio (Madrigal *et al.*, 2005 y 2006a y b; Carrillo *et al.*, 2009 y San Miguel *et al.* 2010).

En este estudio se evaluará a partir de la espesura de la masa antes de arder estimada a través del área basimétrica. Ésta se obtiene para cada parcela a partir de los datos del apeo de cantones de de las Revisiones de los Proyectos de Ordenación de los Montes de gestión pública correspondientes (Redondo *et al.*, 2001; Redondo *et al.*, 2003a y b; y Suárez *et al.*, 2004). Otro campo en el que se estima el banco de semillas es el de la teledetección (Potter *et al.* 2012). En este caso se obtendrá para cada parcela el valor del índice de actividad fotosintética a partir de la ortofotografía RGB e infrarrojo (IDECyL) del vuelo Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) del año 2007 de resolución espacial 25x25 cm.

2.4. Intensidad de la combustión.

Este factor es determinante en los porcentajes de germinación así como en la futura interacción brinzal-matorral (Martínez *et al.*, 1995, Núñez *et al.*, 2000 y Álvarez *et al.*, 2005 en Serrada *et al.*, 2008; Herrero de Aza *et al.*, 2004; Herrero *et al.*, 2007 y Vega *et al.*, 2008).

Se determinó en gabinete, con la geoinformación previa disponible en IDECyL, de las ortofotografías aéreas RGB del vuelo PNOA 2009 (posteriores al incendio) y con resolución espacial de 50x50cm. Se han conseguido diferenciar dos tipos de combustión y se digitalizan para extrapolar qué combustión hubo en cada punto o parcela. Se discriminaron dos tipos de combustión en forma de variable categórica (tabla 7 e ilustración 12 de anejos): agresiva, solo se ven los fustes quemados; débil, las copas de los árboles mantienen las acículas secas.

2.5. Espesura del matorral.

La espesura de matorral es factor influyente en la germinación y supervivencia del regenerado tras incendio (Castro *et al.*, 2002; Madrigal *et al.*, 2005, 2006b y 2007; Calvo *et al.*, 2008, entre otros) por ello se midieron en todos los inventarios y tipos de parcela (P1, P2 y P2suelo). Se han empleado varias formas para expresar la afección del matorral en la regeneración. Todas ellas tienen en cuenta la especie dominante. Algunos expresan la influencia del matorral por la distancia entre el mismo y la plántula individual (Rodríguez-García *et al.*, 2011), otros a través de su espesura: combinaciones entre la altura y la cabida cubierta (Madrigal *et al.*, 2005 y Serrada, 2011). En nuestro caso, se opta por esta segunda opción, es decir, determinar las interacciones bióticas entre las plántulas de pino y el matorral a través de su espesura. La espesura de cada tipo de matorral vendrá expresada por:

$$(1) \text{Espesura matorral } i = Hm_i \times fcc_i$$

(1) Siendo Hm_i la altura media en metros del matorral de la especie i en la parcela, y fcc_i la fracción de cabida cubierta en tanto por ciento del matorral i en la parcela de estudio.

Esta metodología expresa la espesura del matorral asimilándolo a un volumen prismático de superficie basal (fcc) por altura (Hm).

2.6. Disponibilidad Hídrica y fisiografía.

Los factores fisiográficos son ampliamente utilizados en estudios de regeneración y se demuestran determinantes (Martínez, 2000; Siles *et al.*, 2004; Madrigal *et al.*, 2005, 2006b y 2007). En este estudio se ha planteado la obtención de datos fisiográficos (pendiente, altitud y orientación) en gabinete, extrayendo para cada parcela la información disponible del MDE (modelo digital de elevaciones) elaborada a partir del mapa topográfico formato vectorial descargado de IDECyL.

Las condiciones de disponibilidad hídrica condicionarán la supervivencia y crecimiento de los brinzales de *Pinus pinaster* (García, 2003; Baker *et al.*, 2006 y Ruano *et al.*, 2009). La estimación de la disponibilidad hídrica se ha estimado en estos estudios de regeneración por medición directa o aplicación de riego. En nuestro caso, se ha obtenido en gabinete para cada parcela, a partir de los datos meteorológicos de las estaciones de Cuevas del Valle y Candeleda (AEMET), corregidos por altitud en cada parcela. Se ha obtenido para cada parcela la ficha Hídrica con la metodología de Thornthwaite (1948 y 1955) en Gómez (2007), disponiendo así de datos por parcela de reserva de agua en el suelo, evapotranspiración real, drenaje calculado y sequía fisiológica.

2.7. Muestras de suelo.

Las propiedades físicas y químicas edáficas son un factor ecológico clave en el éxito de la regeneración de *Pinus pinaster* tras incendio (Gandullo *et al.*, 1994; Guerra *et al.*, 2004; Carrillo *et al.*, 2009 y Rodríguez-García *et al.*, 2011). Los datos edáficos se toman en el inventario realizado en el segundo año desde el incendio sobre las 35 parcelas P2suelo (ver metodología de toma de datos en tabla 5 e Ilustración 11 de anejos).

Fueron medidas en el laboratorio del ITAGRA (Palencia) las variables físicas de porcentaje elementos gruesos, de tierra fina, fracciones granulométricas por el método ISSS; y las variables químicas de pH (potenciometría PNT-S-01), capacidad de intercambio catiónico, potasio asimilable (emisión atómica PNT-S-07), calcio y magnesio asimilable (absorción atómica PNT-S-06), sodio asimilable (emisión atómica), fósforo asimilable (Olsen PNT-S-04), materia orgánica oxidable (volumetría REDOX. PNT-S-05), conductividad eléctrica (conductímetro 1:2,5) y nitrógeno total (Kjeldahl modificado). Se puede ver una descripción detallada de todas las variables en Tabla 7 de anejos.

2.8. Mortalidad.

El objetivo es determinar la mortalidad que comprometa la viabilidad de la masa futura en estado de latizal alto regular, con cabida completa y en densidad de 1.000 pies/ha. Esta situación es

estimada directamente por el método de los cuadrantes ocupados o *Stocked Quadrant Method* (Matney *et al.*, 1991), ya que cada uno de los cuatro cuadrantes de la parcela debe estar ocupado por al menos un pie viable para no comprometer la viabilidad futura de la masa.

Por lo tanto, estimamos la mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa como variable binaria (Mn), habiendo mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa si el número de cuadrantes ocupados en el primer inventario (un año tras el incendio), es mayor al número de cuadrantes ocupados en el segundo (dos años tras el incendio (Mn=1). Si es igual o menor entonces Mn=0.

2.9. Análisis estadístico.

2.9.1. Análisis preliminar de variables explicativas. Componentes principales.

La clasificación de las variables para la determinación de regenerado conseguido tras un año del incendio (P1) se llevó a cabo por criterios forestales en grupos de factores ecológicos y técnicos. Para la determinación de mortalidad y de regenerado conseguido tras dos años del incendio, se realizó el siguiente proceso de análisis de ACP con el programa Statistica[®], previa estandarización de todas las variables (ver justificación de los métodos elegidos en tabla 6 de anejos):

- a) ACP completo: intervinieron todas las variables numéricas potencialmente regresoras. En este ACP se corroboraron los grandes grupos (en adelante bloques, "b") de variables que intervenían en el proceso de regeneración. Se tomó el número de factores necesarios para cumplir una varianza explicada acumulada alrededor de 70%.
- b) ACP de cada bloque "b" elegido: se volvieron a tomar todas las variables agrupables en ese bloque de variabilidad previamente establecido en ACP completo. Con estos nuevos análisis definimos nuevos grupos de variables (en adelante grupos, "b_g") dentro de cada factor ecológico preestablecido.

Todo ello dio como resultado la clasificación en bloques y grupos del conjunto de la base de datos (variables que potencialmente entrarán en el análisis). También se estudió la matriz de coeficientes de correlación parcial entre variables importantes (formarán parte de los modelos).

2.9.2. Modelos logísticos: densidad de regenerado conseguida y mortalidad.

Se han ajustado modelos logísticos donde la variables dependientes Y (0,1) fueron: densidad de regenerado por distancias >2.000 pies/ha=1; densidad de regenerado por distancias <2.000 pies/ha=0 para los modelos de regenerado conseguido tras uno y dos años desde el incendio, y Mn (ver punto 2.9.1) para mortalidad. Se llevó a cabo el procedimiento SAS[®] "PROC LOGISTIC". La formulación es la siguiente:

$$(2) p = E(Y) = \frac{1}{1 + e^{-z}} = \frac{e^z}{1 + e^z};$$

$$(3) \frac{p}{1 - p} = e^z;$$

(2) p : probabilidad de éxito o fracaso; Y : la variable dependiente binaria de densidad conseguida 1 o no conseguida 0; z : factor a estimar.

A este cociente (3) se le denomina "odds ratio", y tomando logaritmos tenemos:

$$\ln\left(\frac{p}{1 - p}\right) = Z;$$

Así se tiene transformada linealmente la función Z a estimar:

$$(4) Z = \beta_0 + \sum_{i=1}^{i=n} (\beta_i \times X_i);$$

(4) β_0 : término independiente a estimar de la regresión linealizada; β_i : coeficientes de la regresión a estimar; n : número de variables regresoras; X_i : variable regresora i .

Se probaron tantos modelos sean necesarios con todas las variables fisiográficas, hídricas, edáficas, de intensidad de combustión, restos de corta, banco de semillas, de espesura de matorrales grado de empradecimiento para descartar las variables que no influyan en el modelo logístico (ver punto 2.9.3) con la salvedad de:

- a) Los modelos aplicados al inventario del segundo año tras el incendio, P2suelo con muestra $n=35$ solo fueron ajustados con 1 regresor. De ello se deduce que en estos modelos no existieran criterios de selección de variables, puesto que la variable y el modelo fueron estudiados y seleccionados siempre que todos los estadísticos del modelo eran favorables.
- b) Los modelos aplicados al inventario del segundo año tras el incendio, P2 con muestra $n=63$ fueron ajustados con un máximo de 2 regresores. Dada la imposibilidad de construir un único modelo donde intervinieran un máximo de bloques y grupos " b_g ", se analizaron todos los modelos aceptados (según los criterios de selección) clasificados por bloques " b ". De esta manera resultaron " m_b " modelos de regeneración por bloque " b ".

Los puntos de corte de los modelos se establecieron según objetivos de los mismos con arreglo a los criterios: (i) sensibilidad igual a especificidad, (ii) falsos positivos igual a falsos negativos, (iii) porcentaje de falsos positivos igual a porcentaje de falsos negativos. Siendo todos los test (de la regresión y de cada parámetro) significativos y de bondad de ajuste (Hosmer and Lemeshow) no significativo, los mejores modelos de estimación de regenerado conseguido tras uno y dos años del

incendio y estimación de mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa, se eligieron por los que mejores parámetros tubieran de convergencia del modelo (satisfecha), máximo rescalado pseudoR², máximo criterio de información de Akaike (AIC) y máxima área bajo la curva ROC.

Debido a la importancia de la representación cartográfica de la densidad de regeneración, se efectuó un mapa-modelo de regeneración conseguida/no conseguida (análoga a Siles *et al.*, 2004; Modugno *et al.*, 2008 y Potter *et al.*, 2012) para el modelo logístico tras el primer año del incendio, con todas las variables influyentes y con solo las variables disponibles en gabinete, para una rápida predicción de densidad sin visita a campo. En ambos modelos se llevó a cabo una verificación experimental (50 parcelas focalizadas a zonas no regeneradas), a partir de la tabla de clasificación de los modelos logísticos, que permitió aprobar el modelo para un uso en gestión post-incendio.

2.9.3. Criterios de selección de variables de modelos logísticos.

Los criterios de selección de variables para los modelos fueron en forma de puntuación, probando todas las variables en el modelo deseado. Solo se probaron las combinaciones necesarias sin que coincidan dos variables que representen al mismo factor ecológico (bloque en inventario P1, y grupo "b_g" en inventario P2).

La selección de variables y elección del modelo definitivo para densidad tras un año del incendio (P1) fue el que obtuvo mejor puntuación en los siguientes parámetros: (i) convergencia: satisfecho; (ii) criterio de información de Akaike (AIC) solo con el término independiente β_0 , sea mayor al AIC con todos los regresores; (iii) test global del modelo: significativo; (iv) área bajo la curva ROC lo más cercana a 1 posible; (v) test de Hosmer and Lemeshow no significativo; (vi) test parciales, o de cada variable significativo.

La selección de variables y modelos definitivos por bloque "m_b" se realizó con arreglo los siguientes criterios (Pando *et al.*, 2004; Madrigal *et al.*, 2005 y 2007; Rodríguez-García *et al.*, 2011). Se puntuó la variable con un punto negativo en cada criterio si: (C1) Convergencia del modelo: no converge; (C2) P-valor de la regresión: >0.05; (C3) P-valor parcial del estimador de la variable estudiada: >0.05; (C4) Máximo rescalado pseudoR²: <0.3; (C5) Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow: pvalor significativo <0.05. Con estos criterios se evaluó cada variable en un mínimo de 3 modelos (cada variable tiene que ser potencialmente puntuada negativamente en cada criterio 3 veces). Las puntuaciones negativas de las variables fueron P1, P2, P3, P4 y P5 para los criterios C1, C2, C3, C4 y C5 respectivamente. La selección de la variable se hizo con arreglo a:

$$(5)X_{b_g} \begin{cases} \text{aceptada si } P1, P2, P3, P4 \text{ y } P5 = 0 \\ P1, P2, P3, P4 \text{ y } P5 \neq 0 \end{cases} \begin{cases} \text{Rechazada si } P3 \geq P1, P2, P4 \text{ y } P5 . \\ \text{Seleccionada si } P3 < P1, P2, P4 \text{ o } P5. \end{cases}$$

(5) Siendo X_{bg} la variable del bloque "b" del grupo "g" a seleccionar; y las puntuaciones negativas de las variables serán P1, P2, P3, P4 y P5 para los criterios C1, C2, C3, C4 y C5 respectivamente.

2.9.4. Modelos de estimación de la densidad de regenerado a nivel cuadrante: modelos mixtos.

Se analizaron los datos por cuadrante del inventario P2suelo: datos de densidad en cada uno de los 4 cuadrantes de cada parcela. En esta situación, la correlación era evidente entre cuadrantes de la misma parcela debido a que están todos ellos en una superficie circular de 3,6 metros de radio donde hay efectos de microsítio que afectan a todos los cuadrantes. Esto hace incumplir, una de las hipótesis de los métodos de estimación por mínimos cuadrados ordinarios, que es la de independencia. Por ello se han empleado modelos mixtos, como en Ruano *et al.* (2009), con el fin de explicar los procesos que afectan a la densidad superior a 2.000 pies/ha salvando el inconveniente de independencia de los errores:

$$(6) Y_{jk} = \beta_0 + \alpha_j + \beta_i X_{ijk} + \varepsilon_{jk}$$

(6) siendo $i=1,2,\dots,r-1,r$, con r = número de regresores; $j=1,2,\dots,34, 35$, el número de parcela; $k=1,2,3$ y 4 , número de cuadrante; Y_{jk} = Valor observado para la variable dependiente en el cuadrante k de la parcela j ; β_0 = término independiente en la ecuación ajustada; α_i = efecto aleatorio de la parcela j , con $\alpha_i \rightarrow N(0, \sigma_p^2)$ y σ_p^2 = varianza aleatoria entre parcelas; X_{ijk} = valor observado para el regresor i en el cuadrante k de la parcela j ; β_i = efecto lineal del regresor X_i sobre la variable respuesta Y (por cada unidad que se incremente el regresor, la variable pendiente se incrementa en una cantidad β_i positiva o negativa); ε_{jk} = error aleatorio para el cuadrante k de la parcela j .

El modelo fue programado en SAS[®], mediante el procedimiento PROC MIXED (con comandos "repeated /subject=parcela type=cs", siendo "parcela" la variable categórica indicadora de la parcela). Tiene las siguientes hipótesis para estimación del error:

$$(7) \varepsilon_{jk} \rightarrow N(0, \sigma_k^2),$$

$$(8) \text{Cov}(\varepsilon_{jk}, \varepsilon_{j'k'}) = \begin{cases} 0 & \text{si } j \neq j' \\ w & \text{si } j = j' \text{ y } k \neq k' \end{cases}$$

(7) siendo ε_{jk} = error aleatorio para el cuadrante k de la parcela j ; σ_k^2 = varianza aleatoria entre errores del cuadrante k .

(8) siendo ε_{jk} = error aleatorio para el cuadrante k de la parcela j ; $\varepsilon_{j'k'}$ = error aleatorio para el cuadrante k' de la parcela j' w = covarianza entre errores aleatorios de distintos cuadrantes k de una misma parcela j .

El procedimiento de construcción del modelo fue el siguiente:

- i. Ajuste de modelos de regresión múltiple con la variable dependiente densidad del cuadrante en SAS[®] (PROC REG). Se incluyeron como regresores todas las variables de la base de datos (obviando los bloques) y se efectuó un procedimiento de selección de las mismas por "selección paso a paso" o stepwise. En este modelo se trató de comprobar/corregir todos

los problemas que puedan sucederse en una regresión múltiple: linealidad, multicolinealidad, falta de significatividad, falta de ajuste o incumplimiento de los supuestos básicos de ajuste por MCO. En base a ello se llegó al mejor modelo de regresión múltiple que cumpla todos estos condicionantes.

- ii. Ajuste de modelo mixto en SAS® (PROC MIXED). La variable respuesta es la densidad en el cuadrante, los regresores resultantes del modelo de regresión múltiple anterior son los factores fijos, y el factor aleatorio la parcela.
- iii. Del modelo mixto ajustado se eliminaron variables con los siguientes criterios: (i) Test de la regresión no significativo; (ii) Test de efectos aleatorios no significativo. (iii) Test de efectos fijos o test parcial del estimador de coeficiente de la variable no significativo. La selección definitiva del modelo mixto resultado final fue la de estadísticos de ajuste más pequeños. (Verosimilitud -2 Res Log, AIC, AICC y BIC).

2.9.6. Comparación de métodos de estimación de densidad de regeneración tras incendio.

En la base de datos P2 tenemos estimada la densidad de regeneración en cada punto de muestreo por dos métodos diferentes en 63 parcelas: "distancia al 6º árbol" y "cuadrantes ocupados".

Para comparar ambos métodos de estimación de la densidad se ha efectuado una regresión lineal simple en Statística® donde:

$$(9)D = \beta_0 + \beta_1 \times C + \varepsilon$$

(9) *D*: variable respuesta densidad por distancias; β_0 : término independiente de la regresión; β_1 : estimador del parámetro de la regresión; *C*: densidad por cuadrantes; ε : error estimado.

Los métodos llevados a cabo a tal efecto fueron los requeridos por el ajuste de regresión lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO): Análisis descriptivo de variables, test de la regresión, test parcial de β_1 , varianza explicada (R^2) y comprobación de hipótesis (linealidad, homocedasticidad, normalidad de residuos e independencia).

3. RESULTADOS.

3.1. Análisis preliminar de variables explicativas. Componentes principales.

Del conjunto de variables que podrían explicar los procesos de regeneración tras un año del incendio (P1) se establecieron 6 factores generales: fisiografía, severidad del incendio, banco de semillas, tratamientos selvícolas, competencia interespecífica de herbáceas, y de leñosas (tabla 8 de anejos).

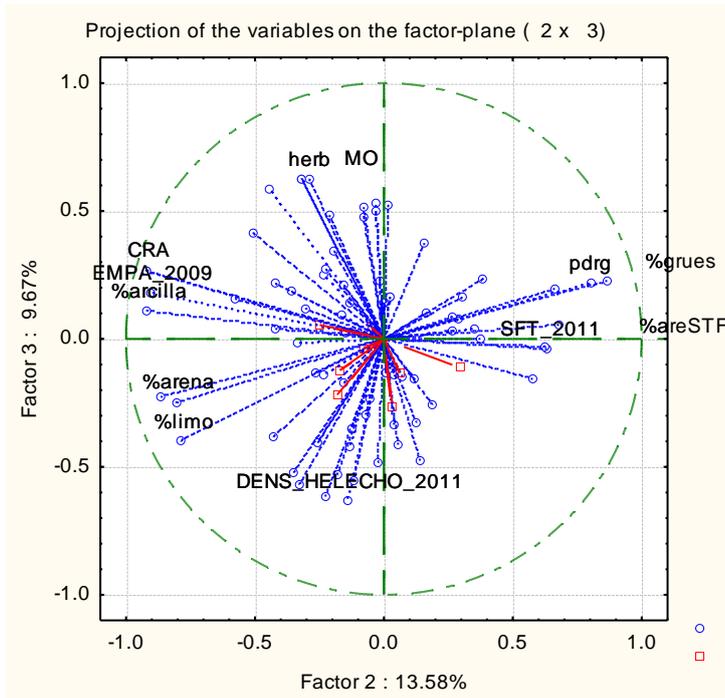


Figura 2. Proyección 2D de correlación de las variables con los factores 2 y 3 (bloques SUELO y COMPETENCIA/FACILITACIÓN) en ACP completo. Nota: aparecen etiquetadas solo las variables que superaban correlaciones del 60% con algún factor. Herb: empradecimiento del segundo año; pdrg: porcentaje de pedregosidad total; el resto ver tabla 5 de anejos.

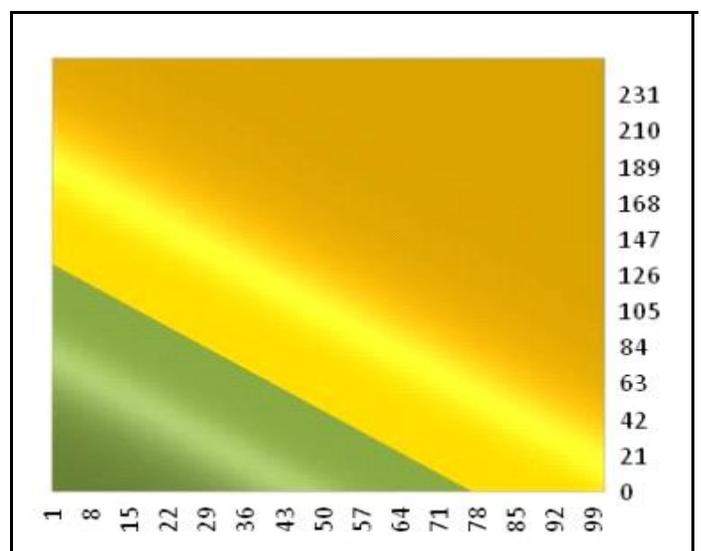
El ACP completo para los análisis de mortalidad y densidad tras dos años desde el incendio (varianza acumulada explicada del 68%) determinó 3 bloques "b" o grandes factores ecológicos según las variables más correlacionadas (>60%) con éstos de acuerdo al siguiente criterio forestal: (i) Factor 1: fisiografía/disponibilidad hídrica; (ii) Factor 2: suelo; (iii) Factores 3 y 4: competencia/facilitación (figura 2; tablas 9 y 10 e ilustraciones de 6 a 9 de anejos). El ACP para el bloque fisiografía/disponibilidad hídrica (varianza acumulada explicada del 90%), definió 2 grupos "b_g" (>60% de correlación entre variable y factor): ficha hídrica y fisiografía (tablas 11 y 12 e ilustraciones

10 y 11 de anejos). El ACP para el bloque suelo, (varianza acumulada explicada del 56%), definió 2 grupos "b_g" (>60% de correlación entre variable y factor): química y física del suelo (tablas 13 y 14 e ilustraciones 12 y 13 de anejos). Por último, el ACP para el bloque competencia/facilitación (varianza acumulada explicada del 59%), definió 4 grupos "b_g" (>60% de correlación entre variable y factor): matorral competidor, matorral facilitador, piornal y frondosas (ver Tablas 15 y 16 e ilustraciones de 14 a 17 de anejos; clasificación completa en grupos y subgrupos en tabla 17).

3.2. Modelos logísticos de regeneración conseguida.

Se puede observar la selección de variables para modelos de densidad del primer año tras el incendio en tabla 18, y para densidad en 2011 en tablas 19 a 22 de anejos (bloques fisiografía/disponibilidad hídrica, suelo, competencia/facilitación y categóricas respectivamente).

Figura 3. Gráfico de doble entrada: modelo logístico de regenerado conseguido dos años tras el incendio (fórmula 10); eje X: cobertura de herbáceas o empradecimiento en tanto por ciento; eje Y: espesura del matorral total calculada por fórmula 1. Verde regenerado conseguido, probabilidad del modelo $p > 0,52$; Amarillo: regenerado insuficiente, probabilidad del modelo $p < 0,52$.



Dos modelos explicaron la regeneración (conseguida/no conseguida) en 2010 verificados experimentalmente (tabla 1). El primero con todas las variables explicativas posibles (modelo

Tabla 1. Modelos aceptados de densidad de regenerado conseguido tras uno y dos años desde el incendio. Año Est.: año de estimación de densidad; **Base datos:** muestra sobre las que se ajusta el modelo; **variables continuas:** ver significado en tabla 5 de anejos; **restos (1, 2 y 3):** no eliminados, eliminados y árboles quemados en pie respectivamente; **combustión (1):** combustión fuerte; **AIC t. indep:** criterio de información de Akaike sólo con el término independiente; **AIC t. i.+var:** criterio de información de Akaike con el término independiente y los regresores; **ROC:** área bajo la curva ROC; **ns:** test parcial no significativo; **(+):** regresor con test parcial significativo directamente relacionado con el regenerado conseguido; **(-):** regresor con test parcial significativo inversamente relacionado con el regenerado conseguido; **np:** regresor no probado por estructura de selección de variables y construcción de modelos (bloques y grupos, ver punto 2.9.3); **color gris:** regresor no medido en la muestra o inventario.

MODELO			VARIABLES REGRESORAS CONTINUAS														CATEGÓRICAS		AIC		ROC		
Nº	AÑO EST.	BASE DATOS	Pendi ente	AB	ndvi	DENS_ES PIN_2010	EMPRAD EC_2010	EMPRAD EC_2011	DENS_PIO RNO_2010	DENS_PIO RNO_2011	CREC_ PIORNO	DENS_HELE CHO_2010	DENS_HELE CHO_2011	CREC_ H ELECHO	MAT_TO T_2010	MAT_TO T_2011	CREC_ MAT	Ce	RESTOS (1,2,3)	COMBUST ION (1)	t. indep.	t.i.+ var	ROC
1	1	P1	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)		(+)			ns			ns				(-),(+),(-)	(-)	1468,3	1210	0,779
2	1	P1	(-)	(+)	(-)	np	np		np			np			np				(-),(+),(-)	(-)	1455,5	1332	0,708
3	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	(-)	np	np	np	np	np	np	np	(-)	np	np	ns	ns	88,046	44,7	0,948
4	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	(-)	np	np	np	np	np	np	np	np	(-)	np	ns	ns	88,046	48,5	0,928
5	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	(-)	np	(-)	np	np	np	np	np	np	np	np	ns	ns	88,046	60	0,884
6	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	(-)	np	np	(-)	np	np	np	np	np	np	np	ns	ns	88,046	60,8	0,876
7	2	P2	ns	ns	ns	ns	(-)	np	np	np	np	np	np	np	np	(-)	np	np	ns	ns	86,33	63,7	0,829
8	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	np	np	np	(-)	np	(-)	np	np	np	np	np	ns	ns	88,046	70,4	0,828
9	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	np	np	(-)	np	np	(-)	np	np	np	np	np	ns	ns	88,046	69,9	0,824
10	2	P2	ns	ns	ns	ns	(-)	np	np	np	(-)	np	np	np	np	np	np	np	ns	ns	86,33	67,7	0,821
11	2	P2	ns	ns	ns	ns	(-)	np	np	(-)	np	np	np	np	np	np	np	np	ns	ns	86,33	67	0,815
12	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	np	np	np	(-)	np	np	np	(-)	np	np	np	ns	ns	88,046	73,5	0,787
13	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	np	np	(-)	np	np	np	(-)	np	np	np	np	ns	ns	88,046	74,5	0,784
14	2	P2	ns	ns	ns	ns	np	np	np	np	(-)	np	np	(-)	np	np	np	np	ns	ns	88,046	74,9	0,783
15	2	P2suelo	ns	ns	ns	np	np	np	np	np	np	np	np	np	np	np	np	(-)	ns	ns	50,263	38,9	0,837

completo, ver tablas 23 a 30 de anejos) con puntos de corte: 0,739608 (sensibilidad igual a especificidad) y 0,432003 (%falsos positivos igual a % falsos negativos) según se desee acertar el máximo de casos o fallar el mínimo posible en zonas no regeneradas respectivamente. El segundo se ha elaborado eliminando las variables que son obtenidas a través de inventario, con punto de corte 0,366932 (%falsos positivos igual a % falsos negativos) con el fin de fallar el mínimo de casos de regeneración insuficiente posibles. Con él, se podrá prever zonas de actuación selvícola urgente inmediatamente a que se produzca el incendio, de gran trascendencia directa en gestión (modelo de actuación rápida, ver figura 4 y tabla 31 de anejos). Influyen de manera negativa a la densidad tras un año del incendio la pendiente, los restos no eliminados, la alta severidad de la combustión, el empradecimiento, el matorral espinoso y los altos valores de índice NDVI; y positivamente la densidad de

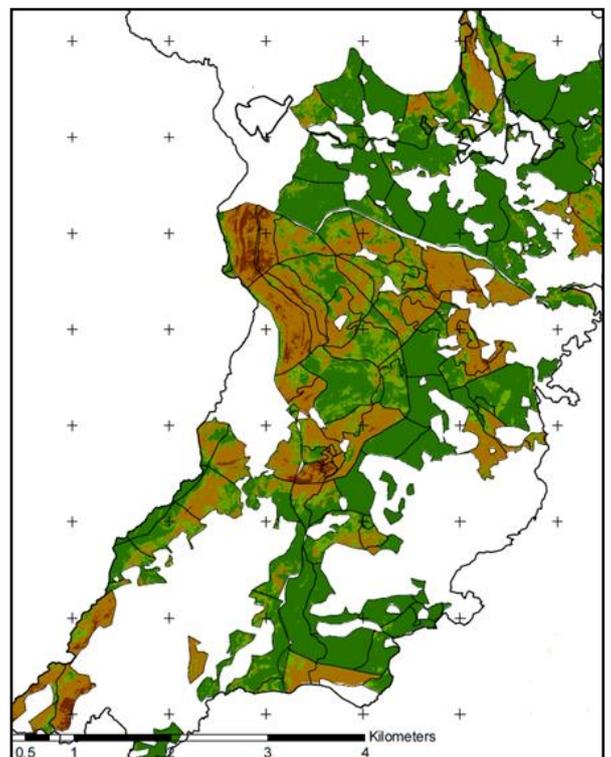


Figura 4. Modelo cartográfico de actuación rápida. Marrón: regenerado insuficiente (falsos positivos=falsos negativos); **verde claro:** regenerado insuficiente (sensibilidad=especificidad); **verde oscuro:** regenerado conseguido.

piorno, el área basimétrica de la masa antes del incendio y la saca y eliminación de restos de corta (tabla 1). Los modelos cartográficos se pueden ver en mapas 3 y 4 de anejos.

Los modelos de estimación de zonas regeneradas/no regeneradas tras dos años del incendio (tabla 1; ver tablas 32 a 45 de anejos) determinan factores negativos a la regeneración conseguida: espesura y desarrollo del matorral total y del helecho; desarrollo y espesura en 2011 del piorno y el matorral espinoso; empradecimiento; y conductividad eléctrica del suelo. El modelo con los mejores parámetros fue el siguiente (figura 3; representación 3D en tabla 32 de anejos), con punto de corte 0,52 de sensibilidad igual a especificidad para llegar al óptimo de casos totales acertados:

$$(10) p = \frac{1}{1 + e^{(-5,6563+0,422 \times MAT_TOT_2011+0,734 \times EMPRADEC_2011)}};$$

(10) donde p es la probabilidad en tanto por uno de existencia de regeneración conseguida; MAT_TOT_2011 : espesura del matorral total dos años tras el incendio (altura(m)xcobertura(%)); $EMPRADDEC_2011$: cobertura de herbáceas en % dos años tras el incendio.

3.3. Modelos de estimación de la densidad de regenerado tras dos años del incendio a nivel cuadrante: modelos mixtos.

Primero se ha ajustado un modelo de regresión lineal (para definición de regresores) "PROC REG" con SAS® y selección paso a paso o "stepwise". Se advirtieron problemas de falta de linealidad y homocedasticidad por lo que se transformaron de forma logarítmica las variables de la regresión. Así se corrigió el problema (ver tabla 45 de anejos).

Para solucionar el inconveniente de correlación de errores (espacial: 4 cuadrantes en una parcela) se ajustó el modelo mixto (PROC MIXED en SAS®) con las variables seleccionadas en la segunda regresión lineal transformada. Quedaron en el modelo la fracción de limo y la espesura del piorno (el resto de variables tuvieron test parciales no significativos). El modelo mixto que explica la densidad (pies/ha) en zonas con regenerado conseguido (>2.000 pies/ha) queda complementado con el modelo logístico para 2011, se puede ver en tabla 45 de anejos y quedó formulado de la siguiente manera (sólo efectos fijos y deshaciendo la transformación logarítmica):

$$(11) D = 4836,94 \times limo^{0,9559} \times 98,661^{DENS_PIORNO_2011};$$

(11) donde D es la densidad en pies/ha de regenerado conseguido (>2.000pies/ha); $limo$: fracción de limo respecto del peso total del suelo; $DENS_PIORNO_2011$: espesura del piorno dos años tras el incendio (altura(m)xcobertura(%)).

De esta manera la densidad al segundo año del incendio se puede estimar:

$$(12) R \begin{cases} si \frac{1}{1 + e^{(-5,6563+0,422 \times MAT_TOT_2011+0,734 \times EMPRADEC_2011)}} < 0,52: \text{regeneración insuficiente} \\ si \frac{1}{1 + e^{(-5,6563+0,422 \times MAT_TOT_2011+0,734 \times EMPRADEC_2011)}} > 0,52: \frac{pies}{ha} = 4836,94 \times limo^{0,9559} \times 98,661^{DENS_PIORNO_2011} \end{cases}$$

(12) R: estimación de regeneración: insuficiente/conseguida, en el segundo caso estimada en pies/ha; MAT_TOT_2011: espesura del matorral total dos años tras el incendio (altura(m)xcobertura(%)); EMPRADEC_2011: cobertura de herbáceas en % dos años tras el incendio; limo: fracción de limo respecto del peso total del suelo; DENS_PIORNO_2011: espesura del piorno dos años tras el incendio (altura(m)xcobertura(%)).

3.4. Modelos logísticos de mortalidad.

Se puede observar la selección de variables en tablas 46 a 49 de anejos. Los modelos que explican la existencia o no de mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa (tablas 50 a 57 de anejos) muestran como la espesura en 2011, el desarrollo del piorno, el grado de empradecimiento, nitrógeno total, la materia orgánica total (o carbono total), la humedad equivalente y la conductividad eléctrica del suelo son variables relacionadas positivamente con la mortalidad (tabla 2).

Tabla 2. Modelos aceptados de mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa; Base datos: muestra sobre las que se ajusta el modelo; variables continuas: ver significado en tabla 5 de anejos; AIC t. indep: criterio de información de Akaike sólo con el término independiente; AIC t. i.+var: criterio de información de Akaike con el término independiente y los regresores; ROC: área bajo la curva ROC; ns: test parcial no significativo; (+): regresor con test parcial significativo directamente relacionado con la mortalidad; (-): regresor con test parcial significativo inversamente relacionado con la mortalidad; np: regresor no probado por estructura de selección de variables y construcción de modelos (bloques y grupos, ver punto 2.9.3).

MODELO										AIC		ROC
Nº	BASE DATOS	EMPRADEC_2010	EMPRADEC_2011	DENS_PIORNO_2011	CREC_PIORNO	MO_total	Ntotal	He	Ce	t. indep.	t.i.+var	
1	P2	(+)	np	np	(+)	np	np	np	np	74.836	55.218	0.891
2	P2	(+)	np	(+)	np	np	np	np	np	74.836	55.58	0.891
3	P2	np	(+)	np	(+)	np	np	np	np	75.471	60.191	0.863
4	P2	np	(+)	(+)	np	np	np	np	np	75.471	60.603	0.857
5	P2suelo	np	np	np	np	np	(+)	np	np	39.628	30.202	0.884
6	P2suelo	np	np	np	np	np	np	(+)	np	36.575	28.201	0.884
7	P2suelo	np	np	np	np	np	np	np	(+)	39.628	31.221	0.85
8	P2suelo	np	np	np	np	(+)	np	np	np	36.575	30.841	0.852

El modelo con los mejores parámetros es el siguiente (ver representación 3D y gráfica de doble entrada en tabla 50 de anejos), con punto de corte 0,28 (sensibilidad igual a especificidad) para llegar al óptimo de casos totales acertados:

$$(13) p = \frac{1}{1 + e^{(2,8581 - 0,0438 \times CREC_PIORNO - 0,0358 \times EMPRADEC_2010)}}$$

(13) donde p es la probabilidad en tanto por uno de mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa; CREC_PIORNO: crecimiento de la espesura del piorno desde el primer al segundo año tras el incendio (altura(m)xcobertura(%))/año; EMPRADEC_2010: cobertura de herbáceas en % un año tras el incendio.

3.5. Comparación de métodos de estimación de densidad de regeneración tras incendio.

La regresión lineal que tiene como regresor a la densidad por distancias (pies/ha) y como respuesta la densidad por cuadrantes (pies/ha) presentó problemas de falta linealidad y

homocedasticidad por lo que se transformaron las variables de manera logarítmica. Así se corrigió el problema (tablas 58 y 59 de anejos) y resultó el modelo de comparación de métodos de inventario (tabla 60 de anejos). Se probó cómo para densidades menores a 5.900 pies/ha el método por distancias subestima frente a cuadrantes, y para densidades mayores sobreestima respecto del mismo (tabla 61 de anejos). Para deshacer la transformación logarítmica tuvimos en cuenta que el término independiente de la recta de regresión será β_0+CF , donde β_0 es el término independiente estimado en la regresión lineal transformada y CF ($CF=desviación\ estándar\ de\ los\ residuos^2/2$) es un factor de corrección por la transformación de la expresión lineal al tomar logaritmos, ya que la expresión con esta forma estima medianas y no medias. Así la formulación final transformada y corregida es la siguiente:

$$(14) Nd = 3,4165 \times NC^{0,858463}$$

(14) donde Nd es la densidad de la regeneración medida por distancias y NC la densidad de la regeneración medida por cuadrantes (todas en pies/ha).

4. DISCUSIÓN.

4.1.El banco de semillas.

Cuando se ha producido un incendio forestal en masas de pino rodeno, el banco de semillas, va a determinar en gran medida el éxito o no de la regeneración afectando de forma directa a la germinación tras incendio. Este factor ha sido evaluado a gran escala a través de la región de procedencia (Madrigal *et al.*, 2006a) y a escala más local a través de la espesura, la edad de la masa antes de arder (Madrigal *et al.*, 2005 y 2006b; Carrillo *et al.*, 2009 y San Miguel *et al.* 2010), mediante teledetección (Potter *et al.* 2012) o directamente con el número medio de piñas por pie (Vega *et al.*, 2008).

El área basimétrica en un rodal regular aumenta de forma continuada con la edad hasta que se estabiliza (Serrada, 2011). La edad de fructificación de las masas de *Pinus pinaster* (a partir de 5-12 años ó 10-15; semilla viable a partir de 15-20 años), es muy variable según subespecies y poblaciones (Ramos, 1986 en Serrada, 2011; Martín *et al.*, 1998 y Fernandes *et al.*, 2007). No obstante la producción de piñas aumenta con la edad con máximo en coronación en altura, desciende a partir de la longevidad práctica hasta anularse en longevidad teórica (Serrada, 2011). Este estudio confirma la hipótesis de que el área basimétrica es un factor significativo e influyente, determinando positivamente la regeneración conseguida (>2.000 pies/ha), debido a que está relacionada con la edad de la masa, y ésta a su vez con la producción de semillas (Madrigal, 2005). Por primera vez se mide el banco de semillas a partir del área basimétrica real de la masa antes del incendio, a partir del apeo de rodales de los Proyectos de Ordenación. Así lo muestran los modelos de densidad de regenerado un año tras el incendio (ver tabla 1; ver tablas 23, 26 y 31 de anejos).

El índice NDVI es inversamente proporcional a la densidad de regenerado conseguida un año tras el incendio (ver tabla1; ver tablas 23, 30 y 31 de anejos). Los valores altos de NDVI clasifican vegetación distinta al pinar (ribera, matorral, espinoso o pastos productivos). De ahí que este índice pueda servir como filtro previo a la existencia o no de banco de semillas, por la simple existencia o no de pinar antes del incendio.

4.2.La intensidad de la combustión.

La intensidad de la combustión es un factor que afecta directamente a la inducción de la germinación de las semillas de *Pinus pinaster*. Cierta intensidad del incendio estimula la germinación de los piñones, pero sobrepasando un grado de calor y exposición al mismo, las semillas disminuyen drásticamente el porcentaje de germinación (Martínez *et al.*, 1995, Núñez *et al.*, 2000 y Álvarez *et al.*, 2005 en Serrada *et al.*, 2008; Herrero *et al.*, 2007 y Vega *et al.*, 2008 entre otros). De manera indirecta, la intensidad de combustión afecta a la composición y cantidad de cenizas, desprotección del suelo, tipo y cantidad de madera quemada, composición específica de micorrizas y favorecimiento de germinación de especies competidoras de matorral (Fernández *et al.*, 2001; Núñez *et al.*, 2003; Herrero de Aza *et al.*, 2004; Rincón *et al.*, 2010 y Maia *et al.*, 2012 entre otros). Todo ello se refleja en la regeneración post-incendio de *Pinus pinaster* al Sur de Gredos, donde por primera vez se midió la severidad del incendio en gabinete (ortofotos) y se observa que la combustión agresiva favorece densidades de regenerado insuficientes por falta de plántulas (ver tabla 1; ver tablas 23 a 31 de anejos). No existe relación de la intensidad de combustión con la mortalidad de las plántulas germinadas tras el incendio (tabla 2).

4.3.La fisiografía.

La fisiografía resulta ser un factor influyente en la germinación (Siles *et al.*, 2004; Madrigal *et al.*, 2005 y 2007) y supervivencia (Martínez, 2000; Madrigal *et al.*, 2006b y 2007) de las plántulas de *Pinus pinaster* tras incendio forestal ya que determinan de manera indirecta otros factores como pueden ser la calidad del suelo, erosión, intensidad de la combustión, insolación, regímenes térmicos y pluviométricos y afloramientos rocosos.

En el Sur de Gredos se confirma la hipótesis de influencia fisiográfica en la germinación, pues la pendiente es un factor negativo para conseguir éxito en la regeneración (Martínez, 2000; Siles *et al.*, 2004; Madrigal *et al.*, 2006b y 2007) un año tras el incendio como muestran los modelos logísticos de regeneración conseguida (tabla 1; ver tablas 23, 24 y 31 de anejos). Se explica por la ausencia de protección de semillas (ver ilustración 32 de anejos), ligada a la pérdida capa de hojarasca y mantillo (Guerra *et al.*, 2004; Rodríguez-García *et al.*, 2007 y Carrillo *et al.*, 2009 entre otros) y el aumento de la erosión en fuertes pendientes (Ximénez de Embún, 1952 en Martínez, 1991; Martínez, 2000 y Gómez, 2009). No encontramos relación entre la pendiente y la mortalidad determinante para la viabilidad de la masa futura (tabla 2).

4.4.El suelo: textura y disponibilidad hídrica.

Encontramos una relación positiva entre la fracción de limo y la densidad de regenerado establecido tras dos años del incendio, dentro de las zonas donde la densidad se considera suficiente (ver fórmula 11; modelo mixto en tabla 45 de anejos). La muestra tomada en P2suelo fluctúa entre valores de fracción de limo de 0,5 y 8,8%, por debajo del hábitat central de *Pinus pinaster* (Nicolás *et al.*, 1967 y Gandullo *et al.*, 1994) y nunca adquiere calificación de “franco” en cualquier variante, óptima para el desarrollo de esta especie, por el bajo contenido en limo (Gandullo *et al.*, 1994 y Madrigal *et al.*, 2006a). Por tanto es un factor limitante dentro de las propiedades físicas del suelo. La fracción de limo proporciona equilibrio textural, forma estructuras más adecuadas y favorece la retención de agua. No obstante no es un factor que determine si la regeneración es insuficiente o si se va a producir mortalidad, sólo afecta a la densidad dentro de los regenerados conseguidos. Puede determinar la necesidad de clareos o prever la competencia intraespecífica actual y futura (ver ilustración 27 de anejos).

El *Pinus pinaster* del sur de Gredos, la procedencia más higrófila de la subespecie *mesogeensis*, crece en estaciones con más de 1.350 mm/m² al año de precipitación (Nicolás *et al.*, 1967). Según Gandullo *et al.* (1994) el hábitat central del pino rodeno se encuentra entre 117,3-364,1 mm de sequía fisiológica. La disponibilidad hídrica en los primeros años tiene un efecto positivo en el crecimiento del regenerado de *Pinus pinaster* una vez instalado (García, 2003 y Ruano *et al.*, 2009). En la misma línea la fracción de arena está asociada positivamente con la mortalidad (Rodríguez-García *et al.*, 2007 y 2011), y la cantidad de agua volumétrica del suelo es favorable a la supervivencia.

Un punto discordante al efecto positivo de la disponibilidad hídrica es la mayor exploración radical del perfil en estaciones más secas (Baker *et al.*, 2006) y la intolerancia a la falta de aireación edáfica de la especie (Serrada *et al.*, 2008), a lo que se suman nuestros resultados. La humedad equivalente de los 20 primeros cm del suelo se asocia favorablemente a la mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa como se puede ver en los modelos de mortalidad (tabla 2; ver tabla 56 de anejos). La permeabilidad (Gandullo, 1985) de las estaciones de pino rodeno es alta, se encuentra entre 2,4 y 5, la humedad equivalente y la capacidad de retención de agua del suelo (Gandullo *et al.*, 1994) se encuentra entre 8,7-32,3 y 58,9-309,6 respectivamente. El rango de datos de P2suelo toma valores de humedad equivalente del suelo (He), de hasta 37 (>400 mm/m de capacidad de retención de agua de la tierra fina obviando la pendiente) para los primeros 20 cm. Estos son bastante superiores a los expuestos en Gandullo *et al.* (1994).

Todo lo anterior, sumado a: (i) que se suceden varios periodos de más de dos meses consecutivos con superávit hídrico (ver ilustraciones 2, 3 y 4) durante la actividad vegetativa (primavera y otoño), (ii) excesiva capacidad de retención de agua (Gandullo *et al.*, 1994 y Serrada *et al.*, 2008) con más

de 300 mm/m en los 20 cm primeros del suelo en muchas parcelas; provoca un agotamiento del drenaje en el suelo y una asfixia de las raíces finas de los brinzales en plena actividad vegetativa, debido a la citada intolerancia de la especie a los encharcamientos y falta de aireación.

Cuando llega la época de sequía fisiológica, los brinzales con las raíces finas dañadas no superan la competencia por el agua y nutrientes del suelo que sobre ellos ejerce el pasto, los helechos o el matorral (Calvo *et al.*, 2008 y Bottero *et al.*, 2013, entre otros). Por todo ello la humedad equivalente de los primeros 20 cm de suelo es factor asociado a la mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa tras incendios de *Pinus pinaster* en las comarcas del Sur de Gredos (ver ilustración 35 de anejos). Dada la novedad y falta de estudios con resultados parecidos, se hace necesario profundizar en este campo en investigaciones futuras.

4.5.El suelo: pH y fertilidad.

En lo que atañe a las propiedades químicas del suelo, existe más información relacionada con la regeneración de *Pinus pinaster*, pero no tanta tras incendio forestal. Tras el paso del incendio en suelos silíceos de clima húmedo se provoca un empobrecimiento en bases y cambios de pH (Blanco *et al.*, 1986). Dentro de estos cambios, existe controversia en escalas de estudio muy distantes: las raíces secundarias de los brinzales de pino rodeno, se desarrollan de manera más profusa en pH bajos (3,5), con lo que podría establecerse en estas condiciones, aun estando el óptimo para el regenerado entre 4,5 y 5,5 (Arduini, *et al.*, 1998); hábitat central con pH 5,6-8,3 (Gandullo *et al.*, 1994); en Nicolás *et al.* (1967) se concreta más para la zona del sur de Gredos con pH 4,6-6,2; a escala nacional (Madrigal *et al.*, 2006a) demuestra que existen densidades de regeneración mayores en suelos ácidos; sin embargo la acidez del suelo está directamente relacionada con la mortalidad del regenerado (Rodríguez-García *et al.*, 2011) en las Navas del Marqués (Ávila). En el caso que nos atañe, no encontramos relación alguna entre el pH de los primeros 20 cm del suelo con la densidad de regenerado ni con la mortalidad del mismo para ningún modelo seleccionado.

La materia orgánica mejora la textura del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua, y la fertilidad (Serrada, 2011) y se sitúa en hábitat central de *Pinus pinaster* entre 0,6-5,8 g/100g (Gandullo *et al.*, 1994), o más del 5% para sur Gredos (Nicolás *et al.*, 1967). Pese a ello la fertilidad del suelo puede ser perjudicial para la supervivencia del regenerado evaluada en materia orgánica o carbono total (Bekele *et al.*, 2005 y Rodríguez-García *et al.*, 2011), contenido en nitrógeno (Varelides *et al.*, 1995 y Martins *et al.*, 2009) o Conductividad eléctrica en suelos libres de influencia salina (Bekele *et al.*, 2005; Corwin *et al.*, 2005 y Douglas *et al.*, 2005). Los resultados de modelos logísticos de regeneración tras dos años del incendio y de mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa muestran el efecto negativo de estas variables sobre el regenerado (figuras 5 y 6; tablas 44, 54, 55 y 57). Se puede explicar ya que la fertilidad local excesiva (Gómez,

2007) puede provocar la proliferación de enfermedades (Zas *et al.*, 2006), favoreciendo el desarrollo de hongos patógenos del pino (ilustración 34 de anejos) y hongos antagónicos a las micorrizas (Serrada, 2000). Además existe correlación significativa entre materia orgánica total, conductividad eléctrica y nitrógeno con grado de empedecimiento ($r=0,3463$; $0,4383$ y $0,4265$ respectivamente), por lo que la fertilidad favorece el desarrollo de herbáceas con la consiguiente competencia sobre el regenerado.

4.6. Factores bióticos: competencia y facilitación.

La competencia intraespecífica es un factor determinante y negativo en la supervivencia del regenerado de *Pinus pinaster* (Madrigal *et al.*, 2006b) y comienza a producirse en clases naturales de edad a partir de monte bravo (Serrada, 2011) por lo que, en los resultados de este estudio, tras uno y dos años del incendio todavía no se ha advertido.

La competencia de herbáceas o empedecimiento en la fase de germinación impiden que la radícula contacte con el suelo y la planta llegue a germinar. Además ejerce competencia con el diseminado, tanto por la luz como por el agua y los nutrientes (Rodríguez-García *et al.*, 2007; Calvo *et al.*, 2008 y Bottero *et al.*, 2013). Hemos advertido como el pasto prolifera más abundantemente en lugares o micrositos con alta fertilidad, y se sabe el efecto negativo de ésta sobre el regenerado. En esta línea, se comprueba el efecto negativo del grado de empedecimiento sobre la germinación y primer establecimiento del regenerado, siendo factor influyente relacionado negativamente con la probabilidad de obtener densidades de regeneración conseguidas tras uno y dos años del incendio (tabla 1; ver tablas 23, 29, 32 a 35, 39 a 41 de anejos), y relacionado positivamente en la probabilidad de mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa (tabla 2; ver tablas 50 a 53 de anejos).

El efecto negativo de la competencia en las relaciones interespecíficas sobre los regenerados de pino negral tras incendio se deduce de la competencia por la luz, el agua y los nutrientes (Madrigal *et al.*, 2005, 2006b y 2007; Calvo *et al.*, 2008; San Miguel, 2010 y Bottero *et al.*, 2013). Además en especies heliófilas, la insolación recibida, (directamente relacionada con la cobertura arbórea, índice de área foliar: LAI, espesura, exposición o pendiente), determina la cantidad de semillas que van a germinar (Madrigal *et al.*, 2006a; Ruano *et al.*, 2009), pero sobre todo la supervivencia de las plántulas (Serrada *et al.*, 1994; Fernández *et al.*, 2001 en Serrada *et al.*, 2008; Calvo *et al.* 2008; Carrillo *et al.*, 2009 y Rodríguez-García *et al.*, 2011).

En el modelo logístico de regeneración tras un año del incendio se prueba que la espesura del piornal influye de manera positiva en la estimación de la probabilidad de existencia de regeneración conseguida (tabla 1; ver tablas 23 y 27 de anejos). Sobre si es efecto de la protección (facilitación) del piornal de un año de edad (Castro *et al.*, 2002; Gómez-Aparicio *et al.*, 2004; Marañón *et al.*,

2008 y Rodríguez-García *et al.*, 2011), o es una indicación de rangos ecológicos óptimos comunes para ambas especies (Madrigal *et al.*, 2005), no se puede concluir pues no existe información detallada en el estudio para llegar a esa determinación. Aún es más interesante comprobar cómo el piornal ejerce una fuerte competencia sobre el regenerado de *Pinus pinaster* tras dos años del incendio, siendo efecto significativo tanto la espesura del piornal del segundo año como el desarrollo del mismo, relacionado positivamente con la mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa (tabla 2; ver tablas 50 a 53 de anejos), negativamente con la probabilidad de obtener regenerado conseguido tras dos años del incendio (tabla 1; ver tablas 34 a 40, 42 y 43 de anejos) y con la densidad (plántulas/ha) en zonas regeneradas tras dos años del incendio (fórmula 11; modelo mixto, tabla 45 de anejos). Además el modelo logístico que mejor predice la mortalidad, muestra el efecto negativo del desarrollo del piornal como el más importante (ver tabla 50 de anejos).

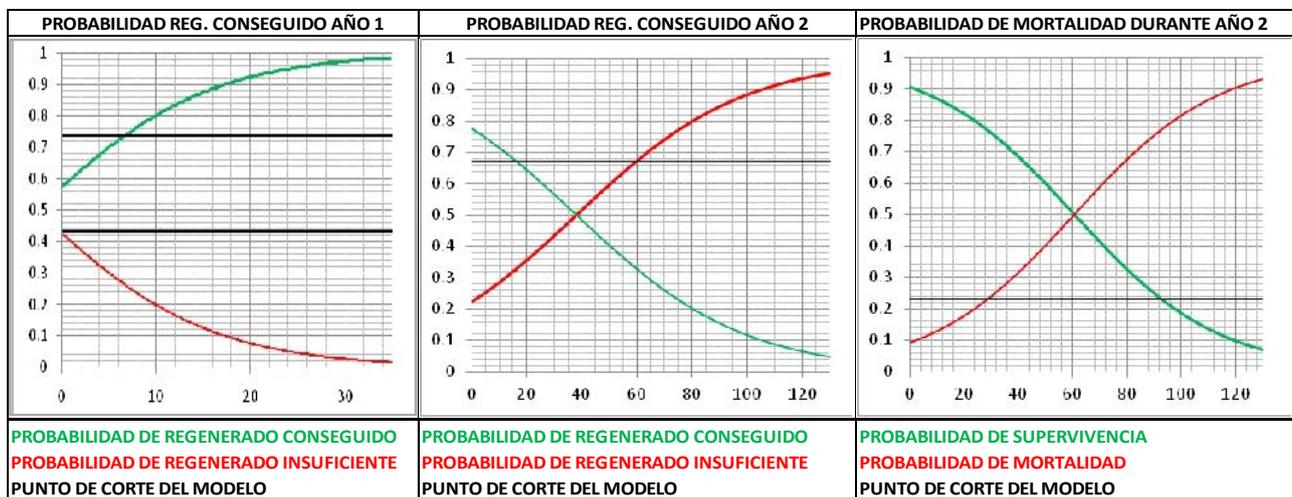


Figura 5. Representación gráfica del efecto de la variable espesura del piornal en los modelos logísticos (de izqda. a dcha.): modelo logístico de regeneración conseguida tras un año del incendio con restos eliminados y combustión fuerte (modelo n°1 de tabla1), modelo logístico de regeneración conseguida tras dos años del incendio (modelo n°5 de tabla 1), y modelo logístico de mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa (modelo n°2 de tabla 2). Eje X: espesura del piornal; eje Y probabilidad (0,1).

Todo ello revela que existe una relación *facilitación/competencia*, o en su caso *indicador de estación favorable/competencia*, en la que tras el primer año del incendio el piornal está relacionado con el éxito en la regeneración y que tras el segundo año se torna bruscamente en un efecto de competencia notable (figura 5; ver ilustraciones 26, 28 y 30 de anejos). En un caso similar, Calvo *et al.* (2006) concluye que la competencia se hace más intensa a partir del segundo año tras el incendio y Gómez (2009) ya preveía esta dinámica de manera descriptiva. Este descubrimiento es muy clarificador en las relaciones ecológicas interespecíficas de los ecosistemas perturbados por incendio forestal de masas de *Pinus pinaster* al sur de Gredos. Además crea una línea científica sobre la que llevar a cabo las correspondientes actuaciones selvícolas. Sin embargo se hace necesario: (i) profundizar en las relaciones ecológicas entre la regeneración y el piornal durante el primer año desde el incendio, (ii) continuar estudiando la dinámica regeneración-piornal

durante años sucesivos para llegar a un conocimiento científico mayor así como conseguir un patrón de gestión que abarque un rango temporal mayor.

Caso similar al de la relación ecológica entre el piornal y el regenerado de *Pinus pinaster*, es el caso de la relación de competencia entre el helechar (*Pteridium aquilinum*) y la regeneración. En este caso no se pronostica facilitación, ya que en el primer año tras el incendio no existe efecto alguno del helechar sobre el regenerado (tabla1; ver ilustración 33 de anejos), mientras que es un factor significativo (espesura en tras dos años del incendio y desarrollo) que está relacionado negativamente a la probabilidad de regenerado conseguido en el segundo año (tabla1; ver tablas 36, 37, 42 y 43 de anejos). Por ello la competencia del helechar con el regenerado (ilustración 29 de anejos) se hace patente a partir del segundo año tras el incendio (Calvo *et al.*, 2006). Se abre así una nueva línea de investigación que abarca las relaciones del piorno y el helecho con la regeneración de *Pinus pinaster* tras incendio.

Ocurre todo lo contrario en el caso de las relaciones interespecíficas entre la regeneración post-fuego de *Pinus pinaster* y la espesura del matorral espinoso en el Sur de Gredos. En el primer año tras el incendio se comprueba una fuerte influencia negativa del matorral espinoso sobre la probabilidad de regenerado conseguido (tabla1; ver tablas 23 y 28 de anejos). El fuerte rebrote de este matorral comienza con las primeras lluvias tras el incendio y tapiza completamente el suelo de las zonas donde antes del incendio dominaba el sotobosque. Ello impide la germinación, no permitiendo contacto entre el suelo y la semilla, e impidiendo que la luz penetre y el piñón germine. Sin embargo, como muestran los modelos logísticos, el efecto de competencia no se manifiesta en el segundo año ni interviene en la mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa (figuras 5 y 6).

Dependiendo de la composición específica, espesura del matorral, de la edad del regenerado y de la calidad de estación, el matorral puede ser un facilitador al establecimiento de la regeneración de pino negral y por lo tanto favorecer la supervivencia del mismo; o ser un factor ecológico de competencia, perjudicándolo.

4.7. Gestión de los restos de corta.

El momento de corta de la masa quemada es determinante, sobre todo en la mortalidad posterior al apeo si este se produce después de la germinación. Además existen efectos adversos de disminución de la germinación y crecimiento de las plántulas de *Pinus pinaster* si el apeo se demora demasiado (Madrigal *et al.*, 2006b; Vega *et al.*, 2008 y Carrillo *et al.*, 2009). En cualquier operación de apeo, saca y tratamiento de restos se produce más supervivencia y crecimiento que en zonas donde la madera continua quemada en pie (Carrillo *et al.*, 2009). La germinación y supervivencia durante el primer año tras el incendio la evalúan los modelos logísticos de

regenerado conseguido tras un año del incendio. En ellos, los parámetros que representan la ausencia de apeo y eliminación de restos (tabla 1; ver tablas 23 a 30 de anejos) son significativos y se relacionan negativamente con la probabilidad de regenerado conseguido. Por todo ello, y siguiendo las técnicas en Serrada (2011), es recomendable realizar el apeo, saca y tratamiento de restos antes de la germinación de los piñones tras el incendio (ver ilustración 31 de anejos), y ser consciente que la urgencia en las tareas de ayuda favorece a las arbóreas, el retraso al matorral y herbáceas.

En cuanto al tratamiento de restos, la cobertura de los mismos está relacionada con la densidad de regenerado de manera inversa (Rodríguez-García *et al.*, 2007), es decir, el grado de cobertura de restos perjudica a la regeneración. En otros casos se evalúa como beneficiosa siempre y cuando se trate de restos dispersos (Bottero *et al.*, 2013). Resumiendo, e implementando lo que subyace de los modelos logísticos de regeneración tras un año del incendio, si los restos de corta permanecen dispersos (como explica Bottero *et al.*, 2013) se puede anular el efecto perjudicial de estos sobre la germinación y competencia por la luz, e incluso actuar como protectores. Así actúan los “restos acordonados” (tablas 24 a 30 de anejos). En la línea de Rodríguez-García *et al.* (2007) los “restos no eliminados” se relacionan inversamente a la probabilidad de regeneración conseguida en 2010 (tabla 1; ver tablas 24 a 30 de anejos).

4.8. Modelos de regeneración tras incendio en el sur de Gredos.

A la vista del gran número de modelos que se han presentado en el apartado 3, es necesario seleccionar los mejores de cada componente estimado y estructurarlos, para su uso académico, técnico o científico, sin menoscabo de la información valiosa y con rigor estadístico, que han aportado el resto de modelos, discutida en apartados anteriores. Así se estructuran los mejores modelos atendiendo a parámetros de bondad de ajuste y significatividad de sus parámetros:

- (i) Recién producido el incendio se puede usar el modelo logístico de densidad para 2010 verificado experimentalmente: gestión (figura 6; ver tabla 31 de anejos y mapa 4).
- (ii) Pasado un año desde el incendio: Para estimar la regeneración de *Pinus pinaster* categóricamente como conseguida o insuficiente, se debe emplear el modelo logístico completo de densidad dos años tras el incendio, verificado experimentalmente (figura 6; ver tabla 23 y mapa 3). Así mismo se puede estimar la regeneración futura (dentro de un año) como conseguida o insuficiente empleando el modelo logístico de regeneración dos años tras el incendio (tabla 33 de anejos).
- (iii) Tras dos años desde el incendio, primero se debe emplear el modelo logístico (tabla 32 de anejos) y después, si está conseguido, se puede estimar la densidad (pies/ha) del mismo empleando el modelo mixto (fórmula 11 y figura 6; ver tabla 45 de anejos).

(iv) Existencia de mortalidad determinante para la viabilidad de la masa futura: empleo del modelo logístico de mortalidad (fórmula 13 y figura 6; ver tabla 50 de anejos).

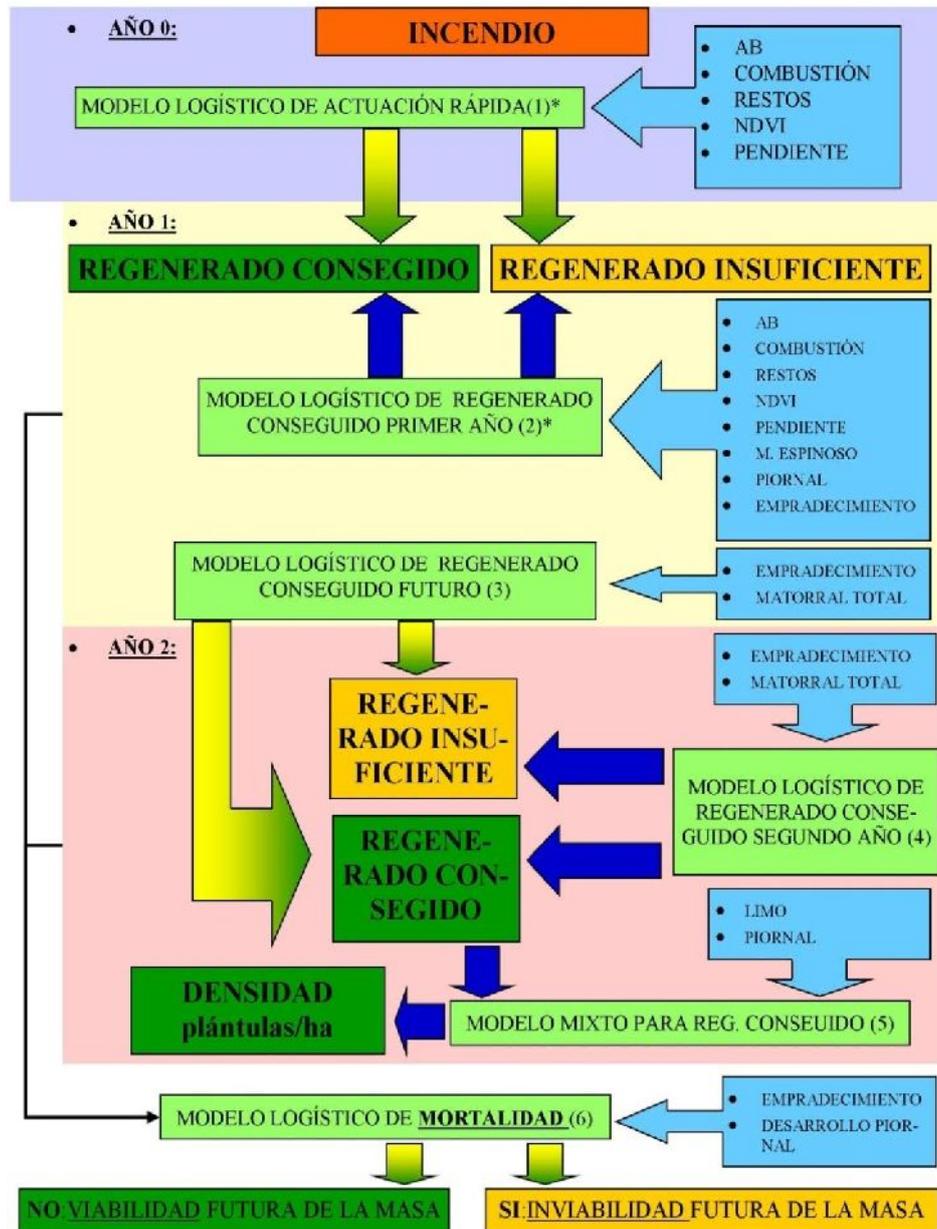


Figura 6. Estructura del modelo de evolución de la regeneración tras incendio de *Pinus pinaster* en Gredos. (1) ver tabla 31 de anejos. (2) ver tabla 23 de anejos. (3) ver tabla 33 de anejos. (4) ver tabla 32 de anejos. (5) ver tabla 45 de anejos. (6) ver tabla 50 de anejos. (*) modelo verificado experimentalmente.

4.9. Comparación de métodos de inventario de la regeneración.

El método de inventariación por distancias (tabla 2 y 3), evaluado en este trabajo por primera vez (tablas 60 y 61 de anejos), sobreestima (de media 100 pies/ha) la densidad con respecto al método de cuadrantes (tabla 4) siempre y cuando nos mantengamos en densidades por debajo de 5.900 pies/ha. La distribución por agregados de la regeneración y la deslocalización del método por distancias, desplazándose al primer agregado de pinos, conduce a recoger con más peso la

información intra-agregado que en el método de cuadrantes. A medida que aumenta la densidad a medir (>5.900 pies/ha) la distancia media entre agregados se reduce, de manera que con la parcela de radio fijo, se capta la variabilidad del sitio en el cual se localiza la parcela. El centro de la parcela de uno y otro método coincidirán, pero el de distancias subestima con respecto a la parcela de radio fijo, por la simplificación de distancia mínima de medición de 0,5 metros, lo cual conlleva una subestimación por cada pino que se midiera por debajo de ella. Ello va implícito al método y sus ventajas.

Si el interés es la gestión, o es científico orientado a la gestión técnica, se puede usar el método por distancias ya que, aunque subestime por encima de 5.900 pies/ha, serán necesarios clareos en cualquier caso y el peligro de ausencia de regeneración no existirá. En densidades altas y para un uso científico, el método por cuadrantes es más preciso, y da información adicional de cada cuadrante. Esto es muy útil como se ha podido comprobar en este estudio.

5. CONCLUSIONES.

El banco de semillas se puede estimar a través del área basimétrica antes del incendio en masas regulares o semiregulares de *Pinus pinaster* y determina en el éxito de la regeneración afectando de forma directa a la germinación.

La alta intensidad de la combustión se relaciona con el descenso de la germinación de semillas de *Pinus pinaster* debida a efectos directos sobre el potencial germinativo y a efectos indirectos como las propiedades de las cenizas, fuego de suelo o aumento de la erosión. Ésta última está íntimamente ligada a la pendiente del terreno, la cual influye negativamente en la germinación y primer desarrollo de *Pinus pinaster* tras incendio al Sur de Gredos.

En cuanto al suelo, la fracción de limo aun siendo factor limitante, no compromete el éxito de la regeneración por sí sólo, pero determina la densidad de individuos en rodales de regeneración conseguida de *Pinus pinaster*. La fertilidad del suelo, medida a través del contenido en nitrógeno, carbono total, materia orgánica total o conductividad eléctrica (en suelos libres de influencia salina), es un factor negativo para la regeneración tras incendio, ya que favorece proliferación del pasto y puede favorecer enfermedades (hongos del suelo). *Pinus pinaster* es una especie intolerante al encharcamiento y ausencia de aireación del suelo, ello se manifiesta en la influencia de la humedad equivalente del mismo en la mortalidad determinante para la viabilidad futura de la masa. Este caso especial se explica por el especial régimen termopluiométrico al sur de Gredos y la alta variabilidad que existe en la capacidad de retención de agua en cada micrositio tras incendio.

Respecto a factores bióticos, se comprueba el efecto negativo del grado de empedecimiento en la germinación y primer establecimiento del regenerado, sobre el éxito de la regeneración en el segundo año tras el incendio y sobre la supervivencia. Las relaciones interespecíficas con el

matorral son más complejas, varían según tipo de matorral dominante y tiempo transcurrido desde el incendio. Así el piornal se manifiesta como beneficioso (o indicador de buena calidad de estación) durante el primer año, y ejerce fuerte competencia durante el segundo, provocando mortalidad del regenerado. El helechar no incide sobre la regeneración en el primer año y compite sobre la misma en el segundo, y el matorral espinoso sólo influye negativamente en la germinación y primer establecimiento del regenerado (primer año).

El retraso de las operaciones de apeo, saca y tratamiento de restos del monte incendiado se relaciona negativamente con la germinación y primer establecimiento de masas de *Pinus pinaster*. El uso del nuevo método de inventario por distancias se justifica para planes técnicos e investigación de gestión.

La administración dispone de un modelo cartográfico de predicción de zonas de regenerado insuficiente que puede usar días después de producirse el incendio, además está avalado experimentalmente. El conjunto de modelos de evolución de regenerado queda pendiente de evaluación y/o verificación experimental.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- ALÍA, R.; MARTÍN, S.; DE MIGUEL, J.; GALERA, R.M.; AGÚNDEZ, D.; GORDO, J.; SALVADOR, L.; CATALÁN, G. y GIL, L.A.-1996. Regiones de Procedencia. *Pinus pinaster* Aiton. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- ARDUINI, I.; KETTNER, C.; GODBOLD, D.L.; ONNIS, A.; STEFANI, A.-1998. Ph Influence on root growth and nutrient uptake of *Pinus pinaster* seedlings. *Chemosphere* 36, (4-5): 733-738. <doi:[10.1016/S0045-6535\(97\)10116-3](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(97)10116-3)>
- BAKER, M.R.; AUGUSTO, L. y ACHAT, D.L.-2006. Fine root distribution of trees and understory in mature stands of maritime pine (*Pinus pinaster*) on dry and humid sites. *Plant Soil* 286: 37-51. <doi:[10.1007/s11104-006-9024-4](https://doi.org/10.1007/s11104-006-9024-4)>
- BEKELE, A.; HUDNALL, W.H.; DAIGLE, J.J.; PRUDENTE, J.A. y WOLCOTT, M.-2005. Scale dependent variability of soil electrical conductivity by indirect measures of soil properties. *Journal of Terramechanics* 42: 339-351. <doi:[10.1016/j.jterra.2004.12.004](https://doi.org/10.1016/j.jterra.2004.12.004)>
- BLANCO ANDRAY, A.-1986. La degradación del suelo como consecuencia de los incendios. II Repercusión en los distintos suelos españoles. *Revista Montes* 12: 29-33.
- BOTTERO, A.; GARBARINO, M.; LONG, J.N. y MOTTA, R.-2013. The interacting ecological effects of large-scale disturbances and salvage logging on montane spruce forest regeneration in the western European Alps. *Forest Ecology and Management* 292: 19-28. <doi:[10.1016/j.foreco.2012.12.021](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.021)>
- BRAVO, F. y RODRÍGUEZ GARCÍA, E.- 2007. Regeneración natural y primer desarrollo de rodales de *Pinus pinaster* ait. en el centro de España. Protocolo. Universidad de Valladolid. Palencia.
- CALVO, L.; SANTALLA, S.; VALBUENA, E.L.; MARCOS, E.; TARREGA, R. y LUIS-CALABUIG, E.-2008. Post-fire natural regeneration of a *Pinus pinaster* forest in NW Spain. *Plant Ecology* 197: 81-90. <doi:[10.1007/s11258-007-9362-1](https://doi.org/10.1007/s11258-007-9362-1)>

- CALVO, L.; MARCOS, E.; TARREGA, R.; SANTALLA, S.; TORRES, O.; VALBUENA, L. y LUIS-CALABUIG, E.-2006. The competition effects of understory on *Pinus pinaster* natural regeneration after wildfire. *Forest Ecology and Management* 234: S190. <doi:[10.1016/j.foreco.2006.08.309](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.309)>
- CANTERO, A.-2003. Socio-economía y paisaje forestal de la Sierra de Gredos. El caso de El Arenal (Ávila). *Cuadernos Sociedad Española de Ciencias Forestales* 16: 309-313.
- CARRILLO PATIÑO, A.; SERRADA HIERRO, R.; RINCÓN HERRANZ, A.; HERNANDO LARA, C. y VEGA HIDALGO, J.A.-2009. Proyecto Rodenal: Restauración de Terrenos Afectados por Incendios Forestales. *Actas 5º Congreso Forestal Español SECF-JCYL REF: 5CFE01-461*. Ávila.
- CASTRO, J.; ZAMORA, R.; HÓDAR, J.A. y GÓMEZ, J.M.- 2002. Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *Restoration Ecology* 10 (2): 297-305. <doi:[10.1046/j.1526-100X.2002.01022.x](https://doi.org/10.1046/j.1526-100X.2002.01022.x)>
- CORWIN, D.L. y LESCH, S.M.-2005. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 46: 11–43. <doi:[10.1016/j.compag.2004.10.005](https://doi.org/10.1016/j.compag.2004.10.005)>
- DOUGLAS, F.J. y VIC, R.T.-2005. Fertilizer-induced changes in rhizosphere electrical conductivity: relation to forest tree seedling root system growth and function. *New Forests* 30: 147–166. <doi: [10.1007/s11056-005-6572-z](https://doi.org/10.1007/s11056-005-6572-z)>
- FERNANDES, P.M. Y RIGOLOTT, E.-2007. The fire ecology and management of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management* 241: 1-13. <doi:[10.1016/j.foreco.2007.01.010](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.010)>
- FERNANDEZ REBOLLO, P.; NAVARRO CERRILLO, R. y DEL VALLE MURILLO, G.- 2001. Estudio de la regeneración post-incendio en masas de *Pinus pinaster* Ait. en Andalucía. 3º Congreso Forestal Español REF: 3CFE04-075. Córdoba.
- GANDULLO, J.M.-1985. *Ecología Vegetal*. Fundación Conde del Valle de Salazar. ETSIM. Madrid.
- GANDULLO, J.M. y SÁNCHEZ PALOMARES, O.-1994. *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*. ICONA. Madrid.
- GANDULLO, J.M. y SÁNCHEZ-PALOMARES, O.-2000. Programa pinares. *Montes* 60: 5-9.
- GANDULLO, J.M.; SERRADA, R.- 1977. Mapa de productividad potencial forestal. Col. Mon. nº 16. INIA. Madrid.
- GARCIA FERNANDEZ, A.-2003. Factores microclimaticos que influyen en la regeneración de las masas de *Pinus pinaster* Ait. en Tierra de Pinares (Segovia). Trabajo Fin de Carrera de la EUIT Forestal, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- GÓMEZ-APARICIO, L.; ZAMORA, R.; GÓMEZ J.M.; HÓDAR, J.A.; CASTRO, J. y BARAZA, E.-2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications*, 14(4): 1128–1138. <doi:[10.1890/03-5084](https://doi.org/10.1890/03-5084)>
- GÓMEZ CARRASCO, A.-2009. Estudio sobre Resultados de Trabajos de Restauración tras Incendio en Montes del Valle del Tiétar (Ávila). Trabajo Fin de Carrera de EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- GÓMEZ SANZ, V.-2007. Caracterización básica de los biotopos forestales. Publicaciones EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S.C. y BRAVO OVIEDO, F.-2001. Density and population structure of the natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the High Ebro Basin (Northern Spain). *Annals of Forest Science* 58: 277-288. <doi:[10.1051/forest:2001126](https://doi.org/10.1051/forest:2001126)>
- GUERRA BURTON, B. y BRAVO OVIEDO, F.-2004. Análisis y modelización de la regeneración de *Pinus pinaster* Ait. en el Sistema Ibérico Meridional. *Cuaderno Sociedad Española de Ciencias Forestales* 18: 167-172.
- HERRERO, C.; SAN MARTÍN, R.; BRAVO OVIEDO, F.-2007. Effect of heat and ash treatments on germination of *Pinus pinaster* and *Cistus laurifolius*. *Journal of Arid Environments* 70: 540-548. <doi: [10.1016/j.jaridenv.2006.12.027](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.12.027)>

- HERRERO DE AZA, C.; BRAVO OVIEDO, F. y SAN MARTIN FERNANDEZ, R.-2004. Modelo de probabilidad de germinación de pino negral, *Pinus pinaster* Ait. tras incendio. Cuaderno Sociedad Española de Ciencias Forestales 18: 57-63.
- LÓPEZ LEIVA, C.; ESPINOSA RINCÓN, J.; BENGUA MTZ. DE MANDOJANA, J.-2009. Mapa de Vegetación de Castilla y León. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- LOPEZ-SAEZ, J.A.; LOPEZ-MERINO, L.; ALBA-SANCHEZ, F.; PEREZ-DIAZ, S.; ABEL-SCHAAD, D. y CARRION, J.S.-2010. Late Holocene ecological history of *Pinus pinaster* forests in the Sierra de Gredos of central Spain. *Plant Ecology* 206:195–209. <doi:[10.1007/s11258-009-9634-z](https://doi.org/10.1007/s11258-009-9634-z)>
- MADRIGAL, J.; HERNANDO, C. y GUIJARRO, M.-2009. El uso de los Sistemas de Información Geográfica en los modelos de regeneración post-incendio. Cuaderno Sociedad Española de Ciencias Forestales 29: 49-57.
- MADRIGAL, J.; HERNANDO, C.; GUIJARRO, M. y DÍEZ, C.-2007. El uso de modelos logísticos para la predicción de la regeneración post-incendio de *Pinus pinaster* Ait.: Aplicación al incendio de Robledillo de Gata (Sierra de Gata, Cáceres). Cuaderno Sociedad Española de Ciencias Forestales 23: 215-220.
- MADRIGAL, J.; HERNANDO, C.; GUIJARRO, M.; DIEZ, C.; VEGA, J.A.; PEREZ-GOROSTIAGA, P.; FONTURBEL M.T. y CUIÑAS, P.-2006(a). Situación de la regeneración post-incendios de *Pinus pinaster* Ait. en España. *Revista Montes* 85: 27-84.
- MADRIGAL, J.; HERNANDO, C.; MARTÍNEZ, E.; GUIJARRO, M. y DÍEZ, C.-2005. Regeneración post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. en la Sierra de Guadarrama (Sistema Central, España): modelos descriptivos de los factores influyentes en la densidad inicial y la supervivencia. *Invest Agrar: Sist Recur For* 14(1): 36-51.
- MADRIGAL, J.; HERNANDO, C. y VEGA, J.A.-2006(b). Diseño de una metodología para la obtención de modelos de regeneración de especies arbóreas tras grandes incendios forestales: aplicación al caso de *Pinus Pinaster* Ait. SECF IV Congreso Forestal Español. Zaragoza.
- MAIA, P.; PAUSAS, J.G.; ARCENEGUI, V.; GUERRERO, C.; PÉREZ-BEJARANO, A.; MATAIX-SOLERA, J.; VARELA, M.E.T.; FERNANDES, I.; PEDROSA, E.T. Y KEIZER, J.J.-2012. Wildfire effects on the soil seed bank of a maritime pine stand-The importance of fire severity. *Geoderma* 191: 80-88. <doi:[10.1016/j.geoderma.2012.02.001](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.02.001)>
- MARAÑÓN, T.; CAMARERO, J.J.; CASTRO, J.; DIAZ, M.; ESPELTA, J.M.; HAMPE, A.; JORDANO, P.; VALLADARES, F.; VERDÚ, M. y ZAMORA, R.- 2008. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. EGRAF S.A. Madrid.
- MARTÍN, S; DÍAZ-FERNÁNDEZ, P.M. y DE MIGUEL, J.-1998. Regiones de Procedencia de Especies Forestales Españolas: Descripción y principales características. Géneros *Abies*, *Fagus*, *Pinus* y *Quercus*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- MARTÍNEZ RUIZ, E. - 2000. El Bosque Singular del Valle del Tiétar: Historia y Cultura Forestal. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- MARTÍNEZ RUIZ, E. - 1991. "Acabemos con los incendios forestales en España: desarrollo y consecuencias del gran incendio forestal del 21-7-86 en el Valle del Tiétar, Ávila". Diputación Provincial de Ávila, Instituto Gran Duque de Alba. Ávila.
- MARTINS, P.; SAMPEDRO, L.; MOREIRA, X. y ZAS, R.-2009. Nutritional status and genetic variation in the response to nutrient availability in *Pinus pinaster*. A multisite field study in Northwest Spain. *Forest Ecology and Management* 258: 1429–1436. <doi:[10.1016/j.foreco.2009.06.041](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.06.041)>
- MATNEY, D.T. y HODGES, D.J.-1991. Evaluating Regeneration Success. En: DURYEY, M.L., DOUGHERTY, P.M.-1991. *Forest Regeneration Manual*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.
- MODUGNO, S; SERRA, P. y BADIA, A.-2008. Dinámica del riesgo de ignición en un área de interfase urbano-forestal. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria.

- MORLA JUARISTI, C.; GÓMEZ MANZANEQUE, F. y GÉNOVA FUSTER, M.-2009. Los Bosques de Gredos a través del Tiempo. Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León. Valladolid.
- NICOLÁS, A. y GANDULLO, J.M.- 1967. Ecología de los pinares españoles I. *Pinus pinaster* Ait. IFIE. Madrid.
- NÚÑEZ, M.R.; BRAVO, F. y CALVO, L.-2003. Predicting the probability of seed germination in *Pinus sylvestris* L. and four competitor shrub species after fire. *Annals of Forest Science* 60: 75-81. <doi:[10.1051/forest:2002076](https://doi.org/10.1051/forest:2002076)>
- PANDO FERNANDEZ, V. y SAN MARTIN FERNANDEZ, R.-2004. Regresión logística multinomial. *Cuaderno Sociedad Española de Ciencias Forestales* 18: 000-000.
- POTTER, C.; LI, S.; HUANG, S. Y CRABTREE, R.L.- 2012. Analysis of sapling density regeneration in Yellowstone National Park with hyperspectral remote sensing data. *Remote Sensing of Environment* 121: 61–68. <doi:[10.1016/j.rse.2012.01.019](https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.01.019)>
- REDONDO RODRIGUEZ, O. y MARTÍN LUCAS, J.M.-2003(a). 4º Revisión del Proyecto de Ordenación del M.U.P. Nº 3 Denominado “Los Pinares” Pertenciente al Ayuntamiento de Arenas de San Pedro (Ávila). Servicio Territorial de Medio Ambiente de Ávila. Sección Territorial de Ordenación y Mejora II. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. Ávila.
- REDONDO RODRIGUEZ, O. y MARTÍN LUCAS, J.M.-2003(b). 3º Revisión del Proyecto de Ordenación de los M.U.P. Nº 1 y 2 Denominados “Carias” y “El Pinar” Pertenciente al Ayuntamiento del Arenal (Ávila). Servicio Territorial de Medio Ambiente de Ávila. Sección Territorial de Ordenación y Mejora II. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. Ávila.
- REDONDO RODRIGUEZ, O. y MARTÍN LUCAS, J.M.-2001. 3º Revisión del Proyecto de Ordenación de los M.U.P. Nº 7 y 8 Denominados “Lado de Villarejo” y “La Morañega” Pertenciente al Ayuntamiento de Cuevas del Valle (Ávila). Servicio Territorial de Medio Ambiente de Ávila. Sección Territorial de Ordenación y Mejora II. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. Ávila.
- RINCÓN, A. y PUEYO, J.J.-2010. Effect of fire severity and site slope on diversity and structure of the ectomycorrhizal fungal community associated with post-fire regenerated *Pinus pinaster* Ait. seedlings. *Forest Ecology and Management* 260: 361–369. <doi:[10.1016/j.foreco.2010.04.028](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.04.028)>
- RIVAS-MARTINEZ, S.-1983. Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa* 5: 33-43.
- RODRIGUEZ GARCIA, E.; BRAVO, F.; SPIES, T.A.-2011. Effects of overstorey canopy, plant–plant interactions and soil properties on Mediterranean maritime pine seedling dynamics. *Forest Ecology and Management* 262: 244–251. <doi:[10.1016/j.foreco.2011.03.029](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.03.029)>
- RODRIGUEZ GARCIA, E.; JUEZ, L.; GUERRA, B. y BRAVO, F.-2007. Análisis de la regeneración natural de *Pinus pinaster* Ait. en los arenales de Almazan-Bayubas (Soria, España). *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 16(1): 25-38
- RUANO, I.; PANDO, V. Y BRAVO, F.-2009. How do light and water influence *Pinus pinaster* Ait. germination and earling seedling development?. *Forest Ecology and Management* 258: 2647–2653. <doi:[10.1016/j.foreco.2009.09.027](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.027)>
- RUIZ DE LA TORRE, J.- 1990. Mapa Forestal de España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- SAN MIGUEL SÁNCHEZ, I.-2010. Regeneración del arbolado en función de los tratamientos aplicados tras el incendio de 2005 en la comarca del Rodenal (Guadalajara). Trabajo Fin de Carrera de EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.
- SERRADA HIERRO, R.- 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- SERRADA HIERRO, R.- 2011. Apuntes de Selvicultura. E.U.I.T. Forestal, Fundación Conde Valle de Salazar. Madrid.
- SERRADA HIERRO, R.; MONTERO, G.; REQUE, J.A.-2008. Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA. Madrid.

- SERRADA HIERRO, R.; DOMINGUEZ LERENA, S.; SANCHEZ RESCO, M.I. y RUIZ ORTIZ, J.-1994. El problema de la regeneración natural de *Pinus nigra* Arn. Revista Montes 36: 52-57.
- SIERRA DE GRADO, R.-1996. ¿Es el *Pinus pinaster* autóctono en la Sierra de Gredos? Revista Montes 43: 5-8.
- SILES, G.; BASTIDA J.; REY, P.J. y ALCANTARA, J.-2004. Modelos predictivos de distribución de especies de vegetación potencial en el incendio del “Puerto de las Palomas”, Sierra de Cazorla, Jaén. Cuadernos de SECF 20: 167-172.
- SUÁREZ DEL PALACIO, C.; MANRIQUE SIMÓN, V. y ARROYO MARCOS, I.-2004. 4ª Revisión de la Ordenación del Monte C.U.P. Nº 16 Denominado “Pinar” Pertenciente al Ayuntamiento de Mombeltrán, Provincia de Ávila. VMS Forestal- Junta de Castilla y León. Ávila.
- VARELIDES, C. y KRITIKOS, T.-1995. Effect of site preparation intensity and fertilization on *Pinus pinaster* survival and height growth on three sites in northern Greece. Forest Ecology and Management 73: 111-115.
<doi:[10.1016/0378-1127\(94\)03495-1](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)03495-1)>
- VÁZQUEZ, A.; MORENO, J.M.-2001. Spatial distribution of forest fires in Sierra de Gredos (Central Spain). Forest Ecology and Management 147: 55-65. <doi:[10.1016/S0378-1127\(00\)00436-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00436-9)>
- VEGA, J.A.; FERNANDEZ, C.; PEREZ-GOROSTIAGA, P. y FONTURBEL, T.-2008. The influence of fire severity, serotiny, and post-fire management on *Pinus pinaster* Ait. recruitment in three burnt areas in Galicia (NW Spain). Forest Ecology and Management 256: 1596–1603. <doi:[10.1016/j.foreco.2008.07.005](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.005)>
- VEGA, J.A.; HERNANDO, C.; MADRIGAL, J.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; GUIJARRO, M.; FONTURBEL, M.T.; CUIÑAS, P.; MARTÍNEZ, E.; y FERNÁNDEZ, C.-2005. Regeneración de *Pinus pinaster* Ait. tras incendios forestales y medidas selvícolas para favorecerla. SECF IV Congreso Forestal Español. Zaragoza.
- ZAS, R.; SAMPEDRO, L.; PRADA, E.; LOMBARDEO, M.J. y FERNANDEZ-LOPEZ, J.-2006. Fertilization increases *Hylobius abietis* L. damage in *Pinus pinaster* Ait. seedlings. Forest Ecology and Management 222: 137–144.
<doi:[10.1016/j.foreco.2005.10.008](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.008)>

ÍNDICE DE TABLAS

CLIMATOLOGÍA			Tabla 1..... i
M. MUESTREO			Tabla 2..... iii
			Tabla 3..... iv
			Tabla 4..... v
			Tabla 5..... vi
ANÁLISIS PRELIMINAR: VARIABLES EXPLICATIVAS			Tabla 6..... vii
			Tabla 7..... viii
			Tabla 8..... xvii
			Tabla 9..... xviii
			Tabla 10..... xix
			Tabla 11..... xxii
			Tabla 12..... xxiii
			Tabla 13..... xxiv
			Tabla 14..... xxv
			Tabla 15..... xxvi
			Tabla 16..... xxvii
			Tabla 17..... xxix
SELECCIÓN VAR.: M. LOG. DENSIDAD			Tabla 18..... xxx
			Tabla 19..... xxxi
			Tabla 20..... xxxii
			Tabla 21..... xxxiii
			Tabla 22..... xxxiv
			Tabla 23..... xxxv
			Tabla 24..... xxxvi
			Tabla 25..... xxxvii
			Tabla 26..... xxxviii
			Tabla 27..... xxxix
			Tabla 28..... xl
			Tabla 29..... xli
			Tabla 30..... xlii
MODELOS DENSIDAD CONSEGUIDA			Tabla 31..... xliii
			Tabla 32..... xliv
			Tabla 33..... xlv
			Tabla 34..... xlvi
			Tabla 35..... xlvi
			Tabla 36..... xlviii
			Tabla 37..... xlix
			Tabla 38..... l
			Tabla 39..... li
			Tabla 40..... lii
			Tabla 41..... liii
			Tabla 42..... liv
			Tabla 43..... lv
			Tabla 44..... lvi
			Tabla 45..... lvii
SELECCIÓN VAR.: M. LOG. MORTALIDAD			Tabla 46..... lviii
			Tabla 47..... lix
			Tabla 48..... lx
			Tabla 49..... lxi
			Tabla 50..... lxii
MODELOS DE MORTALIDAD			Tabla 51..... lxiii
			Tabla 52..... lxiv
			Tabla 53..... lxv
			Tabla 54..... lxvi
			Tabla 55..... lxvii
			Tabla 56..... lxviii
			Tabla 57..... lxix
COMPARACIÓN M. MUESTREO			Tabla 58..... lxx
			Tabla 59..... lxxi
			Tabla 60..... lxxii
			Tabla 61..... lxxiii
CORRELACIONES			Tabla 62..... lxxiv

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

CLIMATOLOGÍA	Ilustración 1.	i
	Ilustración 2.	ii
	Ilustración 3.	ii
	Ilustración 4.	iii
DATOS SIG	Ilustración 5.	vii
ANÁLISIS PRELIMINAR: VARIABLES EXPLICATIVAS	Ilustración 6.	xviii
	Ilustración 7.	xx
	Ilustración 8.	xx
	Ilustración 9.	xxi
	Ilustración 10.	xxii
	Ilustración 11.	xxiii
	Ilustración 12.	xxiv
	Ilustración 13.	xxv
	Ilustración 14.	xxvi
	Ilustración 15.	xxvii
	Ilustración 16.	xxviii
	Ilustración 17.	xxviii
	FOTOGRAFÍAS	Ilustración 18.
Ilustración 19.		lxxv
Ilustración 20.		lxxvi
Ilustración 21.		lxxvi
Ilustración 22.		lxxvii
Ilustración 23.		lxxvii
Ilustración 24.		lxxvii
Ilustración 25.		lxxviii
Ilustración 26.		lxxviii
Ilustración 27.		lxxix
Ilustración 28.		lxxix
Ilustración 29.		lxxx
Ilustración 30.		lxxx
Ilustración 31.		lxxx
Ilustración 31.		lxxx
Ilustración 32.		lxxx
Ilustración 33.		lxxxii
Ilustración 34.		lxxxii
Ilustración 35.	lxxxiii	

MAPAS

Mapa 1



Mapa 2



Mapa 3



Mapa 4



Tabla 1. Estación meteorológica en Arenas de San Pedro a 510 metros de altitud, extrapolando los datos a una altitud media en área de estudio de 900 m tal y como se indica en Gómez (2005). TMM: temperatura media de las máximas (°C); TMMA: temperatura máxima absoluta (°C); Tm: temperatura media (°C); Tmm: temperatura media de las mínimas (°C); Tmma: temperatura mínima absoluta (°C) y P: precipitación (mm). Fuente: elaboración propia.

meses	TMM	TMMA	Tm	Tmm	Tmma	P
ENERO	12.2	16.5	2.8	-0.4	-4.5	308.3
FEBRERO	13.0	16.5	4.3	3.9	-2.5	264.2
MARZO	15.1	21.5	6.6	5.4	-0.5	171.0
ABRIL	18.4	23.5	9.9	6.4	2.5	132.6
MAYO	23.9	27.5	13.8	10.7	6.5	133.7
JUNIO	27.4	31.5	17.6	16.0	12.5	75.3
JULIO	28.5	32.5	21.6	18.7	13.5	17.1
AGOSTO	28.3	31.5	20.7	16.7	12.5	20.7
SEPTIEMBRE	24.1	28.5	17.2	13.3	6.5	84.6
OCTUBRE	16.5	23.5	11.8	7.5	2.5	184.9
NOVIEMBRE	13.0	16.5	5.9	4.3	-4.5	245.3
DICIEMBRE	9.8	16.5	2.7	1.0	-6.5	288.1
ANUAL	19.1	23.8	11.2	8.6	3.1	1925.9

[Volver al Índice](#)

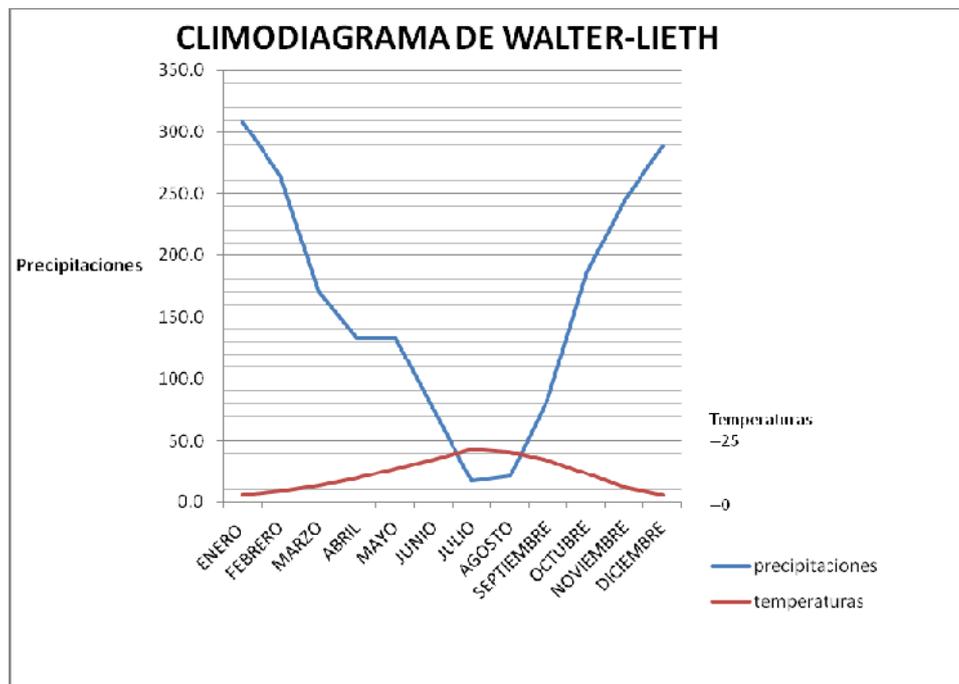


Ilustración 1. Climodiagrama de Walter-Lieth para la estación de estudio. Clima mesomediterráneo hiperhúmedo (Rivas Martínez, 1987) o Nemoromediterráneo Genuino: VI(IV)₂. (Allué Andrade, 1996. Fuente: elaboración propia.

[Volver al Índice](#)

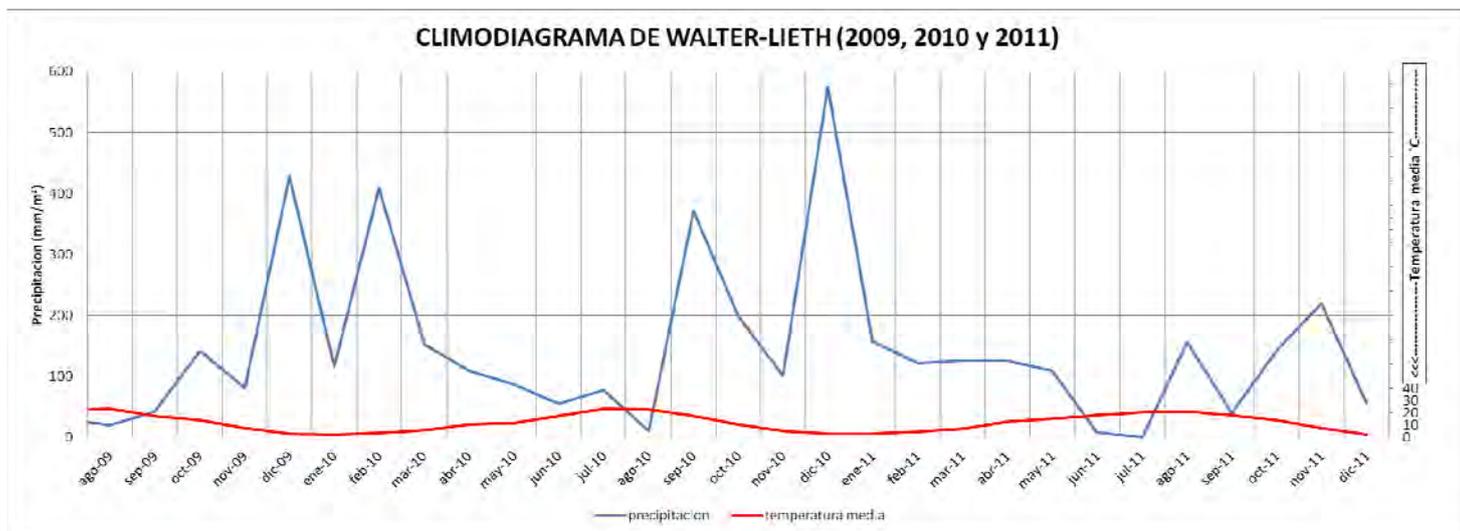


Ilustración 2. Climatograma para el periodo post-incendio estudiado, desde agosto de 2009 hasta diciembre de 2011. Se han calculado a partir de las estaciones meteorológicas de Cuevas del Valle (más cercana al área de estudio y dentro de la misma cuenca hidrográfica). Los datos ausentes se han completado con datos de la estación de Candeleda. Todas las parcelas de estudio tienen su correspondiente ficha hídrica construida (con las correspondientes correcciones altitudinales). Los datos representados en la gráfica son la media mensual de todas las parcelas.

[Volver al Índice](#)

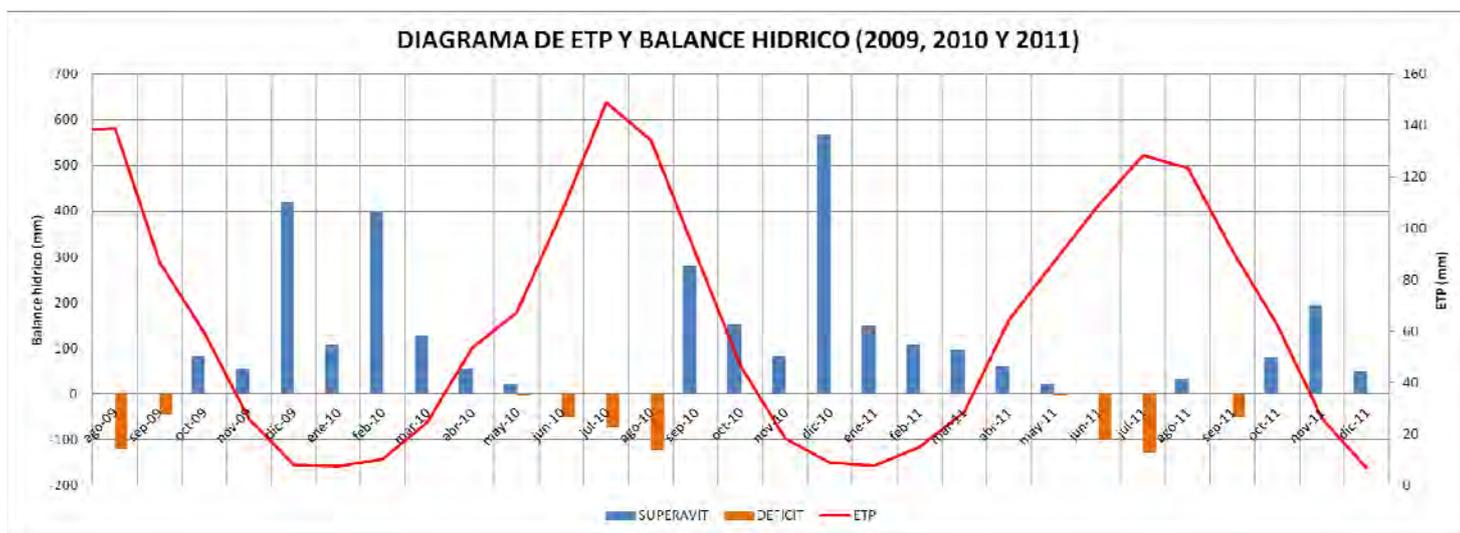


Ilustración 3. Diagrama de evapotranspiración potencial y balance hídrico (Thornthwaite, 1948, 1955, en Gómez, 2005) para el periodo post-incendio estudiado a partir de la ficha hídrica, desde agosto de 2009 hasta diciembre de 2011. Los datos representados en la gráfica son la media mensual de todas las parcelas

[Volver al Índice](#)

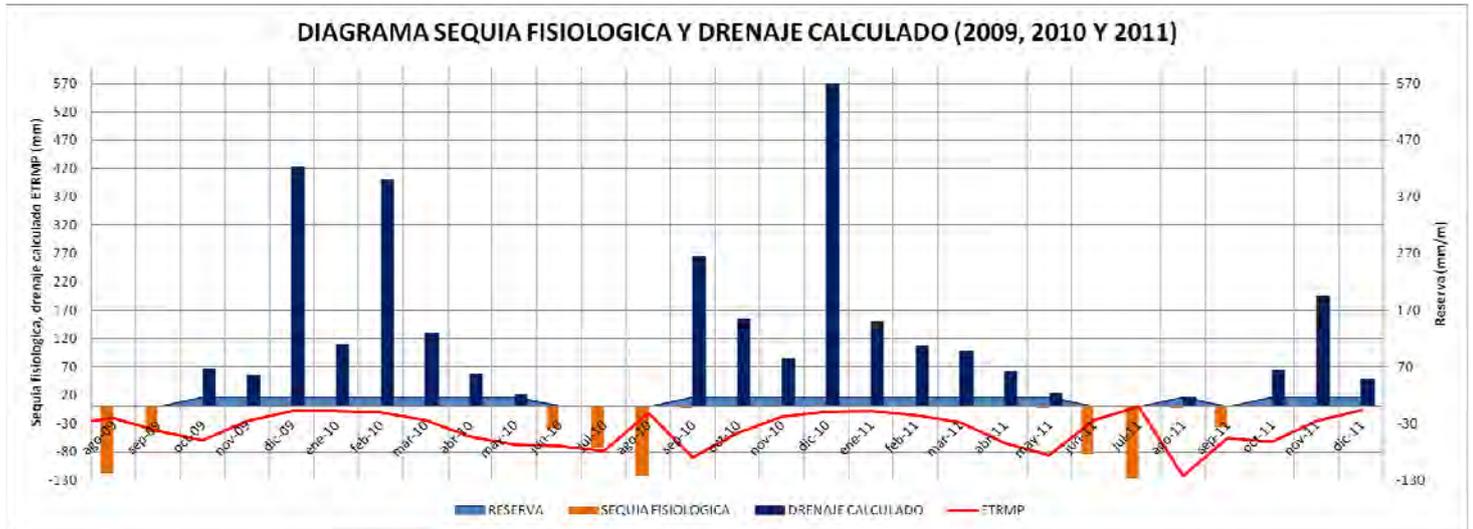


Ilustración 4. . Diagrama de representación de sequía fisiológica, drenaje calculado, reserva de agua en el suelo y evapotranspiración real (Thorntwaite, 1948, 1955, en Gómez, 2005) para el periodo post-incendio estudiado a partir de la ficha hídrica, desde agosto de 2009 hasta diciembre de 2011. Los datos representados en la gráfica son la media mensual de todas las parcelas

[Volver al Índice](#)

Tabla 2. Esquema descriptivo del método de inventariación por distancia media al sexto árbol.

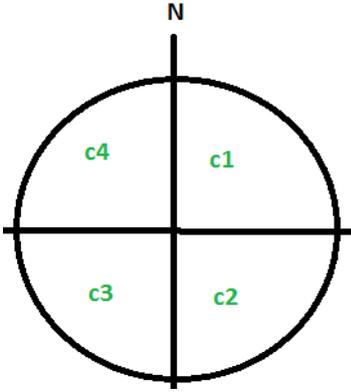
METODO DISTANCIA MEDIA SEXTO ARBOL	
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	
<p>En el punto de la parcela que nos indique el GPS se buscará el pino más próximo. A partir de este se medirán las distancias entre éste y los 6 pinos más próximos, obteniendo 6 distancias. A partir de estas 6 distancias se calculará un espaciamiento medio como media aritmética. Con este espaciamiento medio y una distribución de los pies lo más aproximado a la natural (tresbolillo) se deduce la densidad (N, siendo "a" el espaciamiento medio).</p> $N = \frac{20000}{\sqrt{3} \times a^2}$	
REPRESENTACIÓN GRÁFICA	

[Volver al Índice](#)

Tabla 3. Excepciones de muestreo: Método de distancia media al sexto árbol.

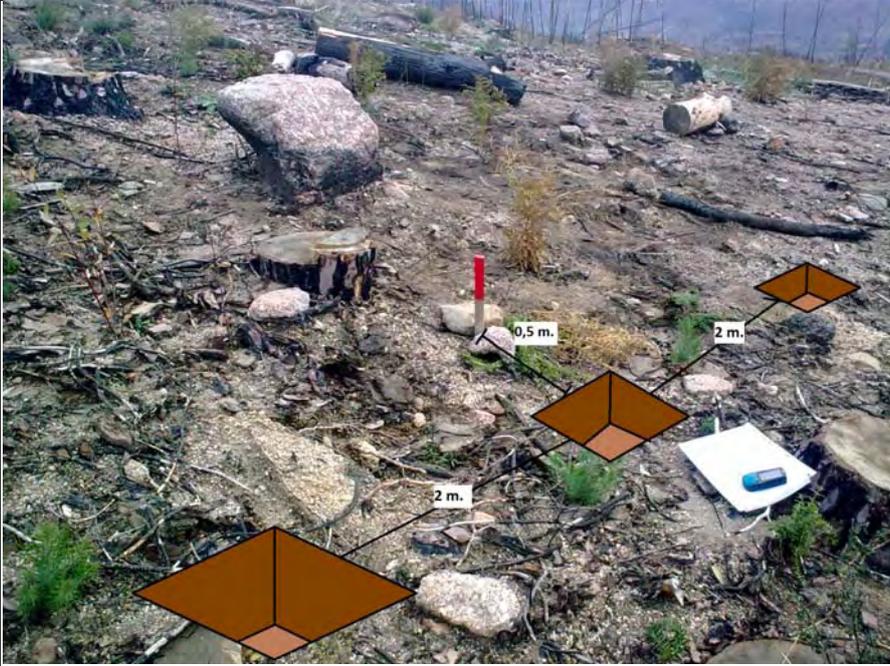
1ª EXCEPCIÓN
<p>Se considerarán distancias superiores a 6 metros límite en la medición, despreciando las distancias a los árboles restantes más alejados que pudiera haber y calculando la densidad como si de una parcela circular con 6 m de radio se tratase si así se diera el caso. Esto se acuerda para mejorar el rendimiento del inventario así como para establecer en los 6 metros, densidades que darían medias del orden de 460 pies/ha (siendo “n” el número de pies dentro de los 6 metros), como regenerado no conseguido (dato aproximado acordado con el ente gestor).</p> $N = \frac{10000 \times n}{6^2 \times \pi}$
REPRESENTACIÓN GRÁFICA
2ª EXCEPCIÓN
<p>Si el primer árbol más próximo se encuentra a más de 6 metros no se anotan valores y se indicará esta situación. Y la densidad será la de 1 pie en una parcela de radio 6 metros, es decir unos 90 pies/ha.</p>
REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Tabla 4. Método de muestreo de los cuadrantes ocupados.

METODO DE LOS CUADRANTES OCUPADOS
DESCRIPCION DEL MÉTODO
<p>El centro de las parcelas coincide con los nodos de la malla y estas son circulares, de 3.6 m de radio y una superficie de 40 m². Se subdividirán en cuatro cuadrantes (10 m²) según las direcciones N-S y O-E, donde se inventariarán todas las plántulas por cuadrante. El tamaño del cuadrante corresponde al espacio disponible para cada pie adulto hipotético con cabida completa, distribución regular y densidad de 1000 pies viables/ ha (Matney and Hodges, 1991). Es necesario al menos un pie viable de pino en cada cuadrante para considerar la espesura futura completa y regeneración lograda.</p>
REPRESENTACIÓN GRÁFICA
 <p>El diagrama muestra un círculo dividido en cuatro cuadrantes por una línea vertical y una línea horizontal que se cruzan en el centro. Una flecha vertical apunta hacia arriba desde el centro, etiquetada con 'N' para Norte. Los cuadrantes están etiquetados como sigue: el cuadrante superior izquierdo es 'c4', el superior derecho es 'c1', el inferior izquierdo es 'c3' y el inferior derecho es 'c2'.</p>

[Volver al Índice](#)

Tabla 5. Metodología de muestreo de suelo en campo.

PUNTOS DE MUESTREO EN PARCELA DE CAMPO
<p>Una vez situados en el punto de muestreo (estaca de parcelas P2suelo) se lanza una línea imaginaria en curva de nivel a partir de la cual se ejecutarán 3 hoyos de 30x30x20 cm (largo, ancho y profundidad) con la alcotana y el cogedor (ver Ilustración 7 de anejos), el primero a 50 cm aguas abajo de la estaca. A partir de éste, se traza la línea en curva de nivel y se ejecuta un hoyo a cada lado del mismo, de las mismas dimensiones y equidistantes 2 metros. Si alguno de estos hoyos no se puede ejecutar por afloramientos rocosos, se desplazará a lo largo de la curva de nivel, donde se pueda ejecutar el hoyo.</p>

HOMOGENEIZADO, IDENTIFICACIÓN Y MEDICIONES EN CAMPO
<p>Posteriormente, se deposita todo el material de los tres hoyos sobre el plástico o lona y se mezcla bien. Una vez mezclado, se recoge en una bolsa hermética de 1 kg preparada por el laboratorio del ITAGRA y se identifica con el número de la parcela a la que va a caracterizar con el rotulador indeleble. Se anotarán para cada hoyo el tanto por ciento en peso de pedregosidad no muestreable encontrada dentro del hoyo. Ello servirá para obtener resultados de la física del suelo, teniendo en cuenta esta pedregosidad no muestreable dentro de los elementos gruesos.</p>

ALMACENAJE Y ELECCIÓN DE LABORATORIO
<p>Los materiales de cada muestra (bolsa) fueron almacenados en un lugar fresco, seco y oscuro, abiertas por completo por la boca, doblando la bolsa hasta el límite de la tierra (ver Ilustración 11 de anejos). Así se impide que se cierre la bolsa o se salga la tierra y se favorece una correcta aireación (oxigenación) y humedad. Finalizado el inventario fueron llevados al laboratorio especializado del ITAGRA (Palencia).</p>

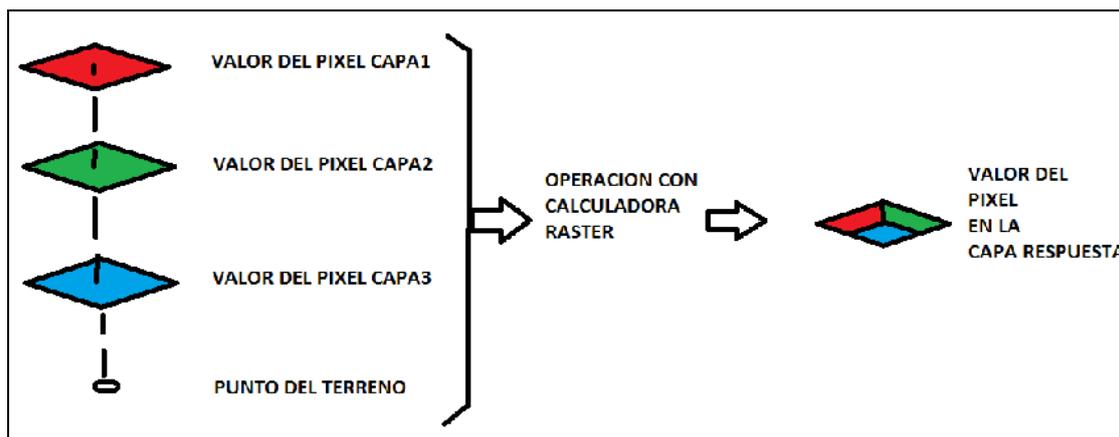


Ilustración 5. Esquema de procesamiento de datos en la calculadora ráster (SIG) para la simulación cartográfica de modelos logísticos. Capa 1, 2 y 3 son los valores hipotéticos de variables regresoras. La **OPERACIÓN CON CALCULADORA RASTER** que aparece en la Ilustración se corresponde con la expresión matemática del modelo logístico binario (Fórmula 2 en texto).

Fuente: elaboración propia.

[Volver al Índice](#)

Tabla 6. Justificación de análisis preliminar de variables explicativas para modelos logísticos tras uno y dos años del incendio.

<p>MODELOS DE REGENERADO CONSEGUIDO TRAS UN AÑO DEL INCENDIO. P1</p>	<p>El método más recomendado desde el punto de vista forestal para resumir toda la información de la base de datos de un estudio es: a) primero determinar las variables que van a participar del análisis estadístico, estableciendo bloques de variables que representen un mismo factor ecológico y; b) segundo probando todas ellas en el modelo, sin repetir variables del mismo bloque. Este método es el que se llevó a cabo en la determinación de densidad de regenerado conseguida en 2010 (Parcelas P1).</p>
<p>MODELOS DE MORTALIDAD Y REGENERADO CONSEGUIDO TRAS DOS AÑOS DEL INCENDIO. P2 Y P2suelo.</p>	<p>El método de tratamiento previo de la información para la densidad de 2011 y mortalidad, fue análogo al anterior, aunque precedido de un ACP (Análisis de Componentes Principales) en todas las variables candidatas a regresores, similarmente a otros estudios de regeneración (González-Martínez <i>et al.</i>, 2001; Guerra <i>et al.</i>, 2004; Madrigal <i>et al.</i>, 2005; Vega <i>et al.</i>, 2008; Rodríguez-García <i>et al.</i>, 2011). La justificación de su empleo en esta parte radica en: (i) elevado número de variables potencialmente regresores (incluye a mayores variables edáficas, climáticas y fisiológicas no medidas en el inventario 2010); (ii) alta probabilidad de multicolinealidad en el conjunto de variables potencialmente regresoras (iii) confirmar las hipótesis de partida de agrupación de variables según los factores ecológico-forestales a los que estén relacionados (iv) conocer y plantear relaciones entre variables, así como hipotetizar sobre las causas de las mismas.</p>

[Volver al Índice](#)

Tabla 7. Tabla descriptiva de las variables medidas en los inventarios de 2010 y 2011, P1, P2 y P2suelo. Nombre Variable: denominación de la variable durante el estudio; Tipo: tipo de variable, identificador para el identificador de la parcela, localización para las coordenadas de la parcela, fecha y hora para las fechas y horas de ejecución de la parcela, responsable indica la persona que midió la parcela, NUMERICA para las variables continuas y CATEGORICA para las variables factores; V.Rsp.Pot: indica si la variable puede ser potencialmente respuesta para el objeto de estudio; Descriptor: indica la descripción concreta de cada variable.

[Volver al Índice](#)

NOMBRE VARIABLE	TIPO	V. Rsp. Pot.	DESCRIPTOR
orgrad	NUMERICA	NO	Orientación de la parcela en grados tomando como origen el norte geográfico. -1=todos los vientos
Orient_dist_SE	NUMERICA	NO	Orientación de la parcela en grados tomando como origen el sureste geográfico. -1=todos los vientos
Pendiente	NUMERICA	NO	Pendiente de la parcela en tanto por ciento
Altitud	NUMERICA	NO	Altitud de la parcela en metros.
AB	NUMERICA	NO	Área basimétrica del rodal que se quemó en 2009
ndvi	NUMERICA	NO	Índice de actividad fotosintética NDVI en el punto de muestreo antes del incendio a partir de ortofotografías del vuelo PNOA (2007).
EMPRADEC_2010	NUMERICA	NO	Empradecimiento de la parcela en el inventario de 2010 en tanto por ciento de cobertura
EMPRADEC_2011	NUMERICA	NO	Empradecimiento de la parcela en el inventario de 2011 en tanto por ciento de cobertura
VARIACION_EMPRADEC	NUMERICA	NO	Variación del empradecimiento durante el año siguiente al incendio en puntos porcentuales: EMPRADEC_2011-EMPRADEC_2010.
Nfrond_2010	NUMERICA	NO	Densidad de frondosas (rebollo, castaño y sauce), medida por distancias en el inventario de 2010.
N_REB_2011	NUMERICA	NO	Densidad de rebollo medida por distancias en el inventario de 2010.
N_CAS_2011	NUMERICA	NO	Densidad de castaño medida por distancias en el inventario de 2010.
N_SAUCE_2011	NUMERICA	NO	Densidad de frondosas sauce medida por distancias en el inventario de 2010.
Nfrond2011	NUMERICA	NO	Densidad de frondosas (rebollo, castaño y sauce), medida por distancias en el inventario de 2011.
DENS_PIORNO_2010	NUMERICA	NO	Densidad del piorno en el inventario de 2010. DENS_PIORNO_2010=fracción de cabida cubierta del piorno en tanto por ciento*altura media del piornal en metros.
DENS_PIORNO_2011	NUMERICA	NO	Densidad del piorno en el inventario de 2011. DENS_PIORNO_2011=fracción de cabida cubierta del piorno en tanto por ciento*altura media del piornal en metros.
CREC_PIORNO	NUMERICA	NO	Variación en la espesura del piornal durante el año siguiente al incendio. CREC_PIORNO=DENS_PIORNO_2011-

Evolución del regenerado tras incendio en montes de Pinus pinaster Ait. de la Sierra de Gredos (España Central)
Trabajo Fin de Máster. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. ANEJOS.

			DENS_PIORNO_2010
DENS_JARA_2010	NUMERICA	NO	Densidad de la jara en el inventario de 2010. $DENS_JARA_2010 = \text{fracción de cabida cubierta de la jara en tanto por ciento} * \text{altura media de la jara en metros}$.
DENS_JARA_2011	NUMERICA	NO	Densidad de la jara en el inventario de 2011. $DENS_JARA_2011 = \text{fracción de cabida cubierta de la jara en tanto por ciento} * \text{altura media de la jara en metros}$.
CREC_JARA	NUMERICA	NO	Variación en la espesura de la jara durante el año siguiente al incendio. $CREC_JARA = DENS_JARA_2011 - DENS_JARA_2010$
DENS_BREZO_2011	NUMERICA	NO	Densidad del brezo en el inventario de 2011. $DENS_BREZO_2011 = \text{fracción de cabida cubierta del brezo en tanto por ciento} * \text{altura media del brezo en metros}$.
DENS_ESPIN_2010	NUMERICA	NO	Densidad del matorral espinoso en el inventario de 2010. $DENS_ESPIN_2010 = \text{fracción de cabida cubierta del matorral espinoso en tanto por ciento} * \text{altura media del matorral espinoso en metros}$.
DENS_ESPIN_2011	NUMERICA	NO	Densidad del matorral espinoso en el inventario de 2011. $DENS_ESPIN_2011 = \text{fracción de cabida cubierta del matorral espinoso en tanto por ciento} * \text{altura media del matorral espinoso en metros}$.
CREC_ESPIN	NUMERICA	NO	Variación en la espesura del matorral espinoso durante el año siguiente al incendio. $CREC_ESPIN = DENS_ESPIN_2011 - DENS_ESPIN_2010$
DENS_HELECHO_2010	NUMERICA	NO	Densidad del helecho en el inventario de 2010. $DENS_HELECHO_2010 = \text{fracción de cabida cubierta del helecho en tanto por ciento} * \text{altura media del helecho en metros}$.
DENS_HELECHO_2011	NUMERICA	NO	Densidad del helecho en el inventario de 2011. $DENS_HELECHO_2011 = \text{fracción de cabida cubierta del helecho en tanto por ciento} * \text{altura media del helecho en metros}$.
CREC_HELECHO	NUMERICA	NO	Variación en la espesura del helechal durante el año siguiente al incendio. $CREC_HELECHO = DENS_HELECHO_2011 - DENS_HELECHO_2010$
DENS_LABIADAS_2010	NUMERICA	NO	Densidad de labiadas en el inventario de 2010. $DENS_LABIADAS_2010 = \text{fracción de cabida cubierta de labiadas en tanto por ciento} * \text{altura media de labiadas en metros}$.
DENS_LABIADAS_2011	NUMERICA	NO	Densidad de labiadas en el inventario de 2011. $DENS_LABIADAS_2011 = \text{fracción de cabida cubierta de labiadas en tanto por ciento} * \text{altura media de labiadas en metros}$.
CREC_LABIADAS	NUMERICA	NO	Variación en la espesura de labiadas durante el año siguiente al incendio. $CREC_LABIADAS = DENS_LABIADAS_2011 - DENS_LABIADAS_2010$
MAT_TOT_2010	NUMERICA	NO	Densidad del matorral (suma de piorno, jara, espinoso, helecho y labiadas) en el inventario de 2010. $MAT_TOT_2010 = \text{fracción de cabida cubierta del matorral en tanto por ciento} * \text{altura media del matorral en}$

Evolución del regenerado tras incendio en montes de Pinus pinaster Ait. de la Sierra de Gredos (España Central)
Trabajo Fin de Máster. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. ANEJOS.

			metros.
MAT_TOT_2011	NUMERICA	NO	Densidad del matorral (suma de piorno, jara, espinoso, helecho y labiadas) en el inventario de 2011. MAT_TOT_2011=fracción de cabida cubierta del matorral en tanto por ciento*altura media del matorral en metros.
CREC_MAT	NUMERICA	NO	Variación en la espesura del piornal durante el año siguiente al incendio. CREC_PIORNO=DENS_PIORNO_2011-DENS_PIORNO_2010
NUM_PINAS	NUMERICA	NO	Numero de piñas dentro de la parcela por cuadrantes medido en el inventario de 2010. Máximo 10 piñas por cuadrante, 11=>10 piñas por cuadrante
PP_2009	NUMERICA	NO	Precipitación total del año 2009 en la parcela (corrigiendo por la altitud). Datos tomados según disponibilidad de las estaciones meteorológicas de Cuevas del Valle y de Candeleda (AEMET) prevaleciendo la estación de Cuevas del Valle a Candeleda siempre que fuera posible.
PP_2010	NUMERICA	NO	Precipitación total del año 2010 en la parcela (corrigiendo por la altitud). Datos tomados según disponibilidad de las estaciones meteorológicas de Cuevas del Valle y de Candeleda (AEMET) prevaleciendo la estación de Cuevas del Valle a Candeleda siempre que fuera posible.
PP_2011	NUMERICA	NO	Precipitación total del año 2011 en la parcela (corrigiendo por la altitud). Datos tomados según disponibilidad de las estaciones meteorológicas de Cuevas del Valle y de Candeleda (AEMET) prevaleciendo la estación de Cuevas del Valle a Candeleda siempre que fuera posible.
TM_2009	NUMERICA	NO	Temperatura media del año 2009 en la parcela (corrigiendo por la altitud). Datos tomados según disponibilidad de las estaciones meteorológicas de Cuevas del Valle y de Candeleda (AEMET) prevaleciendo la estación de Cuevas del Valle a Candeleda siempre que fuera posible.
TM_2010	NUMERICA	NO	Temperatura media del año 2010 en la parcela (corrigiendo por la altitud). Datos tomados según disponibilidad de las estaciones meteorológicas de Cuevas del Valle y de Candeleda (AEMET) prevaleciendo la estación de Cuevas del Valle a Candeleda siempre que
TM_2011	NUMERICA	NO	Temperatura media del año 2011 en la parcela (corrigiendo por la altitud). Datos tomados según disponibilidad de las estaciones meteorológicas de Cuevas del Valle y de Candeleda (AEMET) prevaleciendo la estación de Cuevas del Valle a Candeleda siempre que
S_2009	NUMERICA	NO	Superávit de agua total anual en 2009 en milímetros según la ficha hídrica de Thornthwaite (suma de todos los meses con superávit).
S_2010	NUMERICA	NO	Superávit de agua total anual en 2010 en milímetros según la ficha hídrica de Thornthwaite (suma de todos los

			meses con superávit).
S_2011	NUMERICA	NO	Superávit de agua total anual en 2011 en milímetros según la ficha hídrica de Thornthwaite (suma de todos los meses con superávit).
D_2009	NUMERICA	NO	Déficit de agua total anual en 2009 en milímetros según la ficha hídrica de Thornthwaite (suma de todos los meses con déficit).
D_2010	NUMERICA	NO	Déficit de agua total anual en 2010 en milímetros según la ficha hídrica de Thornthwaite (suma de todos los meses con déficit).
D_2011	NUMERICA	NO	Déficit de agua total anual en 2011 en milímetros según la ficha hídrica de Thornthwaite (suma de todos los meses con déficit).
ETC_2009	NUMERICA	NO	Eficacia Térmica del clima del año 2009 en milímetros según Thornthwaite (suma de las 12 ETP mensuales)
ETC_2010	NUMERICA	NO	Eficacia Térmica del clima del año 2010 en milímetros según Thornthwaite (suma de las 12 ETP mensuales)
ETC_2011	NUMERICA	NO	Eficacia Térmica del clima del año 2011 en milímetros según Thornthwaite (suma de las 12 ETP mensuales)
IH_2009	NUMERICA	NO	Índice Hídrico del año 2009 según Thornthwaite.
IH_2010	NUMERICA	NO	Índice Hídrico del año 2010 según Thornthwaite.
IH_2011	NUMERICA	NO	Índice Hídrico del año 2011 según Thornthwaite.
SFT_2009	NUMERICA	NO	Sequía Fisiológica Total del año 2009 según Thornthwaite (suma de las sequías fisiológicas mensuales).
SFT_2010	NUMERICA	NO	Sequía Fisiológica Total del año 2010 según Thornthwaite (suma de las sequías fisiológicas mensuales).
SFT_2011	NUMERICA	NO	Sequía Fisiológica Total del año 2011 según Thornthwaite (suma de las sequías fisiológicas mensuales).
EMPA_2009	NUMERICA	NO	Evapotranspiración Máxima Posible Anual de 2009 según Thornthwaite (suma de las 12 evapotranspiraciones máximas posibles mensuales)
EMPA_2010	NUMERICA	NO	Evapotranspiración Máxima Posible Anual de 2010 según Thornthwaite (suma de las 12 evapotranspiraciones máximas posibles mensuales)
EMPA_2011	NUMERICA	NO	Evapotranspiración Máxima Posible Anual de 2011 según Thornthwaite (suma de las 12 evapotranspiraciones máximas posibles mensuales)
DCS_2009	NUMERICA	NO	Drenaje Calculado del Suelo de 2009 según Thornthwaite (suma de los drenajes mensuales del suelo)
DCS_2010	NUMERICA	NO	Drenaje Calculado del Suelo de 2010 según Thornthwaite (suma de los drenajes mensuales del suelo)
DCS_2011	NUMERICA	NO	Drenaje Calculado del Suelo de 2011 según Thornthwaite (suma de los drenajes mensuales del suelo)

Evolución del regenerado tras incendio en montes de Pinus pinaster Ait. de la Sierra de Gredos (España Central)
Trabajo Fin de Máster. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. ANEJOS.

SUELO_PEDRE	NUMERICA	NO	Pedregosidad no muestreable del suelo en tanto por ciento en peso (media de los tres hoyos)
E_grues_real	NUMERICA	NO	Elementos gruesos del suelo en tanto por ciento en peso (muestreable y no muestreable)
tierra_fina_real	NUMERICA	NO	Tierra fina del suelo en tanto por ciento en peso (sobre el total: muestreable y no muestreable).
arena	NUMERICA	NO	Fracción Arena (ISSS) en tanto por ciento en peso (sobre el total: muestreable y no muestreable).
limo	NUMERICA	NO	Fracción Limo (ISSS) en tanto por ciento en peso (sobre el total: muestreable y no muestreable).
arcilla	NUMERICA	NO	Fracción Arcilla (ISSS) en tanto por ciento en peso (sobre el total: muestreable y no muestreable).
areSTF	NUMERICA	NO	Fracción Arena (ISSS) en tanto por ciento en peso (sobre tierra fina).
limSTF	NUMERICA	NO	Fracción Limo (ISSS) en tanto por ciento en peso (sobre tierra fina).
arcSTF	NUMERICA	NO	Fracción Arcilla (ISSS) en tanto por ciento en peso (sobre tierra fina).
textura	CATEGÓRICA	NO	Textura ISSS (definición).
E_gruesos	NUMERICA	NO	Elementos gruesos del suelo en tanto por ciento en peso (excluyendo pedregosidad no muestreable)
He	NUMERICA	NO	Humedad Equivalente del suelo en la parcela según Blanco y Sánchez-Palomares
c(1-pte)	NUMERICA	NO	Complemento a uno de la pendiente en la parcela en tanto por uno.
CRAmm_m	NUMERICA	NO	Capacidad de Retención de Agua en milímetros/metro de profundidad de suelo según Blanco y Sánchez-Palomares.
CRA20	NUMERICA	NO	Capacidad de Retención de Agua en milímetros de los 20 primeros centímetros de suelo según Blanco y Sánchez-Palomares.
CCC	NUMERICA	NO	Coficiente de Capacidad de Cementación del Suelo según Gandullo.
CIL	NUMERICA	NO	Coficiente de Impermeabilidad debida al Limo según Gandullo.
PERM	NUMERICA	NO	Permeabilidad de los 20 primeros centímetros del suelo en la parcela según Gandullo.
pH	NUMERICA	NO	pH (1:2,5) de los 20 primeros centímetros del suelo en la parcela (Método de Potenciometría PNT-S-01).
CIC	NUMERICA	NO	Capacidad de Intercambio Catiónico en los 20 primeros centímetros del suelo de cada parcela (meq/100 g de suelo).
K+_mg/Kg	NUMERICA	NO	Potasio asimilable en los 20 primeros centímetros del suelo (Emisión atómica. PNT-S-07. mg/Kg)
K+_meq/100g	NUMERICA	NO	Potasio asimilable en los 20 primeros centímetros del suelo (Emisión atómica. PNT-S-07. meq/100 g)
Ca+2	NUMERICA	NO	Calcio asimilable en los 20 primeros centímetros del suelo (Absorción atómica. PNT-S-06. meq/100 g)

Evolución del regenerado tras incendio en montes de Pinus pinaster Ait. de la Sierra de Gredos (España Central)
Trabajo Fin de Máster. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. ANEJOS.

Mg+2	NUMERICA	NO	Magnesio asimilable en los 20 primeros centímetros del suelo (Absorción atómica. PNT-S-06. meq/100 g)
Na+	NUMERICA	NO	Sodio asimilable en los 20 primeros centímetros del suelo (Emisión atómica. Meq/100g)
Sum_bases	NUMERICA	NO	Suma de bases intercambiables en los 20 primeros centímetros del suelo (meq/100 g).
ESP_Na_interc	NUMERICA	NO	Porcentaje de sodio intercambiable en los 20 primeros centímetros del suelo (%).
sat_bases	NUMERICA	NO	Tasa de saturación de bases de los 20 primeros centímetros del suelo (Tanto por ciento).
P_asim	NUMERICA	NO	Fósforo asimilable en los 20 primeros centímetros del suelo. (Método Olsen. PNT-S-04. mg/Kg de suelo)
MO_fox	NUMERICA	NO	Materia Orgánica Oxidable en los 20 primeros centímetros del suelo. (Volumetría REDOX. PNT-S-05. g/100 g de suelo).
MO_TOTAL	NUMERICA	NO	Materia Orgánica Total en los 20 primeros centímetros del suelo. (coef. De Waksman. g/100 g de suelo).
Ce	NUMERICA	NO	Conductividad eléctrica en los 20 primeros centímetros del suelo. (Conductivímetro 1:2,5. mS/cm)
Ctotal	NUMERICA	NO	Carbono total en los 20 primeros centímetros del suelo (g/100g de suelo).
Ntotal	NUMERICA	NO	Nitrógeno total en los 20 primeros centímetros del suelo (Kjeldahl modificado. g/100g de suelo)
rel_C_N	NUMERICA	NO	Relación Carbono/Nitrógeno de los 20 primeros centímetros del suelo.
Combustion	CATEGÓRICA	NO	Intensidad de la combustión en la parcela (1:fuerte; 2: débil)
SACA	CATEGÓRICA	NO	Saca de madera quemada a fecha de 1 de Mayo de 2010, inicio de germinacion. (1: Saca terminada, 90-100% madera sacada; 2: Saca sin empezar, 0-10% madera sacada; 3: saca entre 10-90% de madera sacada).
sitsaca_2010	CATEGÓRICA	NO	Situación de la madera en 2010. 1: el 70% de la madera del lote se saco en el periodo entre la germinacion y el inventario de 2010, es decir saca de madera realizada a destiempo; 2: el 70% de la madera del lote se saco en el periodo entre el incendio y la germinacion. Saca de madera realizada en fechas correctas; 3: el 70% de la madera del lote todavia esta en pie a fecha del inventario de 2010.
RESIEMBRA	CATEGÓRICA	NO	Parcelas con nueva siembra a voleo en 2010. 1: resiembra; 2: no resiembra
RESTOS_2010	CATEGÓRICA	NO	Estado de la madera quemada en el año 2010. 1: árboles quemados en pie; 2: restos eliminados; 3: restos no eliminados; 4: restos acordonados.
RESTOS_2011	CATEGÓRICA	NO	Estado de la madera quemada en el año 2011. 1: árboles quemados en pie; 2: restos eliminados; 3: restos no eliminados; 4: restos acordonados.
ELI_RESTOS	CATEGÓRICA	NO	Operaciones de eliminación de restos. 0: no se han llevado a cabo operaciones de eliminación de restos durante 2011 (entre ambas mediciones); 1: se han eliminado los restos en 2011 (entre ambas mediciones); 2:

Evolución del regenerado tras incendio en montes de Pinus pinaster Ait. de la Sierra de Gredos (España Central)
Trabajo Fin de Máster. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. ANEJOS.

			parcela sin apeo de masa quemada en 2010, que se apearon en 2011 o se derribaron y se quedan los restos sin eliminar.
AFL_ROCOSOS	CATEGÓRICA	NO	Porcentaje de ocupación superficial de afloramientos rocosos. 5: 0-10%; 20: 10-30%; 45: 30-60%; 80: 60-100%.
REBOLLO	CATEGÓRICA	NO	Presencia de rebollo en la parcela (0: ausente, 1: presente).
CASTANO	CATEGÓRICA	NO	Presencia de castaño en la parcela (0: ausente, 1: presente).
SAUCE	CATEGÓRICA	NO	Presencia de sauce en la parcela (0: ausente, 1: presente).
FRONDOSA	CATEGÓRICA	NO	Presencia de frondosa (rebollo, castaño o sauce) en la parcela (0: ausente, 1: presente).
C_ocupados_2010	CATEGÓRICA	SI	Número de cuadrantes ocupados en 2010. Al menos un pino viable por cuadrante: Stocked Quadrant Method (Matney and Hodges, 1991).
C_ocupados_2011	CATEGÓRICA	SI	Número de cuadrantes ocupados en 2011. Al menos un pino viable por cuadrante: Stocked Quadrant Method (Matney and Hodges, 1991).
MORT1_PERD_C_OCUPADOS	CATEGÓRICA	SI	Mortalidad. Pérdida de cuadrantes ocupados. Valores positivos: mortalidad. Valores negativos: ganancia de cuadrantes ocupados (germinación de primavera 2011).
MORT1_BIN	CATEGÓRICA	SI	Mortalidad. 0: no hay pérdida de cuadrantes ocupados. 1: parcela con pérdida de cuadrantes ocupados.
MORT1_BIN_SIN0	CATEGÓRICA	SI	Mortalidad exceptuando parcelas no regeneradas en 2010. 0: no hay pérdida de cuadrantes ocupados. 1: parcela con pérdida de cuadrantes ocupados. Valor ausente: parcela que en 2010 no tenía regeneración.
NC_no_viables_2010	NUMERICA	SI	Densidad de no viables en pies/ha en 2010 (por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_secos_2010	NUMERICA	SI	Densidad de secos en pies/ha de 2010 (por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_VIABLES_2011	NUMERICA	SI	Densidad de viables en pies/ha de 2011 (por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_VIABLES_2011_class2000	CATEGÓRICA	SI	Densidad de viables. 0: densidad de viables menor a 2.000 pies/ha. 1: densidad de viables mayor a 2.000 pies/ha.
NC_VIABLES_2011_class0	CATEGÓRICA	SI	Densidad de viables. 0: densidad de viables nula. 1: densidad de viables mayor a 0 pies/ha.
NC_no_viables_2011	NUMERICA	SI	Densidad de no viables en pies/ha en 2011 (por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_secos_2011	NUMERICA	SI	Densidad de secos en pies/ha de 2011 (por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_viables_>1año	NUMERICA	SI	Densidad de viables en pies/ha de 2011 de más de un año (por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_viables_<1año	NUMERICA	SI	Densidad de viables en pies/ha de 2011 de menos de un año: germinaron en 2011 (por cuadrantes Stocked Quadrant Method).

Evolución del regenerado tras incendio en montes de Pinus pinaster Ait. de la Sierra de Gredos (España Central)
Trabajo Fin de Máster. Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales. ANEJOS.

NC_VIABLES_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de viables en pies/ha de 2011 sobre hectárea útil. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_no viables_2011_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de no viables en pies/ha de 2011 sobre hectárea útil. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_secos_2011_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de secos en pies/ha de 2011 sobre hectárea útil. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_viables_>1año_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de viables en pies/ha de 2011 sobre hectárea útil mayores de 1 año. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_viables_<1año_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de viables en pies/ha de 2011 sobre hectárea útil menores de 1 año (germinados en 2011). Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
INCRP_SOBRE NC_VIABLES	NUMERICA	SI	Regeneración incorporada en 2011 (menor a 1 año) en tanto por uno sobre el total de viables de 2011.
NC_no viables_>1año	NUMERICA	SI	Densidad de no viables en pies/ha de 2011 mayores a 1 año. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_no viables_<1año	NUMERICA	SI	Densidad de no viables en pies/ha de 2011 menores a 1 año. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_secos_>1año	NUMERICA	SI	Densidad de secos en pies/ha de 2011 mayores a 1 año. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_secos_<1año	NUMERICA	SI	Densidad de secos en pies/ha de 2011 menores a 1 año. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_no viables_>1año_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de no viables en pies/ha de 2011 mayores a 1 año. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_no viables_<1año_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de no viables en pies/ha de 2011 menores a 1 año. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_secos_>1año_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de secos en pies/ha de 2011 mayores a 1 año. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
NC_secos_<1año_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de secos en pies/ha de 2011 menores a 1 año. Pies/ha desprovista de afloramientos rocosos. (Por cuadrantes Stocked Quadrant Method).
MORT2_%SOBRE VIABLES	NUMERICA	SI	Mortalidad: porcentaje de pinos secos sobre el total de la regeneración en 2011 medido por cuadrantes Stocked Quadrant Method.
MORT2_%SOBRE VIABLES1	NUMERICA	SI	Mortalidad: tanto por uno de pinos secos sobre el total de la regeneración en 2011 medido por cuadrantes Stocked Quadrant Method.
MORT2_%SOBRE	NUMERICA	SI	Mortalidad: tanto por uno de pinos secos sobre el total de la regeneración en 2011 exceptuando parcelas sin

VIABLES_SINO			regeneración. Medido por cuadrantes Stocked Quadrant Method.
Nd_2010	NUMERICA	SI	Densidad de la regeneración en el año 2010 por distancias al sexto árbol más proximo. Pies/ha.
Nd_2010_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de la regeneración en el año 2010 por distancias al sexto árbol más proximo. Pies/ha útil: exceptuando superficie ocupada por afloramientos rocosos.
Nd_2011	NUMERICA	SI	Densidad de la regeneración en el año 2011 por distancias al sexto árbol más próximo. Pies/ha.
Nd_2011_s.ha.util	NUMERICA	SI	Densidad de la regeneración en el año 2011 por distancias al sexto árbol más próximo. Pies/ha útil: exceptuando superficie ocupada por afloramientos rocosos.
MORT3_DIST_ABS	NUMERICA	SI	Mortalidad: diferencia entre densidad en pies/ha 2010 y densidad en pies/ha 2011. Valores positivos: pies/ha muertos. Valores negativos: pies por hectárea nuevos.
MORT3_DIST_ABS_SINO	NUMERICA	SI	Mortalidad: diferencia entre densidad en pies/ha 2010 y densidad en pies/ha 2011 exceptuando parcelas sin regeneración . Valores positivos: pies/ha muertos. Valores negativos: pies por hectárea nuevos.
MORT4_DIST_REL(2010)	NUMERICA	SI	Mortalidad: proporción de pies muertos con respecto a la densidad de 2010 en tanto por uno. Método de distancias al sexto árbol más próximo.
MORT4_DIST_REL(2010)_SINO	NUMERICA	SI	Mortalidad: proporción de pies muertos con respecto a la densidad de 2010 en tanto por uno exceptuando parcelas sin regeneración en 2010. Método de distancias al sexto árbol más próximo.
Hmed_2010	NUMERICA	SI	Altura media del regenerado en 2010. (Metros).
Hmed_2011	NUMERICA	SI	Altura media del regenerado en 2011. (Metros).
CREC_h	NUMERICA	SI	Crecimiento en altura del regenerado (milímetros).
LN(CREC_h)	NUMERICA	SI	Transformación logarítmica de CREC_h.

[Volver al Índice](#)

Tabla 8. Lista de variables medidas en P1 clasificadas por criterios forestales. En la columna bloque se hace referencia al bloque en el que se incluye cada variable (el bloque 7 hace referencia a las variables potenciales de respuesta), en la columna variable se refiere al nombre de la variable, la columna tipo hace referencia al tipo de variable (continua o numérica/factor o categórica), la columna inventario hace referencia al modo de obtención de los datos de la variable (a través de inventario de campo o a través de otros medios como los SIG) y finalmente el campo descripción ofrece un breve resumen de cada variable.

BLOQUE	VARIABLE	TIPO	INVENTARIO	DESCRIPCIÓN
BLOQUE 1: FISIOGRAFÍA	Orientacion	Categórica	NO	Orientación con 9 clases.
	orientclass1	Categórica	NO	Orientación con 2 clases.
	orientclass2	Categórica	NO	Orientación con 2 clases
	orgrad	Numérica	NO	Orientacion en grados con respecto al norte geografico.
	Pendiente	Numérica	NO	Pendiente en porcentaje.
	pendienteexp2	Numérica	NO	Pendiente en porcentaje elevado al cuadrado.
	Altitud	Numérica	NO	Altitud en metros sobre el nivel del mar
	suelo	Categórica	NO	Tipo de suelos con 2 clases.
BLOQUE 2: SEVERIDAD DEL INCENDIO	AFLOCOSOS	Categórica	SI	Afloramientos rocosos en porcentaje de ocupación.
	Combustion	Categórica	NO	Tipo de combustión.
BLOQUE 3: TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS	tratclass	Categórica	SI	Tratamiento selvícola general
	SACA	Categórica	NO	Saca antes de primavera
	sitsaca	Categórica	NO	Momento de corta
	RESTOS	Categórica	SI	Tratamiento de restos
	restosclass1	Categórica	SI	Clasificación de tratamiento de restos
	restosclass2	Categórica	SI	Clasificación de tratamiento de restos
BLOQUE 4: BANCO DE SEMILLAS	Incant	Categórica	NO	Superficie afectada por incendios anteriores
	CNE	Categórica	NO	Clase natural de edad de la masa quemada
	cneclass1	Categórica	NO	Clasificación de clase natural de edad de la masa quemada
	cneclass2	Categórica	NO	Clasificación de clase natural de edad de la masa quemada
	AB	Numérica	NO	Área Basimétrica de la masa quemada
	sp1	Categórica	NO	Formación vegetal antes del incendio
	sp2	Categórica	NO	Formación vegetal antes del incendio
	sp3	Categórica	NO	Formación vegetal antes del incendio
	sp4	Categórica	NO	Formación vegetal antes del incendio
	infra1	Categórica	NO	Formación vegetal antes del incendio
	infra2	Categórica	NO	Formación vegetal antes del incendio
	infra3	Categórica	NO	Formación vegetal antes del incendio
	irox	Numérica	NO	Índice Iron Oxide antes del incendio
	ndvi	Numérica	NO	Índice de vegetación NDVI antes del incendio
	ndviexp2	Numérica	NO	Índice de vegetación NDVI antes del incendio elevado al cuadrado.
NUMPInAS*	Categórica	SI	Número de piñas.	
BLOQUE 5: COMPETENCIA INTERESPECÍFICA. HERBÁCEAS.	irox09	Numérica	NO	Índice Iron Oxide despues del incendio
	ndvi2009	Numérica	NO	Índice de vegetación NDVI despues del incendio
	perndvi	Numérica	NO	Pérdida de actividad fotosintética tras el incendio
	EMPRADDEC	Numérica	SI	Empradecimiento en porcentaje de cobertura
	empraddecexp2	Numérica	SI	Porcentaje de empradecimiento elevado al cuadrado.
	Helecho	Numérica	SI	Índice de espesura del helecho (altura x cobertura)
	piorno	Numérica	SI	Índice de espesura del piorno (altura x cobertura).
BLOQUE 6: COMPETENCIA INTERESPECÍFICA. LEÑOSAS	piornoexp2	Numérica	SI	Índice de espesura del piorno elevado al cuadrado.
	jara	Numérica	SI	Índice de espesura de las jaras (altura x cobertura).
	espin	Numérica	SI	Índice de espesura del matorral espinoso (altura x cobertura).
	espinexp2	Numérica	SI	Índice de espesura del matorral espinoso elevado al cuadrado.
	labiada	Numérica	SI	Índice de espesura del matorral de labiadas (altura x cobertura)
	Nfrond	Numérica	SI	Densidad de frondosas en pies/ha
	matbueno	Numérica	SI	Suma de los índices de espesura de jaras y labiadas
	matmalo	Numérica	SI	Suma de los índices de espesura de piorno y matorral espinoso
	matTOT	Numérica	SI	Suma de los índices de espesura de piorno ,matorral espinoso, jaras y labiadas
	PRNOCB	Numérica	SI	Cobertura del piorno (%)
	JARACB	Numérica	SI	Cobertura de la jara (%)
	ESPINCB	Numérica	SI	Cobertura del matorral espinoso (%)
	LABDACB	Numérica	SI	Cobertura de las labiadas (%)
	BLOQUE 7: REGENERACIÓN PINO	Ph	Numérica	SI
Npino		Numérica	SI	Densidad de los pinos (pies/ha)
pinolog1		Categórica	SI	Clasificación de la densidad de los pinos (2 clases)
pinoclass1		Categórica	SI	Clasificación de la densidad de los pinos (4 clases)
Ncuadr*		Categórica	SI	Numero de cuadrantes ocupados en parcela de regeneración.

Volver al Índice

Tabla 9. Autovalores del ACP completo de definición de bloques "b". Factor: número de factores incluidos; Autovalor; % V.E.: porcentaje de varianza explicada; A. Ac.: autovalor acumulado; %V.E.A.: porcentaje de varianza explicada acumulada.

Factor	Autovalor	% V.E.	A. Ac.	% V.E.A.
1	34.61641	37.22195	34.61641	37.2219
2	12.63327	13.58416	47.24968	50.8061
3	8.99632	9.67346	56.24600	60.4796
4	6.92391	7.44506	63.16991	67.9246
5	4.32935	4.65521	67.49925	72.5798
6	4.18174	4.49649	71.68099	77.0763
7	3.54760	3.81463	75.22859	80.8910
8	3.44105	3.70005	78.66964	84.5910
9	2.21928	2.38632	80.88892	86.9773
10	1.92687	2.07191	82.81580	89.0492
11	1.63478	1.75783	84.45058	90.8071
12	1.50013	1.61305	85.95071	92.4201
13	1.45442	1.56389	87.40513	93.9840
14	1.15046	1.23705	88.55559	95.2211
15	0.90118	0.96902	89.45677	96.1901
16	0.83634	0.89929	90.29311	97.0894
17	0.75290	0.80957	91.04601	97.8989
18	0.58010	0.62376	91.62611	98.5227
19	0.52804	0.56779	92.15415	99.0905
20	0.43256	0.46512	92.58672	99.5556
21	0.21384	0.22994	92.80056	99.7855
22	0.12269	0.13193	92.92325	99.9175
23	0.07675	0.08252	93.00000	100.0000

[Volver al Índice](#)

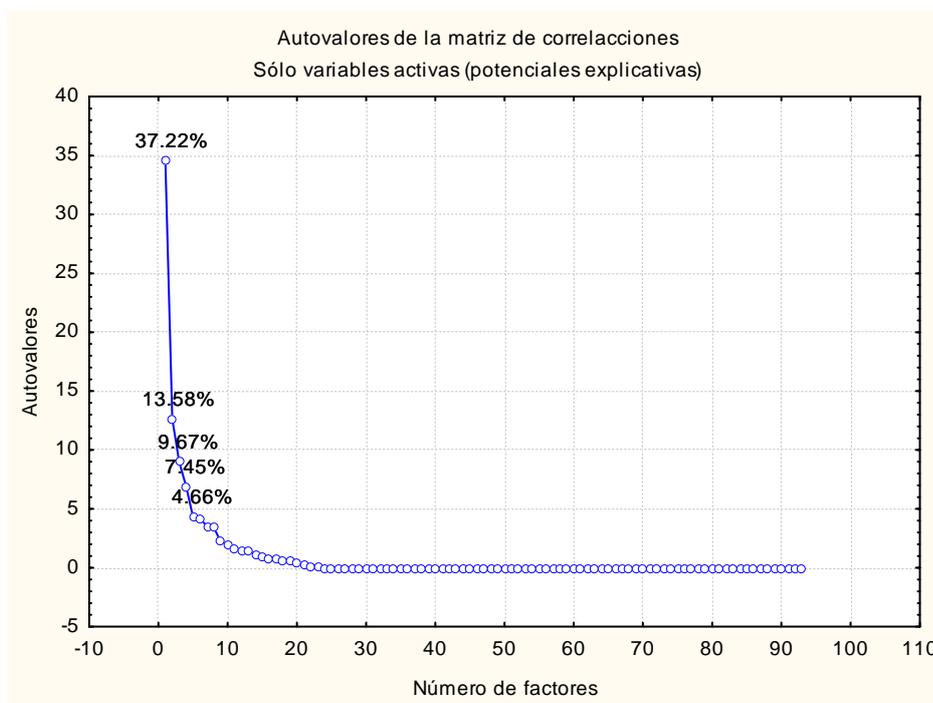


Ilustración 6. Screeplot de ACP completo. En el eje Y se representan los autovalores de la matriz de correlaciones, en el eje X se representan el número de factores considerados.

[Volver al Índice](#)

Tabla 10. Correlaciones entre factores y variables para ACP completo. Las variables cuya correlación con el factor 1 sea superior al 60% se han señalado en verde (FISIOGRAFÍA/DISPONIBILIDAD HÍDRICA), de azul con el factor 2 (SUELO), salmón con el factor 3 (COMPETENCIA/FACILITACIÓN) y marrón claro con el 4 (COMPETENCIA/FACILITACIÓN).

VARIABLE	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	VARIABLE	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
orgrad	-0.067869	-0.235717	0.246895	0.175199	S_2010	-0.982976	0.009679	-0.128942	0.007367
Orient_dist_S	-0.181684	-0.017636	0.227735	-0.264358	S_2011	-0.982936	0.009279	-0.130218	0.008667
Pendiente	-0.429232	0.577066	-0.155673	-0.374594	D_2009	0.981215	0.002436	0.141024	-0.016885
AB	0.546170	-0.304454	0.118400	0.421708	D_2010	0.974444	0.020638	0.165359	-0.019412
ndvi	0.259683	0.057613	-0.410610	-0.170061	D_2011	0.972852	0.026597	0.164945	-0.019510
EMPRADDEC	0.137473	0.153390	0.376660	-0.465869	ETC_2009	0.981287	0.001496	0.141395	-0.015313
VARIACION	0.276955	0.301749	0.161780	-0.324621	ETC_2010	0.981905	-0.002121	0.138379	-0.011779
Nfrond_2010	-0.018153	-0.153596	-0.171665	0.220747	ETC_2011	0.981471	0.000387	0.140662	-0.014168
N_REB_2011	-0.131346	-0.256303	-0.404648	0.257369	IH_2009	-0.982188	0.024614	-0.114095	-0.007692
Nfrond2011	-0.131346	-0.256303	-0.404648	0.257369	IH_2010	-0.981998	0.026786	-0.112273	-0.009673
DENS_PIOR	-0.227858	-0.423649	0.037179	0.037779	IH_2011	-0.982312	0.024690	-0.114266	-0.007234
DENS_PIOR	-0.436616	-0.264352	-0.133343	-0.266575	SFT_2009	0.970245	0.165548	0.101955	-0.030093
CREC_PIOR	-0.427505	-0.231973	-0.140599	-0.277646	SFT_2010	0.936952	0.288471	0.079789	-0.049796
DENS_JARA	0.537710	-0.158147	0.208527	-0.342226	EMPA_2010	0.902766	-0.355333	0.190794	0.036074
CREC_JARA	0.457560	-0.132147	0.143810	-0.406177	EMPA_2011	0.868567	-0.423459	0.221214	0.038898
DENS_BREZ	0.387952	-0.028827	0.529540	-0.185558	DCS_2009	-0.978487	0.070552	-0.146021	0.001605
DENS_ESPIN	0.077857	0.189104	-0.254266	0.060528	DCS_2010	-0.981283	0.040306	-0.137720	0.003797
DENS_ESPIN	0.275647	-0.120444	-0.553694	-0.404709	DCS_2011	-0.972201	0.120492	-0.158418	-0.004641
CREC_ESPIN	0.277302	-0.181252	-0.530661	-0.454221	pH	0.837604	0.126671	-0.324437	0.038324
DENS_HELE	0.276437	0.138669	-0.474235	-0.433833	K+_mg/Kg	0.635415	-0.123707	-0.347961	-0.258114
DENS_LABIA	0.181735	-0.336238	-0.018181	-0.236467	K+_meq/100g	0.635415	-0.123707	-0.347961	-0.258114
DENS_LABIA	0.304643	-0.075496	0.518193	-0.222792	Ca+2	0.723920	-0.053839	-0.230791	-0.107509
CREC_LABIA	0.254579	0.017216	0.523300	-0.157620	Sum_bases	0.736367	-0.069981	-0.294012	-0.160062
MAT_TOT_20	0.445050	-0.019762	-0.480414	-0.453359	%sat_bases	0.832963	0.038615	-0.333750	-0.037960
NUM_PINAS	-0.065283	-0.147317	0.024965	0.522045	MO_fox	-0.684805	-0.031389	0.500635	-0.349762
SUELO%PEL	-0.054973	0.386030	0.236695	-0.405626	Ntotal	-0.700243	-0.076625	0.480538	-0.349872
%limSTF	-0.187296	-0.428126	-0.383256	-0.220022	EMPA_2009	-0.292247	-0.908602	0.181727	0.092509
%arcSTF	-0.004740	-0.506950	0.415555	-0.360952	SUELO%PEL	-0.135739	0.682062	0.056995	-0.163805
E_gruesos	0.059884	0.266413	0.087017	0.219825	SUELO%PEL	-0.090016	0.660096	0.198059	-0.218355
He	-0.434313	-0.444654	0.585338	-0.364439	SUELO%PEL	-0.131109	0.801644	0.218026	-0.348851
c(1-pte)	0.429232	-0.577066	0.155673	0.374594	%E_grues_re	-0.080170	0.866860	0.227289	-0.229108
CIC	-0.542472	-0.229923	0.277508	-0.444546	%tierra_fina	0.080170	-0.866860	-0.227289	0.229108
Mg+2	0.563649	-0.131882	-0.418509	-0.323879	%arena	0.097387	-0.807017	-0.245959	0.291681
Na+	0.095126	0.354648	0.040673	0.458509	%limo	-0.040833	-0.785495	-0.400418	0.070598
ESP_Na_inte	0.250372	0.374900	-0.000349	0.510004	%arcilla	0.076109	-0.920313	0.112005	-0.023622
P_asim	0.380132	0.263502	0.030030	-0.123641	%areSTF	0.127274	0.627209	-0.027816	0.390403
Ce	-0.349900	-0.213778	0.483687	-0.396951	CRAmm_m	-0.022988	-0.922967	0.269703	0.106621
rel_C_N	0.528659	-0.164959	0.095357	0.135603	CRA20	-0.022988	-0.922967	0.269703	0.106621
Altitud	-0.982701	0.007683	-0.131337	0.007866	SFT_2011	0.738644	0.635376	-0.039098	-0.087743
DENS_JARA	0.628045	-0.191832	0.342143	-0.062767	EMPRADDEC	-0.272764	-0.287622	0.625412	-0.487222
PP_2009	-0.982701	0.007683	-0.131337	0.007866	DENS_HELE	0.262874	-0.143170	-0.633400	-0.485023
PP_2010	-0.982701	0.007683	-0.131337	0.007866	CREC_HELE	0.227745	-0.223876	-0.614978	-0.446516
PP_2011	-0.982701	0.007683	-0.131337	0.007866	MO_TOTAL	-0.474730	-0.318650	0.627181	-0.295069
TM_2009	0.982701	-0.007683	0.131337	-0.007866	Ctotal	-0.474730	-0.318650	0.627181	-0.295069
TM_2010	0.982701	-0.007683	0.131337	-0.007866	MAT_TOT_20	0.069469	-0.329386	-0.564997	-0.663703
TM_2011	0.982701	-0.007683	0.131337	-0.007866	CREC_MAT	-0.005660	-0.353893	-0.525708	-0.637764
S_2009	-0.982748	0.008420	-0.131070	0.006951					

#

Volver al Índice

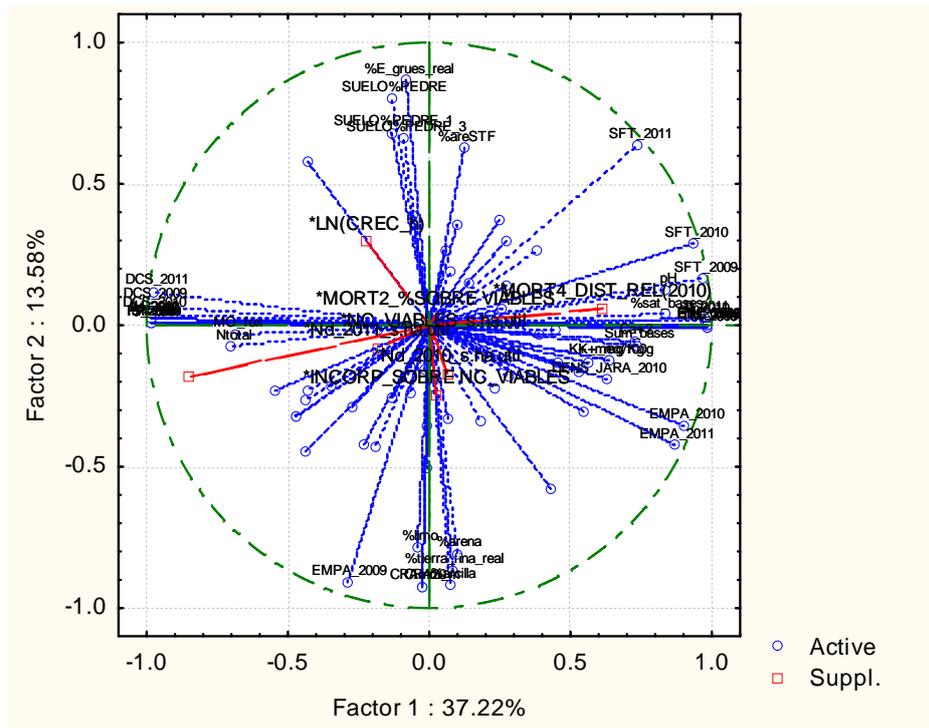


Ilustración 7. Proyección 2D de la correlación de las variables con los factores 1 y 2 (bloques FISIOGRAFÍA/DISPONIBILIDAD HÍDRICA y SUELO). Nota: aparecen etiquetadas solo las variables que superaban correlaciones del 60% con algún factor.

[Volver al Índice](#)

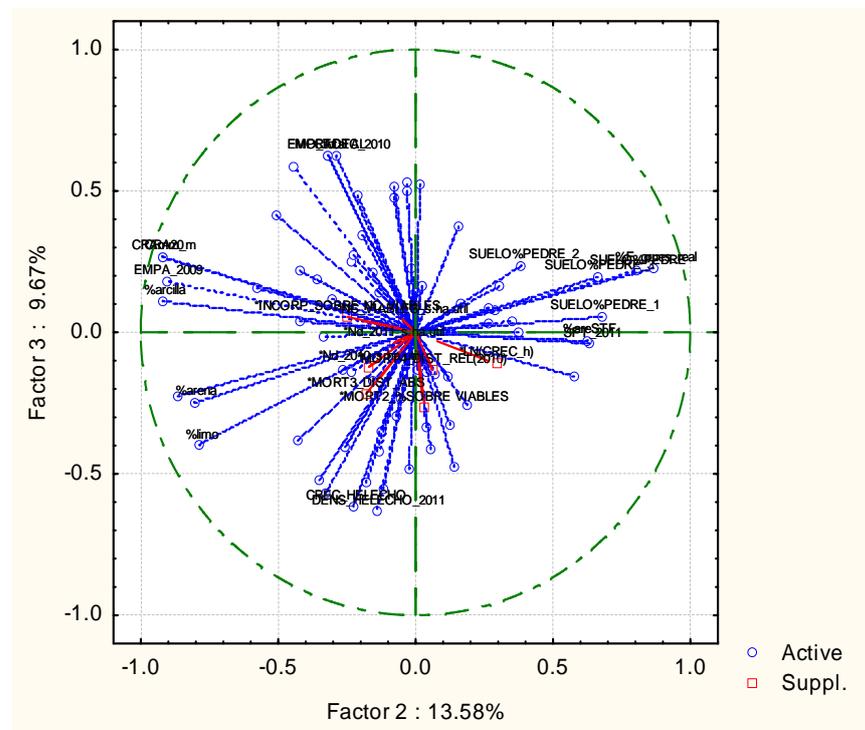


Ilustración 8. Proyección 2D de la correlación de las variables con los factores 2 y 3 (bloques SUELO y COMPETENCIA/FACILITACIÓN). Nota: aparecen etiquetadas solo las variables que superaban correlaciones del 60% con algún factor.

[Volver al Índice](#)

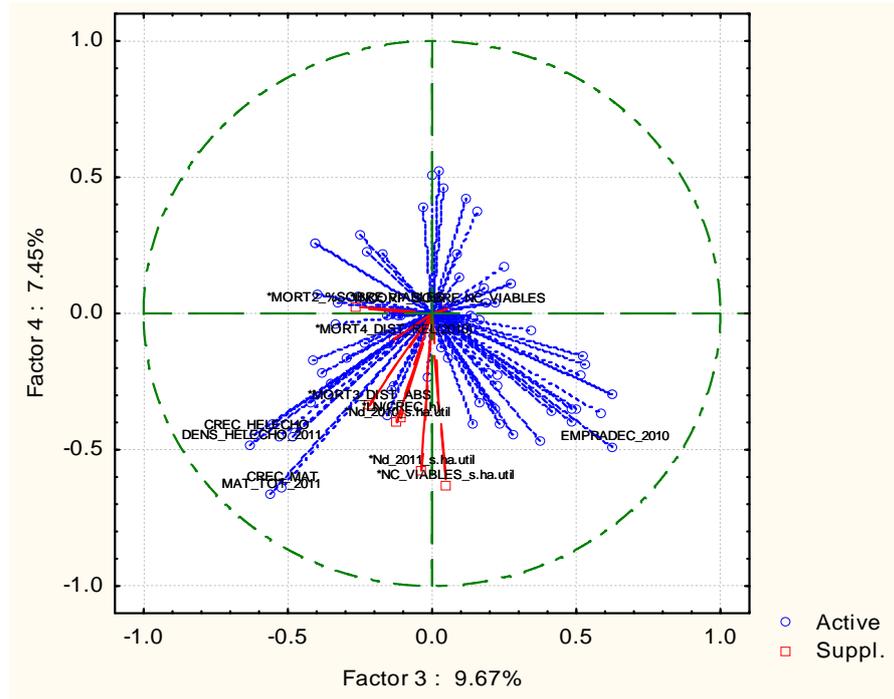


Ilustración 9. Proyección 2D de la correlación de las variables con los factores 3 y 4 (incluidos ambos en el bloque COMPETENCIA/FACILITACIÓN). Nota: aparecen etiquetadas solo las variables que superaban correlaciones del 60% con algún factor.

[Volver al Índice](#)

Tabla 11. Tabla de autovalores de ACP para el bloque FISIOGRAFÍA/DISPONIBILIDAD HÍDRICA. Factor: número de factores incluidos; Autovalor; % V.E.: porcentaje de varianza explicada; A. Ac.: autovalor acumulado; %V.E.A.: porcentaje de varianza explicada acumulada.

Factor	Autovalor	% V.E.	A. Ac.	% V.E.A.
1	26.54907	80.45173	26.54907	80.4517
2	3.02117	9.15506	29.57024	89.6068
3	1.50592	4.56340	31.07616	94.1702
4	0.90017	2.72779	31.97633	96.8980
5	0.55344	1.67709	32.52977	98.5751
6	0.27399	0.83029	32.80377	99.4054
7	0.15586	0.47231	32.95963	99.8777
8	0.03360	0.10182	32.99323	99.9795
9	0.00464	0.01405	32.99787	99.9935
10	0.00177	0.00536	32.99964	99.9989
11	0.00026	0.00079	32.99990	99.9997
12	0.00007	0.00021	32.99997	99.9999
13	0.00002	0.00007	32.99999	100.0000
14	0.00001	0.00002	33.00000	100.0000
15	0.00000	0.00001	33.00000	100.0000
16	0.00000	0.00000	33.00000	100.0000

[Volver al Índice](#)

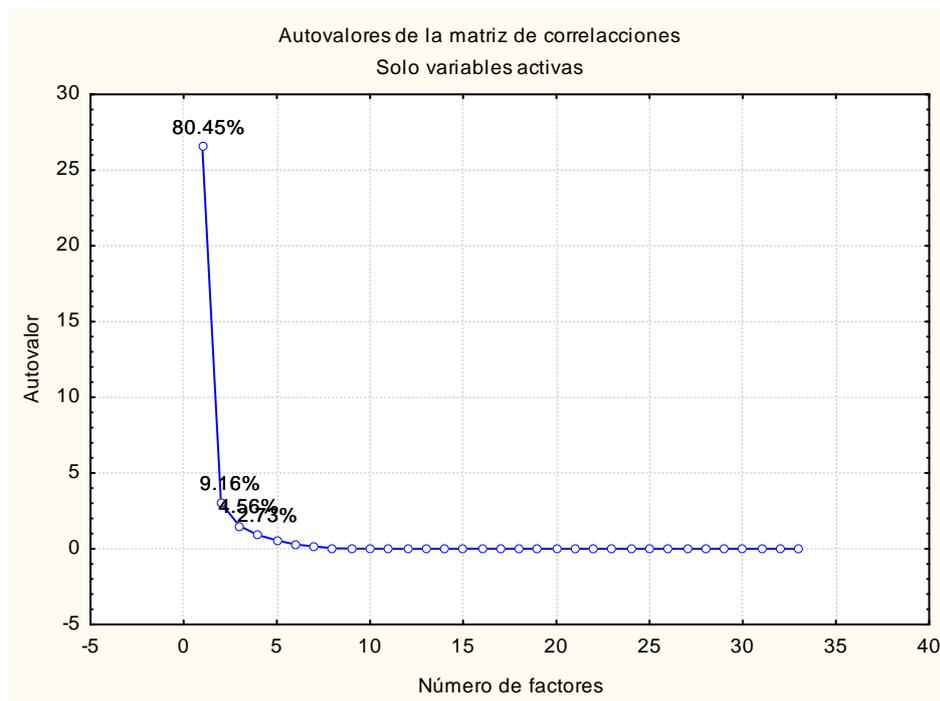


Ilustración 10. Screeplot de ACP para el bloque FISIOGRAFÍA/DISPONIBILIDAD HÍDRICA. en el eje Y se representan los autovalores de la matriz de correlaciones, en el eje X se representan el número de factores considerados.

[Volver al Índice](#)

Tabla 12. Correlaciones entre factores y variables para ACP para el bloque FISIOGRAFÍA/DISPONIBILIDAD HÍDRICA. Las variables cuya correlación con el factor 1 sea superior al 60% se han señalado en verde (grupo FICHA HÍDRICA) y de azul con el factor 2 (grupo FISIOGRAFÍA).

Variable	Factor 1	Factor 2	Variable	Factor 1	Factor 2
orgrad	-0.060780	0.675009	D_2011	0.994089	-0.039929
Orient_dist_S	-0.084039	-0.386877	ETC_2009	0.999179	-0.020986
Pendiente	-0.418634	-0.761737	ETC_2010	0.999525	-0.016439
Altitud	-0.999710	0.010970	ETC_2011	0.999287	-0.019495
AB	0.504586	0.594266	IH_2009	-0.997632	-0.009074
ndvi	0.206312	-0.360426	IH_2010	-0.997237	-0.011731
PP_2009	-0.999710	0.010970	IH_2011	-0.997721	-0.008913
PP_2010	-0.999710	0.010970	SFT_2009	0.982029	-0.164488
PP_2011	-0.999710	0.010970	SFT_2010	0.946021	-0.278672
TM_2009	0.999710	-0.010970	SFT_2011	0.731376	-0.587124
TM_2010	0.999710	-0.010970	EMPA_2009	-0.264758	0.812773
TM_2011	0.999710	-0.010970	EMPA_2010	0.928500	0.304856
S_2009	-0.999722	0.009793	EMPA_2011	0.898296	0.364949
S_2010	-0.999653	0.009482	DCS_2009	-0.997713	-0.044960
S_2011	-0.999656	0.010258	DCS_2010	-0.999213	-0.018548
D_2009	0.999103	-0.022962	DCS_2011	-0.993033	-0.090617
D_2010	0.995451	-0.034378			

Volver al Índice

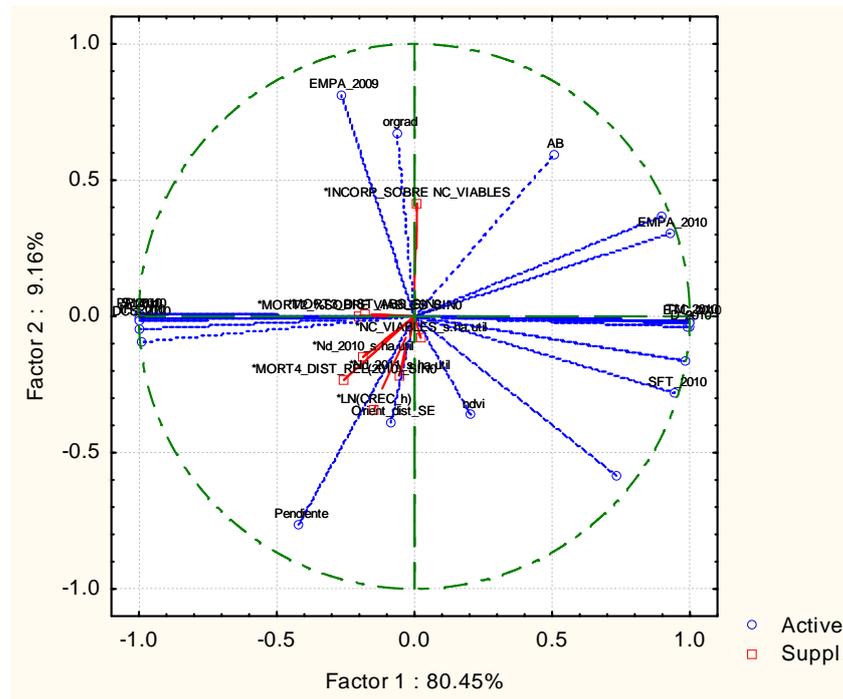


Ilustración 11. Proyección 2D de la correlación de las variables con los factores 1 y 2 (grupos FICHA HÍDRICA Y FISIOGRAFÍA).

Volver al Índice

Tabla 13. Tabla de autovalores de ACP para el bloque SUELO. Factor: número de factores incluidos; Autovalor; % V.E.: porcentaje de varianza explicada; A. Ac.: autovalor acumulado; %V.E.A.: porcentaje de varianza explicada acumulada.

Factores	Autovalor	% V.E.	A. Ac.	% V.E.A.
1	9.779404	28.76295	9.77940	28.7630
2	9.168492	26.96615	18.94790	55.7291
3	3.551215	10.44475	22.49911	66.1739
4	2.684135	7.89451	25.18325	74.0684
5	1.918422	5.64242	27.10167	79.7108
6	1.823488	5.36320	28.92516	85.0740
7	1.059998	3.11764	29.98515	88.1916
8	1.032401	3.03647	31.01756	91.2281
9	0.878682	2.58436	31.89624	93.8125
10	0.701103	2.06207	32.59734	95.8745
11	0.454652	1.33721	33.05199	97.2117
12	0.288881	0.84965	33.34087	98.0614
13	0.219352	0.64515	33.56023	98.7065
14	0.147284	0.43319	33.70751	99.1397
15	0.112957	0.33223	33.82047	99.4720
16	0.088006	0.25884	33.90847	99.7308
17	0.045201	0.13294	33.95367	99.8637
18	0.016750	0.04927	33.97043	99.9130
19	0.012580	0.03700	33.98300	99.9500
20	0.007092	0.02086	33.99010	99.9709
21	0.005093	0.01498	33.99519	99.9859
22	0.003899	0.01147	33.99909	99.9973
23	0.000702	0.00206	33.99979	99.9994
24	0.000210	0.00062	34.00000	100.0000

[Volver al Índice](#)

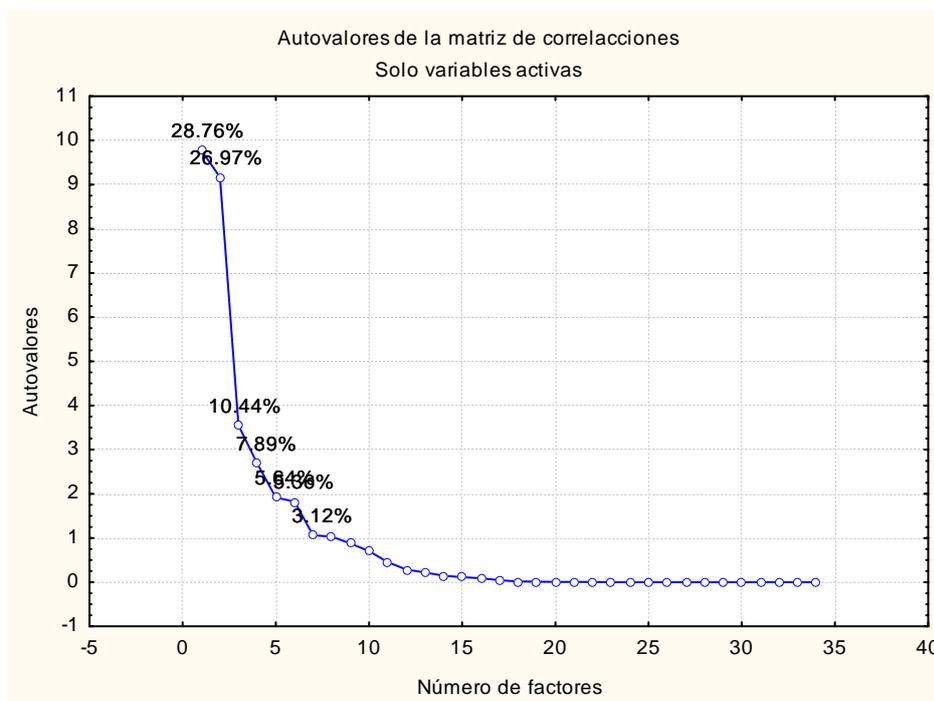


Ilustración 12. Screplot de ACP para el bloque SUELO. En el eje Y se representan los autovalores de la matriz de correlaciones, en el eje X se representan el número de factores considerados.

[Volver al Índice](#)

Tabla 14. Correlaciones entre factores y variables para ACP para el bloque SUELO. Las variables cuya correlación con el factor 1 sea superior al 60% se han señalado en verde (grupo QUÍMICA) y de azul con el factor 2 (grupo FÍSICA).

VARIABLES	Factor 1	Factor 2	VARIABLES	Factor 1	Factor 2
SUELO%PEDRE_1	-0.292188	0.597675	pH	0.842620	0.314914
SUELO%PEDRE_2	-0.362338	0.375304	CIC	-0.633944	-0.350699
SUELO%PEDRE_3	-0.392489	0.605244	K+_mg/Kg	0.715460	0.031097
SUELO%PEDRE	-0.473460	0.726097	K+_meq/100g	0.715460	0.031097
%E_grues_real	-0.470377	0.793181	Ca+2	0.691642	0.131884
%tierra_fina_real	0.470377	-0.793181	Mg+2	0.691103	0.013087
%arena	0.498119	-0.724774	Na+	0.095993	0.368260
%limo	0.415754	-0.729728	Sum_bases	0.742600	0.117918
%arcilla	0.206325	-0.912899	ESP_Na_inte	0.261654	0.419451
%areSTF	0.096191	0.663709	%sat_bases	0.842974	0.233989
%limSTF	0.119448	-0.428216	P_asim	0.157198	0.338171
%arcSTF	-0.255494	-0.554759	MO_fox	-0.906930	-0.216354
E_gruesos	-0.094192	0.267996	MO_TOTAL	-0.731658	-0.458207
He	-0.673253	-0.572403	Ce	-0.510944	-0.309882
c(1-pte)	0.420908	-0.434530	Ctotal	-0.731658	-0.458207
CRAmm_m	0.079694	-0.930325	Ntotal	-0.870106	-0.250009
CRA20	0.079694	-0.930325	rel_C_N	0.412620	-0.122565

[Volver al Índice](#)

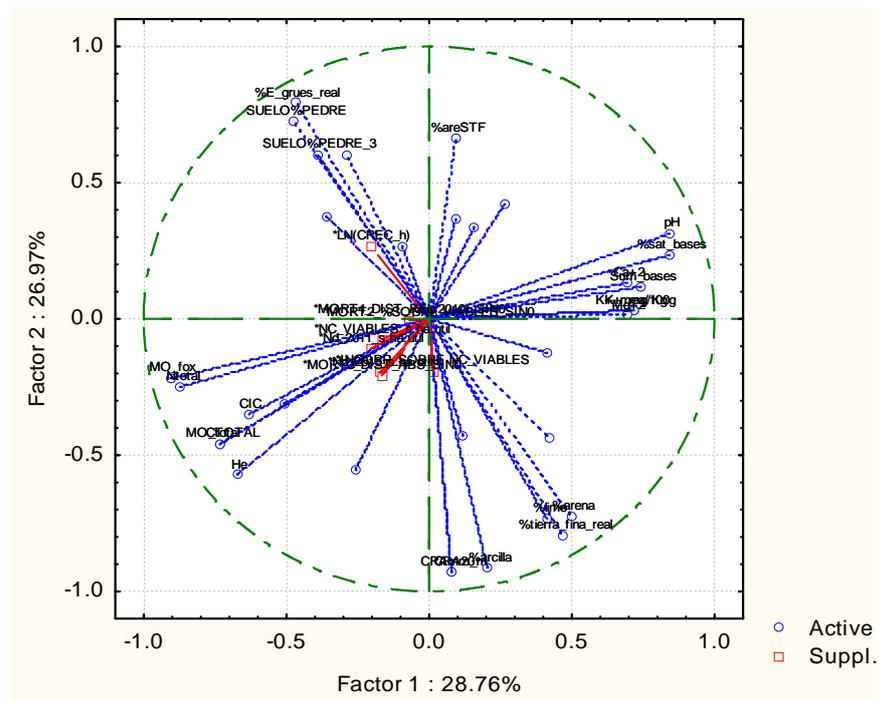


Ilustración 13. Proyección 2D de la correlación de las variables con los factores 1 y 2 (grupos QUÍMICA Y FÍSICA).

[Volver al Índice](#)

Tabla 15. Tabla de autovalores de ACP para el bloque **COMPETENCIA/FACILITACIÓN**. Factor: número de factores incluidos; Autovalor; % V.E: porcentaje de varianza explicada; A. Ac.: autovalor acumulado; %V.E.A.: porcentaje de varianza explicada acumulada.

Factor	Autovalor	% V.E.	A. Ac.	% V.E.A.
1	5.733320	22.05123	5.73332	22.0512
2	3.905783	15.02224	9.63910	37.0735
3	3.132008	12.04619	12.77111	49.1197
4	2.573854	9.89944	15.34497	59.0191
5	2.440197	9.38537	17.78516	68.4045
6	1.739387	6.68995	19.52455	75.0944
7	1.427124	5.48894	20.95167	80.5834
8	1.336928	5.14203	22.28860	85.7254
9	1.106416	4.25545	23.39502	89.9808
10	0.598726	2.30279	23.99374	92.2836
11	0.570154	2.19290	24.56390	94.4765
12	0.386508	1.48657	24.95041	95.9631
13	0.359927	1.38434	25.31033	97.3474
14	0.319704	1.22963	25.63004	98.5771
15	0.206120	0.79277	25.83616	99.3698
16	0.163842	0.63016	26.00000	100.0000

[Volver al Índice](#)

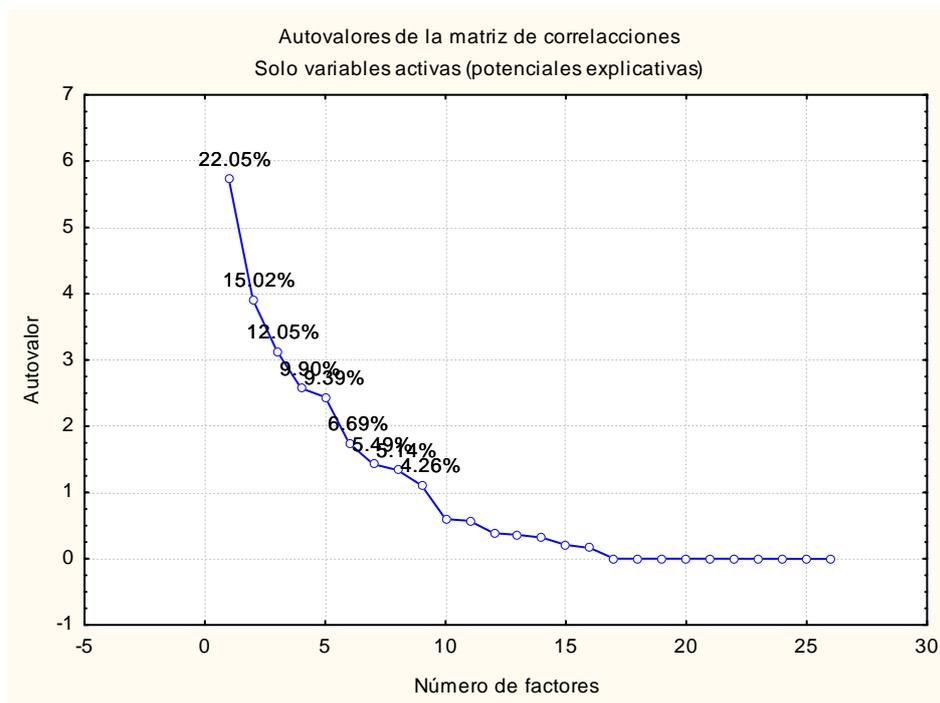


Ilustración 14. Screeplot de ACP para el bloque **COMPETENCIA/FACILITACIÓN**. En el eje Y se representan los autovalores de la matriz de correlaciones, en el eje X se representan el número de factores considerados.

[Volver al Índice](#)

Tabla 16. Correlaciones entre factores y variables para ACP para el bloque COMPETENCIA/FACILITACIÓN. Las variables cuya correlación con el factor 1 sea superior al 60% se han señalado en verde (grupo MATORRAL COMPETIDOR), de azul con el factor 2 (grupo MATORRAL FACILITADOR), de salmón con el 3 (grupo PIORNO) y de marrón claro con el 4 (grupo FRONDOSAS).

VARIABLES	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
EMPRADDEC_2010	-0.374897	0.260743	-0.494153	0.149154
EMPRADDEC_2011	-0.270987	0.241564	-0.165715	0.377157
VARIACION_EMPRADEC	-0.090576	0.129515	0.120510	0.373499
Nfrond_2010	0.152707	0.221338	-0.143860	0.332547
N_REB_2011	-0.508487	-0.031924	-0.498762	0.330620
N_SAUCE_2011	0.119886	0.066880	-0.201510	0.564377
Nfrond2011	-0.193865	0.037675	-0.458148	0.665495
DENS_PIORNO_2010	-0.137472	-0.052658	-0.479978	-0.284300
DENS_PIORNO_2011	-0.535566	0.016434	-0.639046	-0.452100
CREC_PIORNO	-0.540237	0.022534	-0.611529	-0.438422
DENS_JARA_2010	0.117396	0.737310	0.068011	0.136276
DENS_JARA_2011	-0.085157	0.801145	-0.039274	-0.148563
CREC_JARA	-0.121946	0.742741	-0.059287	-0.197693
DENS_BREZO_2011	0.205572	0.752162	0.159485	0.001610
DENS_ESPIN_2010	-0.283359	-0.070400	0.083664	0.134304
DENS_ESPIN_2011	-0.724693	-0.091927	0.414565	0.052371
CREC_ESPIN	-0.736455	-0.083058	0.444879	0.018991
DENS_HELECHO_2010	-0.594035	-0.098842	-0.048324	0.504689
DENS_HELECHO_2011	-0.688947	-0.020844	0.584231	0.157238
CREC_HELECHO	-0.537025	0.021568	0.713557	-0.050039
DENS_LABIADAS_2010	-0.283563	0.147376	-0.026230	-0.168118
DENS_LABIADAS_2011	0.141452	0.810874	0.106251	0.017010
CREC_LABIADAS	0.225975	0.774758	0.114892	0.066531
MAT_TOT_2010	-0.694975	0.037181	-0.145590	0.459588
MAT_TOT_2011	-0.930498	0.204416	0.008849	-0.229845
CREC_MAT	-0.858774	0.216140	0.044382	-0.362333

Volver al Índice

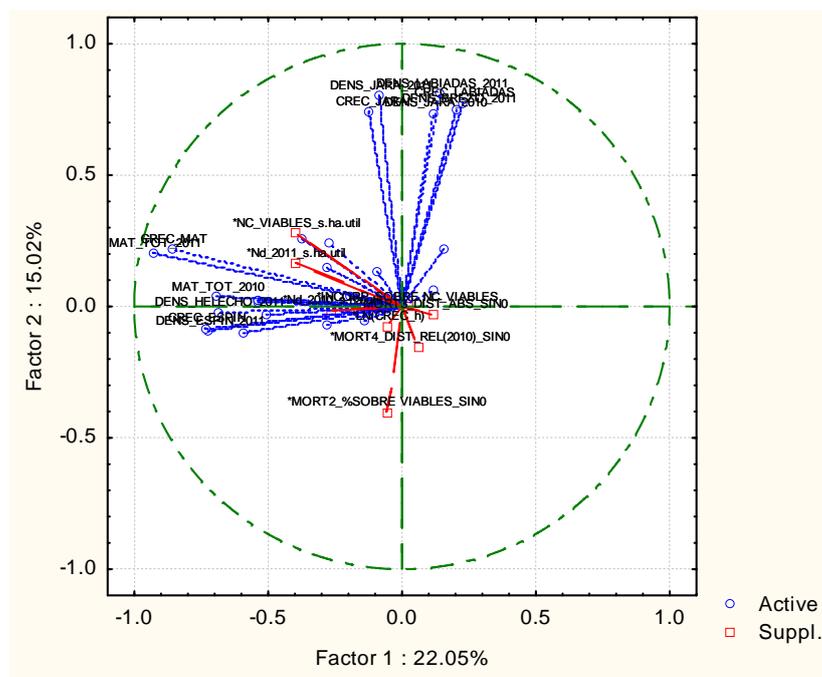


Ilustración 15. Proyección 2D de la correlación de las variables con los factores 1 y 2 (grupos MATORRAL

Volver al Índice

Tabla 17. Lista de variables medidas en P2 y P2suelo clasificadas por criterios estadísticos: ACP completo y ACP de cada bloque. Bloque: hace referencia al bloque "b" definido en ACP completo en el que se incluye cada grupo "b_g"; Grupo: se refiere al grupo "b_g" al que pertenece cada variable definido en ACP de cada bloque.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES					
1. FISIOGRAFÍA Y DISPONIBILIDAD HÍDRICA	1.1. TABLA HÍDRICA	Altitud	TM_2010	D_2009	ETC_2011	SFT_2010	DCS_2009
		PP_2009	TM_2011	D_2010	IH_2009	SFT_2011	DCS_2010
		PP_2010	S_2009	D_2011	IH_2010	EMPA_2009	DCS_2011
		PP_2011	S_2010	ETC_2009	IH_2011	EMPA_2010	
		TM_2009	S_2011	ETC_2010	SFT_2009	EMPA_2011	
	1.2. FISIOGRAFÍA			orgrad			
				Orient_dist_SE			
				Pendiente			
				AB			
				ndvi			
2. COMPETENCIA/FACILITACIÓN	2.1. MATORRAL COMPETIDOR	EMPRADDEC_2010		CREC_ESPIN		MAT_TOT_2011	
		EMPRADDEC_2011		DENS_HELECHO_2010		CREC_MAT	
		VARIACION_EMPRADDEC		DENS_HELECHO_2011			
		DENS_ESPIN_2010		CREC_HELECHO			
		DENS_ESPIN_2011		MAT_TOT_2010			
	2.2. MATORRAL FACILITADOR	DENS_JARA_2010		DENS_LABIADAS_2011			
		DENS_JARA_2011		CREC_LABIADAS			
		CREC_JARA					
		DENS_BREZO_2011					
		DENS_LABIADAS_2010					
	2.3. PIORNAL			DENS_PIORNO_2010			
				DENS_PIORNO_2011			
				CREC_PIORNO			
	2.4. FRONDOSAS			Nfrond_2010			
				N_REB_2011			
				N_SAUCE_2011			
				Nfrond2011			
3. SUELO	3.1. QUÍMICA	pH		Mg+2		P_asim	Ntotal
		CIC		Na+		MO_fox	rel_C_N
		K+_mg/Kg		Sum_bases		MO_TOTAL	
		K+_meq/100g		ESP_Na_interc		Ce	
		Ca+2		%sat_bases		Ctotal	
	3.2. FÍSICA	SUELO%PEDRE		%arcilla		He	
		%E_grues_real		%areSTF		c(1-pte)	
		%tierra_fina_real		%limSTF		CRAmm_m	
		%arena		%arcSTF		CRA20	
		%limo		E_gruesos			

[Volver al Índice](#)

Tabla 18. Tabla ranking para selección de variables en modelos de estimación de densidad conseguida tras un año del incendio. Variables candidatas: las mejor situadas según los criterios de la tabla. Variables seleccionadas: las que cumplen dentro de los modelos los criterios de convergencia, criterio de información de Akaike (AIC) y criterio de área bajo la curva ROC lo más cercana a 1 posible.

BLOQUE	VARIABLE	Nº test parcial no significativo(*)	test $\beta_0=0$ no significativo	Nº de modelos aceptados (#)	ranking por (*)		ranking por (#)	
					variable	(*)	variable	(#)
BLOQUE 1: FISIOGRAFÍA	Orientacion	9	0	0	Pendiente	0	AB	7
	orientclass1	7	0	0	pendienteexp2	0	Combustion	6
	orientclass2	6	0	0	Altitud	0	EMPRADEC	6
	orgrad	9	0	0	Combustion	0	empradecepx2	6
	Pendiente	0	9	4	AB	0	espin	6
	pendienteexp2	0	8	4	EMPRADEC	0	espinexp2	6
	Altitud	0	9	4	empradecepx2	0	ESPINCB	6
	suelo	9	0	0	espin	0	RESTOS	5
AFLROCOSOS	7	0	0	espinexp2	0	ndvi	5	
BLOQUE 2: SEVERIDAD DEL INCENDIO	Combustion	0	0	6	ESPINCB	0	piorno	5
BLOQUE 3: TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS	tratclass	3	0	1	RESTOS	1	piornoexp2	5
	SACA	6	0	0	ndvi	1	PRNOCB	5
	sitsaca	3	0	1	ndviexp2	1	Pendiente	4
	RESTOS	1	0	5	piorno	1	pendienteexp2	4
	restosclass1	3	0	2	piornoexp2	1	Altitud	4
	restosclass2	2	0	3	matTOT	1	ndviexp2	4
BLOQUE 4: BANCO DE SEMILLAS	Incant	7	0	0	PRNOCB	1	restosclass2	3
	CNE	6	0	0	restosclass2	2	Helecho	3
	cneclass1	3	0	0	tratclass	3	matTOT	3
	cneclass2	3	0	0	sitsaca	3	restosclass1	2
	AB	0	0	7	restosclass1	3	tratclass	1
	sp1	8	0	0	cneclass1	3	sitsaca	1
	sp2	9	0	0	cneclass2	3	jara	1
	sp3	5	0	0	matbueno	3	Orientacion	0
	sp4	6	0	0	matmalo	3	orientclass1	0
	infra1	8	0	0	JARACB	3	orientclass2	0
	infra2	5	0	0	sp3	5	orgrad	0
	infra3	7	0	0	infra2	5	suelo	0
	irox	8	0	0	orientclass2	6	AFLROCOSOS	0
	ndvi	1	0	5	SACA	6	SACA	0
	ndviexp2	1	0	4	CNE	6	Incant	0
NUMPInAS*		0		sp4	6	CNE	0	
BLOQUE 5: COMPETENCIA INTERESPECÍFICA. HERBÁCEAS.	irox09	7	0	0	jara	6	cneclass1	0
	ndvi2009	8	0	0	orientclass1	7	cneclass2	0
	perndvi	7	0	0	AFLROCOSOS	7	sp1	0
	EMPRADEC	0	0	6	Incant	7	sp2	0
	empradecepx2	0	0	6	infra3	7	sp3	0
	Helecho	7	0	3	irox09	7	sp4	0
BLOQUE 6: COMPETENCIA INTERESPECÍFICA. LEÑOSAS	piorno	1	0	5	perndndvi	7	infra1	0
	piornoexp2	1	0	5	Helecho	7	infra2	0
	jara	6	0	1	labiada	7	infra3	0
	espin	0	0	6	LABDACB	7	irox	0
	espinexp2	0	0	6	sp1	8	irox09	0
	labiada	7	0	0	infra1	8	ndvi2009	0
	Nfrond	8	0	0	irox	8	perndndvi	0
	matbueno	3	0	0	ndvi2009	8	labiada	0
	matmalo	3	0	0	Nfrond	8	Nfrond	0
	matTOT	1	0	3	Orientacion	9	matbueno	0
	PRNOCB	1	0	5	orgrad	9	matmalo	0
	JARACB	3	0	0	suelo	9	JARACB	0
	ESPINCB	0	0	6	sp2	9	LABDACB	0
	LABDACB	7	0	0	NUMPInAS*		NUMPInAS*	
					<-----variables candidatas			
					<-----variables seleccionadas			

Volver al Índice

Tabla 19. Tabla de selección de variables para los modelos de densidad tras un año del incendio del bloque fisiografía y disponibilidad hídrica. Ninguna variable seleccionada. Ningún modelo válido. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR²: <0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con pvalor significativo <0.05.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS					
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.	
1. FISIOGRAFÍA Y DISPONIBILIDAD HÍDRICA	1.1. TABLA HÍDRICA	Altitud	0	3	3	3	0	
		PP_2009	0	3	3	3	0	
		PP_2010	0	3	3	3	0	
		PP_2011	0	3	3	3	0	
		TM_2009	0	3	3	3	0	
		TM_2010	0	3	3	3	0	
		TM_2011	0	3	3	3	0	
		S_2009	0	2	2	2	0	
		S_2010	0	2	2	2	0	
		S_2011	0	1	1	1	0	
		D_2009	0	2	2	2	0	
		D_2010	0	2	2	2	0	
		D_2011	0	2	2	2	0	
		ETC_2009	0	2	2	2	0	
		ETC_2010	0	2	2	2	0	
		ETC_2011	0	2	2	2	0	
		IH_2009	0	2	2	2	0	
		IH_2010	0	2	2	2	0	
		IH_2011	0	2	2	2	0	
		SFT_2009	0	1	1	1	0	
		SFT_2010	0	1	1	1	0	
		SFT_2011	0	1	1	1	0	
		EMPA_2009	0	1	1	1	0	
		EMPA_2010	0	1	1	1	0	
		EMPA_2011	0	1	1	1	0	
		DCS_2009	0	1	1	1	0	
		DCS_2010	0	1	1	1	0	
		DCS_2011	0	1	1	1	0	
		1.2. FISIOGRAFÍA	orgrad	0	2	2	2	0
			Orient_dist_SE	0	4	4	4	0
			Pendiente	0	7	7	7	0
			AB	0	6	6	6	0
			ndvi	0	7	7	7	0

Volver al Índice

Tabla 20. Tabla de selección de variables para los modelos de densidad tras un año del incendio del bloque competencia/facilitación. Variables seleccionadas en verde. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR²: <0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con pvalor significativo <0.05.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS					
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.	
2. COMPETENCIA/ FACILITACIÓN	2.1. MATORRAL COMPETIDOR	EMPRADEC_2010	1	0	0	0	2	
		EMPRADEC_2011	0	0	0	0	0	
		VARIACION_EMPRADEC	0	1	3	3	0	
		DENS_ESPIN_2010	0	3	3	3	0	
		DENS_ESPIN_2011	0	1	2	2	2	
		CREC_ESPIN	0	0	3	0	0	
		DENS_HELECHO_2010	0	1	0	2	0	
		DENS_HELECHO_2011	0	1	0	2	0	
		CREC_HELECHO	0	2	0	2	0	
		MAT_TOT_2010	1	0	0	3	0	
		MAT_TOT_2011	1	0	0	0	2	
		CREC_MAT	0	0	0	0	0	
	2.2. MATORRAL FACILITADOR	DENS_JARA_2010	0	1	3	2	0	
		DENS_JARA_2011	0	2	4	3	0	
		CREC_JARA	0	2	2	2	0	
		DENS_BREZO_2011	0	1	2	1	1	
		DENS_LABIADAS_2010	0	0	0	0	0	
		DENS_LABIADAS_2011	1	0	1	0	0	
	2.3. PIORNAL	CREC_LABIADAS	0	1	2	1	1	
		DENS_PIORNO_2010	0	0	2	0	0	
		DENS_PIORNO_2011	0	0	0	3	0	
	2.4. FRONDOSAS	CREC_PIORNO	0	0	1	3	0	
		Nfrond_2010	0	0	2	2	0	
		N_REB_2011	0	2	2	2	0	
		N_SAUCE_2011	2	0	2	1	2	
			Nfrond2011	0	0	2	0	0

Volver al Índice

Tabla 21. Tabla de selección de variables para los modelos de densidad tras un año del incendio del bloque suelo. Variables seleccionadas en verde. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR²: <0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con pvalor significativo <0.05.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS				
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.
3. SUELO	3.1. QUÍMICA	pH		1	1	1	
		CIC				1	
		K+_mg/Kg		1	1	1	
		K+_meq/100g		1	1	1	
		Ca+2		1	1	1	
		Mg+2		1	1	1	
		Na+		1		1	
		Sum_bases		1	1	1	
		ESP_Na_interc				1	
		%sat_bases		1	1	1	
		P_asim		1	1	1	
		MO_fox		1	1	1	
		MO_TOTAL		1	1	1	
		Ce					
		Ctotal		1	1	1	
		Ntotal				1	
	rel_C_N				1		
	3.2. FÍSICA	SUELO%PEDRE		1	1	1	
		%E_grues_real		1	1	1	
		%tierra_fina_real		1	1	1	
		%arena		1	1	1	
		%limo		1	1	1	
		%arcilla		1	1	1	
		%areSTF		1	1	1	
		%limSTF		1	1	1	
		%arcSTF		1	1	1	
		E_gruesos		1	1	1	
		He		1	1	1	
		c(1-pte)		1	1	1	
CRAmm_m			1	1	1		
CRA20		1	1	1			

[Volver al Índice](#)

Tabla 22. Tabla de selección de variables para los modelos de densidad tras un año del incendio del bloque categóricas. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR²: <0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con pvalor significativo <0.05. Nota: ninguna variable seleccionada.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS				
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.
4. CATGÓRICAS		COMBUSTIÓN				1	
		SACA		1	1	1	
		SITSACA_2010		1	1	1	
		RESIEMBRA		1	1	1	
		RESTOS_2010		1	1	1	
		RESTOS_2011	1	1	1	1	
		ELI_RESTOS		1	1	1	
		AFL_ROCOSOS		1	1	1	
		REBOLLO		1	1	1	
		SAUCE		1	1	1	
		FRONDOSA		1	1	1	
		TEXTURA	1	1	1	1	

[Volver al Índice](#)

Tabla 23. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2:estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est):exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL: basado en 50 parcelas de muestreo de verificación experimental.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2010.									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	converg.						
AIC	1468.349	1210.359	SATISFECHO						
SC	1473.472	1287.202							
-2LOGL	1466.349	1180.359							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
5.0753	8	0.7495							
R-cuadrado		0.206							
Max. Rescalado R2		0.297							
prueba hipótesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	285.9904	14	<0,0001						
Puntuación	260.5531	14	<0,0001						
Wald	184.7007	14	<0,0001			Área bajo la curva ROC		0.779	
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	3.1849	0.5722	30.9835	<0,0001	24.166	INF.	SUP.	
Pendiente	1	-0.0243	0.00567	18.409	<0,0001	0.976	-0.0355	-0.0133	
Altitud*RESTOS	1	0.00324	0.000908	12.7451	0.0015	1.003	0.00147	0.00504	
Altitud*RESTOS	1	-0.00456	0.00153	8.8211		0.995	-0.00763	-0.00161	
Altitud*RESTOS	1	0.000446	0.000688	0.4203		1	-0.00091	0.00179	
EMPRADEC*esp	1	0.000939	0.000392	5.7295	0.0167	1.001	0.000172	0.00171	
Combustion	1	-0.2722	0.0782	12.1144	0.0005	0.762	-0.4259	-0.1191	
RESTOS1	1	-3.6095	0.9154	15.5488	0.0003	0.027	-5.417	-1.8219	
RESTOS2	1	5.3339	1.634	10.6554		207.25	2.2115	8.6227	
RESTOS3	1	-1.0211	0.6984	2.1377		0.36	-2.3892	0.352	
AB	1	0.0202	0.00652	9.6043	0.0019	1.02	0.00748	0.0331	
piorno	1	0.11	0.0203	29.351	<0,0001	1.116	0.0716	0.1513	
espin	1	-0.0744	0.0117	40.4916	<0,0001	0.928	-0.0981	-0.0523	
EMPRADEC	1	-0.0294	0.00464	40.1702	<0,0001	0.971	-0.0388	-0.0205	
ndvi	1	-0.0123	0.00378	106533	0.0011	0.988	-0.0199	-0.00508	
VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL									
Punto de corte p*=0,739608		especificidad	92.11	Punto de corte p*=0,432003		especificidad	47.37		
		fal. negativos	12.5			fal. negativos	0		

Volver al Índice

Tabla 24. Tabla de análisis gráfico de la pendiente (% eje X) basada en el modelo logístico completo de estimación de densidad tras un año del incendio. Se enfrentan gráficos de evolución de la probabilidad (en tanto por 1, eje Y) de obtener regenerado conseguido (P1 verde) y insuficiente (P0 rojo) para cada tipo de estado de los restos, y para las dos intensidades de combustión consideradas. Las variables que no intervienen en los gráficos se mantienen en la media de cada una de ellas para la muestra con la que se elaboró el modelo. SEN=SPEC: representa el punto de corte de sensibilidad igual a especificidad; %(FAL+=FAL-): representa el punto de corte de falsos positivos igual a falsos negativos.

ANÁLISIS DE LA PENDIENTE		Volver al Índice	
		COMBUSTIÓN INTENSA	COMBUSTIÓN DÉBIL
ARBOLES QUEMADOS EN PIE			

Tabla 25. Tabla de análisis gráfico de la altitud (metros sobre el nivel del mar, eje X) basada en el modelo logístico completo de estimación de densidad tras un año del incendio. Se enfrentan gráficos de evolución de la probabilidad (en tanto por 1, eje Y) de obtener regenerado conseguido (P1 verde) e insuficiente (P0 rojo) para cada tipo de estado de los restos, y para las dos intensidades de combustión consideradas. Las variables que no intervienen en los gráficos se mantienen en la media de cada una de ellas para la muestra con la que se elaboró el modelo. SENS=SPEC: representa el punto de corte de sensibilidad igual a especificidad; %(FAL+=FAL-): representa el punto de corte de falsos positivos igual a falsos negativos.

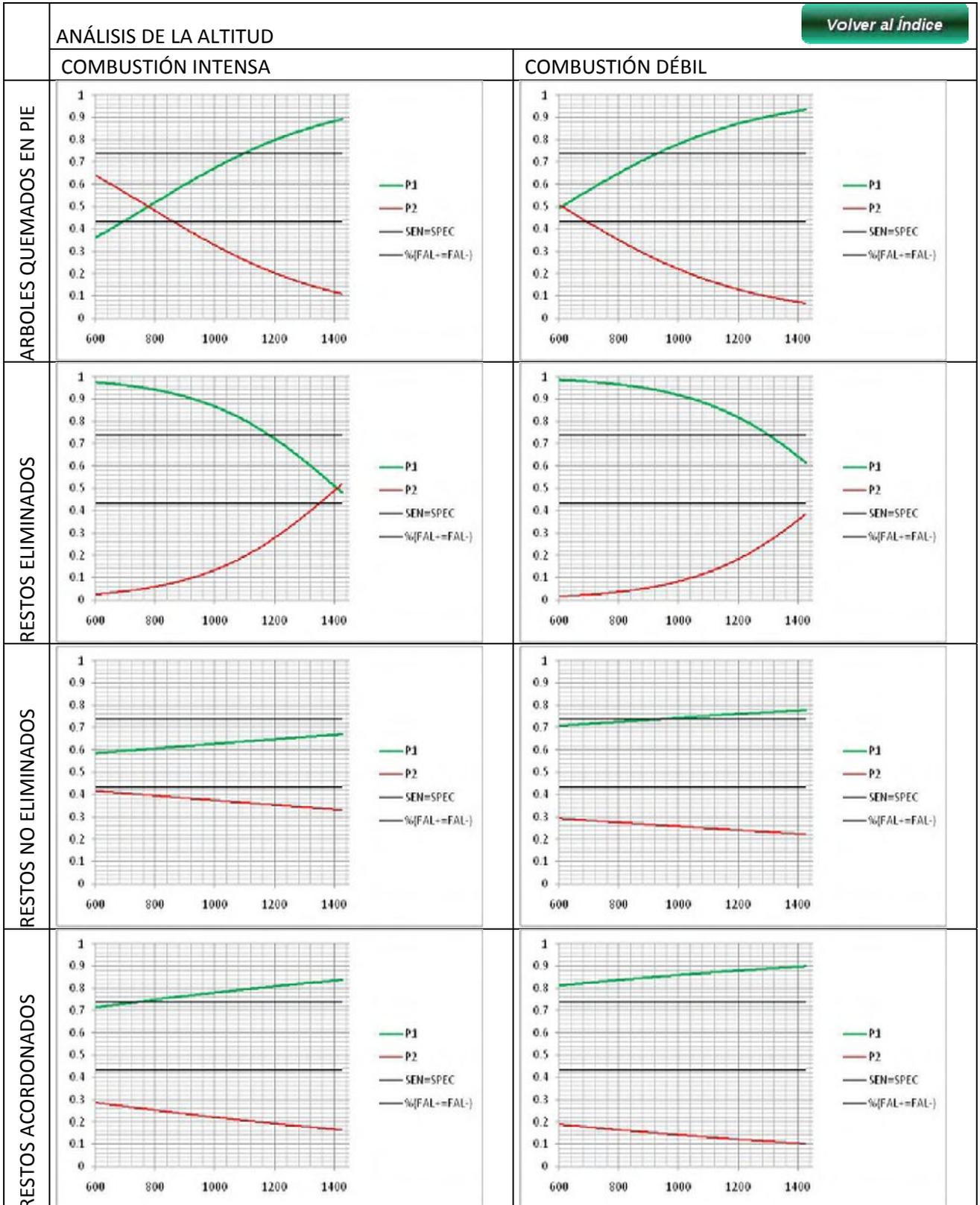


Tabla 26. Tabla de análisis gráfico del área basimétrica de la masa antes del incendio (m^2/ha , eje X) basada en el modelo logístico completo de estimación de densidad tras un año del incendio. Se enfrentan gráficos de evolución de la probabilidad (en tanto por 1, eje Y) de obtener regenerado conseguido (P1 verde) e insuficiente (P0 rojo) para cada tipo de estado de los restos, y para las dos intensidades de combustión consideradas. Las variables que no intervienen en los gráficos se mantienen en la media de cada una de ellas para la muestra con la que se elaboró el modelo. SEN=SPEC: representa el punto de corte de sensibilidad igual a especificidad; %(FAL+=FAL-): representa el punto de corte de falsos positivos igual a falsos negativos.

ANÁLISIS DEL ÁREA BASIMÉTRICA		Volver al Índice
COMBUSTIÓN INTENSA		COMBUSTIÓN DÉBIL
ARBOLES QUEMADOS EN PIE		
RESTOS ELIMINADOS		
RESTOS NO ELIMINADOS		
RESTOS ACORDONADOS		

Tabla 27. Tabla de análisis gráfico de la espesura del piorno (metros*%, eje X) basada en el modelo logístico completo de estimación de densidad tras un año del incendio. Se enfrentan gráficos de evolución de la probabilidad (en tanto por 1, eje Y) de obtener regenerado conseguido (P1 verde) e insuficiente (P0 rojo) para cada tipo de estado de los restos, y para las dos intensidades de combustión consideradas. Las variables que no intervienen en los gráficos se mantienen en la media de cada una de ellas para la muestra con la que se elaboró el modelo. SEN=SPEC: representa el punto de corte de sensibilidad igual a especificidad; %(FAL+=FAL-): representa el punto de corte de falsos positivos igual a falsos negativos.

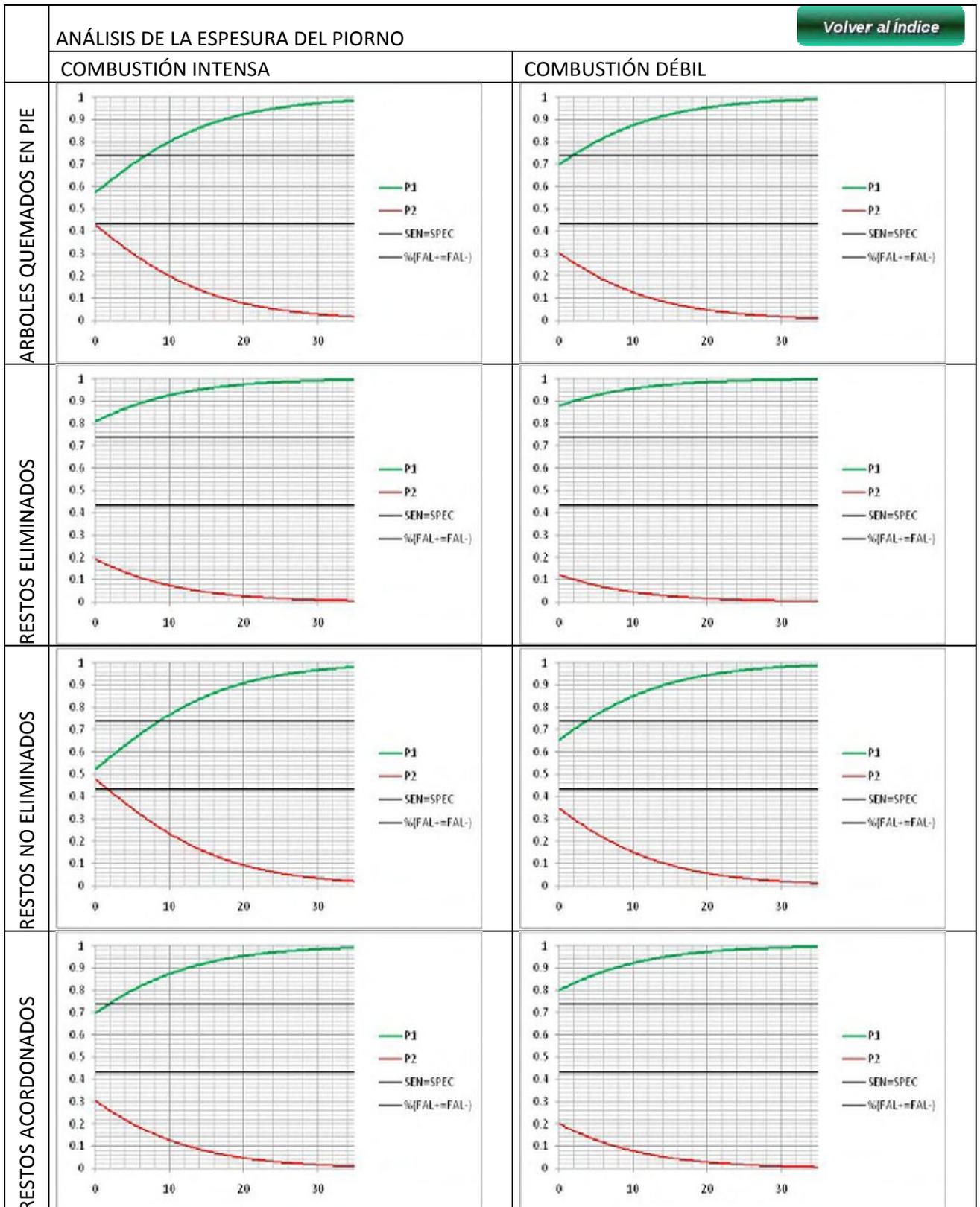


Tabla 28. Tabla de análisis gráfico de la espesura del matorral espinoso (metros*%, eje X) basada en el modelo logístico completo de estimación de densidad tras un año del incendio. Se enfrentan gráficos de evolución de la probabilidad (en tanto por 1, eje Y) de obtener regenerado conseguido (P1 verde) y insuficiente (P0 rojo) para cada tipo de estado de los restos, y para las dos intensidades de combustión consideradas. Las variables que no intervienen en los gráficos se mantienen en la media de cada una de ellas para la muestra con la que se elaboró el modelo. SENS=SPEC: representa el punto de corte de sensibilidad igual a especificidad; %(FAL+=FAL-): representa el punto de corte de falsos positivos igual a falsos negativos.

ANÁLISIS DE LA ESPESURA DEL MATORRAL ESPINOSO		Volver al Índice	
		COMBUSTIÓN INTENSA	COMBUSTIÓN DÉBIL
ARBOLES QUEMADOS EN PIE			

Tabla 29. Tabla de análisis gráfico del empraedecimiento (% , eje X) basada en el modelo logístico completo de estimación de densidad tras un año del incendio. Se enfrentan gráficos de evolución de la probabilidad (en tanto por 1, eje Y) de obtener regenerado conseguido (P1 verde) y insuficiente (P0 rojo) para cada tipo de estado de los restos, y para las dos intensidades de combustión consideradas. Las variables que no intervienen en los gráficos se mantienen en la media de cada una de ellas para la muestra con la que se elaboró el modelo. SENS=SPEC: representa el punto de corte de sensibilidad igual a especificidad; % (FAL+=FAL-): representa el punto de corte de falsos positivos igual a falsos negativos.

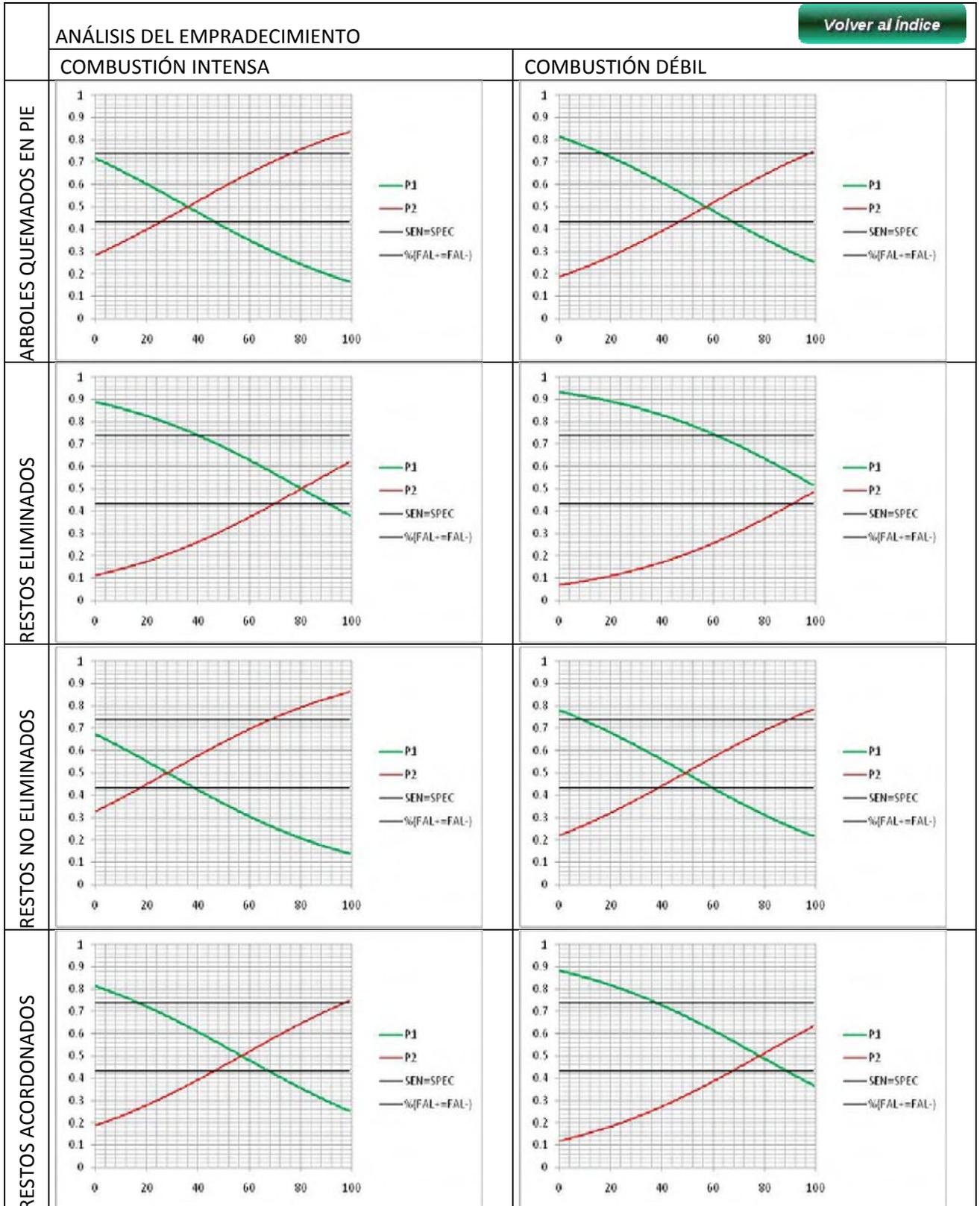
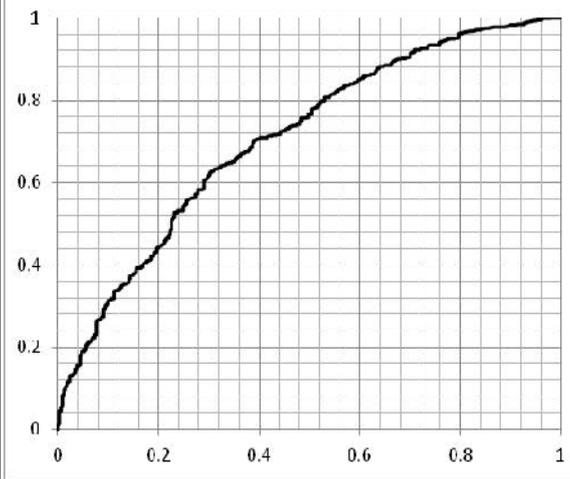


Tabla 30. Tabla de análisis gráfico del índice NDVI (valor adimensional desde 0 hasta 256, eje X) basada en el modelo logístico completo de estimación de densidad tras un año del incendio. Se enfrentan gráficos de evolución de la probabilidad (en tanto por 1, eje Y) de obtener regenerado conseguido (P1 verde) y insuficiente (P0 rojo) para cada tipo de estado de los restos, y para las dos intensidades de combustión consideradas. Las variables que no intervienen en los gráficos se mantienen en la media de cada una de ellas para la muestra con la que se elaboró el modelo. SEN=SPEC: representa el punto de corte de sensibilidad igual a especificidad; %(FAL+=FAL-): representa el punto de corte de falsos positivos igual a falsos negativos.

ANÁLISIS DEL INDICE NDVI		Volver al Índice
COMBUSTIÓN INTENSA		COMBUSTIÓN DÉBIL
ARBOLES QUEMADOS EN PIE		
RESTOS ELIMINADOS		
RESTOS NO ELIMINADOS		
RESTOS ACORDONADOS		

Tabla 31. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL: basado en 50 parcelas de muestreo de verificación experimental.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2010: GESTIÓN.									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	1455.494	1332.249							
SC	1460.61	1388.529							
-2LOGL	1453.494	1310.249							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
6.9092	8	0.5465							
R-cuadrado			0.1098						
Max. Rescalado R2			0.1585						
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	143.2447	10	<0,0001						
Puntuación	130.4992	10	<0,0001						
Wald	114.3033	10	<0,0001	Area bajo la curva ROC	0.708				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	3.4324	0.5248	42.7858	<0,0001	30.952	INF.	SUP.	
Pendiente	1	-0.0234	0.00525	19.8822	<0,0001	0.977	-0.0338	-0.0132	
Altitud*RESTOS	1	0.0023	0.000829	7.6977	0.0076	1.002	0.000682	0.00394	
Altitud*RESTOS	1	-0.00429	0.00147	8.5756		0.996	-0.00724	-0.00148	
Altitud*RESTOS	1	0.00015	0.00066	0.052		1	-0.00115	0.00144	
Combustion	1	-0.2322	0.0687	11.4152	0.0007	0.793	-0.3671	-0.0975	
RESTOS1	1	-2.9491	0.8405	12.3112	0.0011	0.052	-4.6071	-1.3055	
RESTOS2	1	5.0167	1.5406	10.604		150.92	2.0752	8.1202	
RESTOS3	1	-0.6476	0.666	0.9453		0.523	-1.9493	0.6647	
AB	1	0.0229	0.00628	13.2815	0.0003	1.023	0.0106	0.0352	
ndvi	1	-0.0157	0.00353	19.9372	<0,0001	0.984	-0.0228	-0.00898	
VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL									
Punto de corte p*=0,720186	especificidad	47.37		Punto de corte p*=0,366932	especificidad	7.89			
	fal. negativos	10			fal. negativos	0			

Volver al Índice

Tabla 32. Modelo de densidad tras dos años del incendio con mejor ajuste: representación gráfica en 2D y 3D (verde: regenerado conseguido; amarillo: insuficiente). Resto de parámetros análogos a tablas 33 a 44.

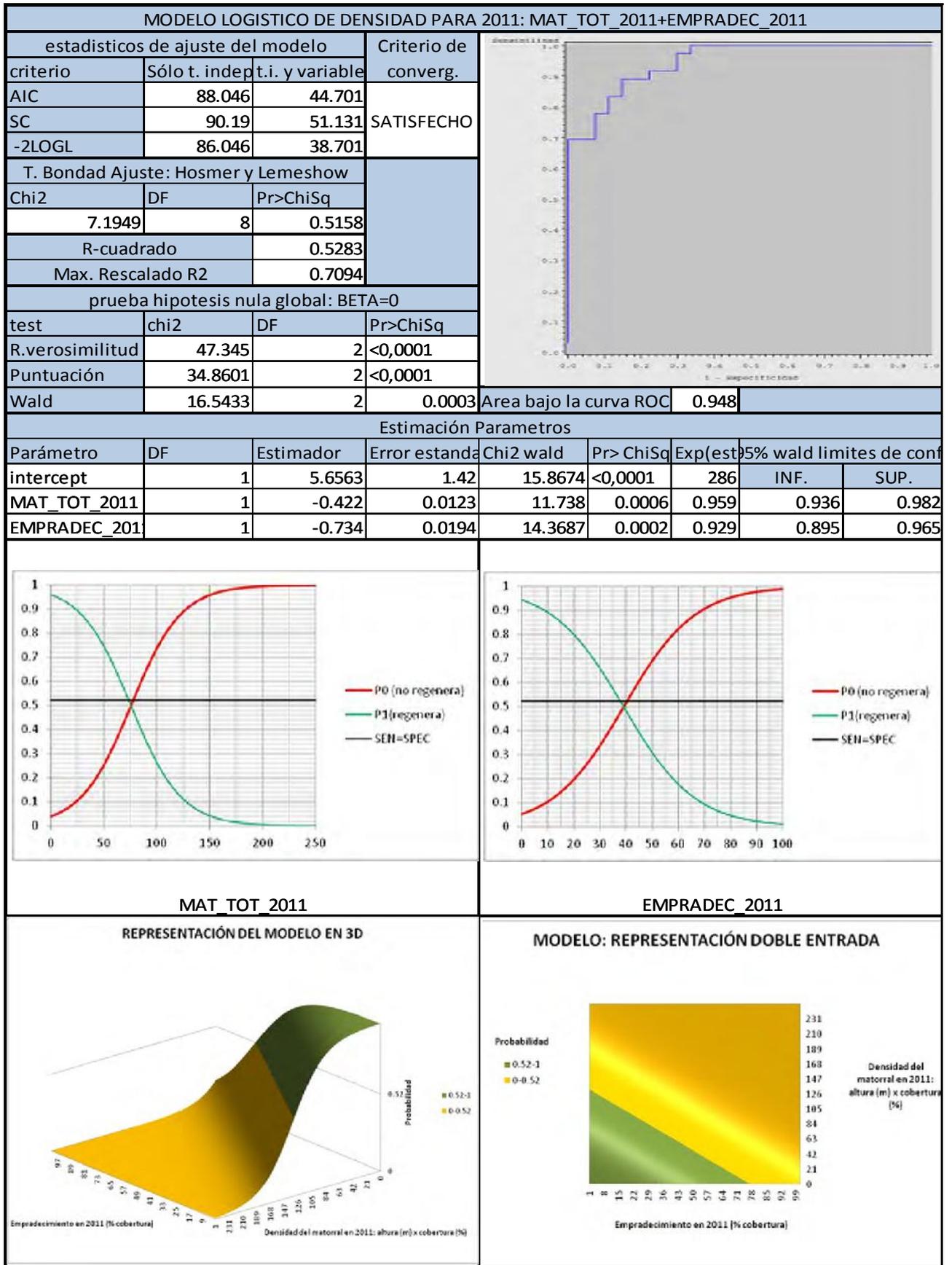
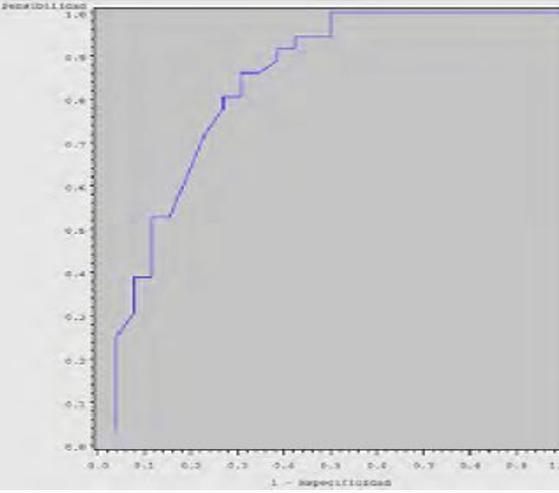
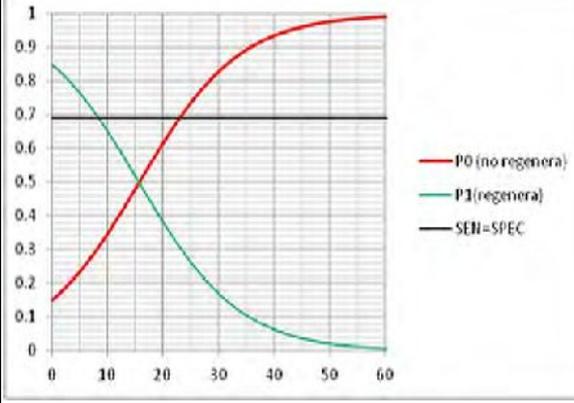
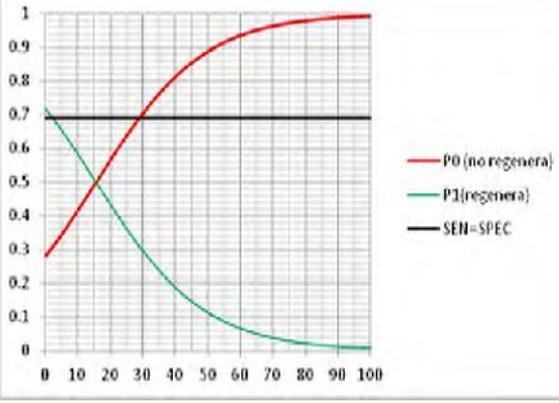
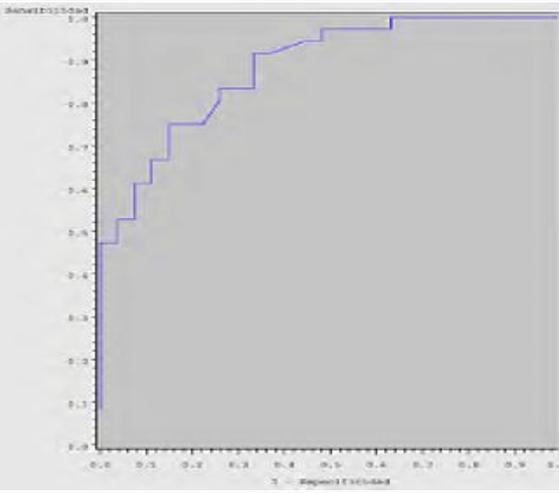
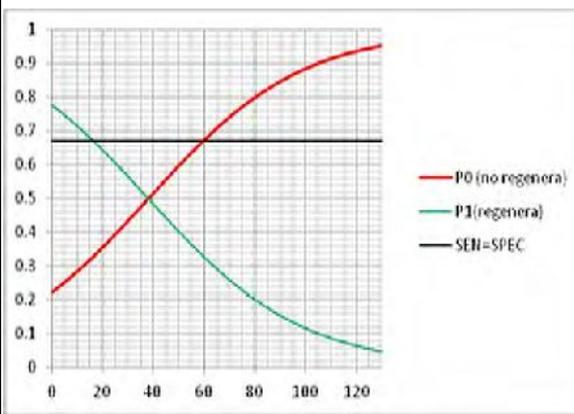
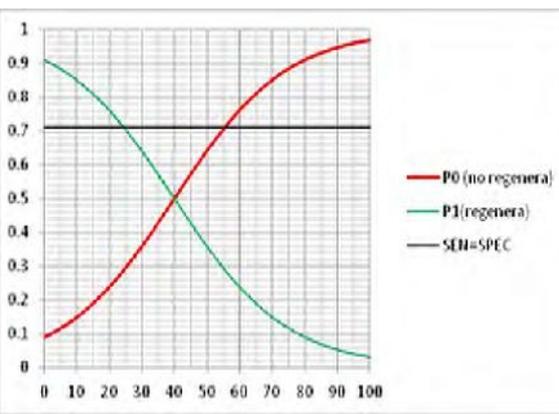


Tabla 33. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: MAT_TOT_2010+EMPRADDEC_2010													
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.										
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO										
AIC	86.33	63.717											
SC	88.457	70.098											
-2LOGL	84.33	57.717											
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow													
Chi2	DF	Pr>ChiSq											
2.9621	7	0.8885											
R-cuadrado		0.349											
Max. Rescalado R2		0.4695											
prueba hipotesis nula global: BETA=0													
test	chi2	DF	Pr>ChiSq										
R.verosimilitud	26.6133	2	<0,0001										
Puntuación	19.7115	2	<0,0001										
Wald	11.6736	2	0.0029	Area bajo la curva ROC	0.829								
Estimación Parametros													
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf						
intercept	1	2.619	0.7389	12.5615	0.0004	13.722	INF.	SUP.					
MAT_TOT_2010	1	-0.1107	0.0432	6.5569	0.0104	0.895	0.822	0.974					
EMPRADDEC_201	1	-0.0604	0.021	8.2581	0.0041	0.941	0.903	0.981					
													
MAT_TOT_2010					EMPRADDEC_2010								

Volver al Índice

Tabla 34. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: DENS_PIORNO_2011+EMPRADDEC_2011									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	88.046	60.012	SATISFECHO						
SC	90.19	66.441							
-2LOGL	86.046	54.012							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
2.827	8	0.9447							
R-cuadrado		0.3986							
Max. Rescalado R2		0.5352							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	32.0346	2	<0,0001						
Puntuación	27.0237	2	<0,0001						
Wald	17.7126	2	0.0001						
Area bajo la curva ROC	0.884								
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	3.2079	0.7803	16.9015	<0,0001	24.727	INF.	SUP.	
DENS_PIORNO_201	1	-0.033	0.0129	6.5781	0.0103	0.968	0.943	0.992	
EMPRADDEC_201	1	-0.0582	0.0147	15.7398	<0,0001	0.943	0.917	0.971	
									
DENS PIORNO 2011					EMPRADDEC 2011				

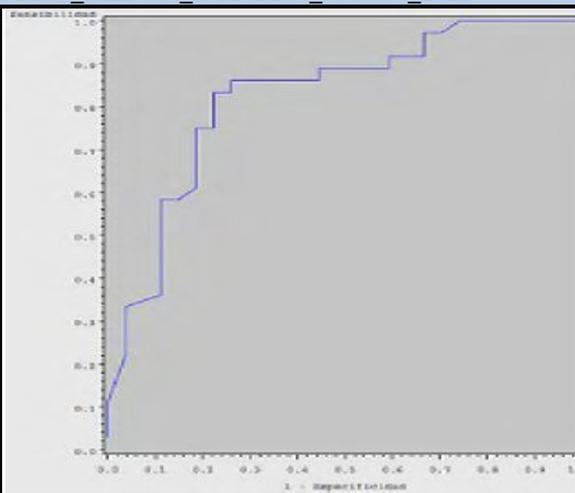
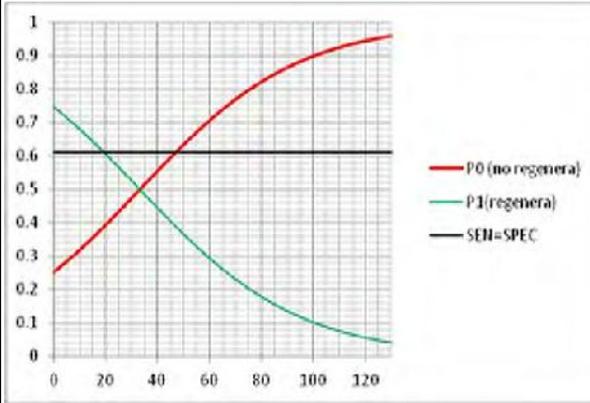
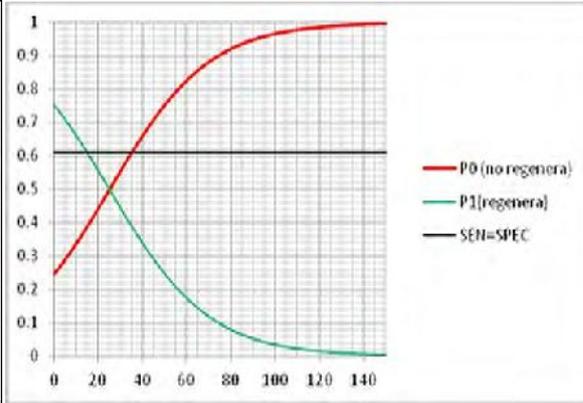
[Volver al Índice](#)

Tabla 35. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: DENS_PIORNO_2011+EMPRADEC_2010									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	86.33	66.976	SATISFECHO						
SC	88.457	73.358							
-2LOGL	84.33	60.976							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
3.2196	7	0.864							
R-cuadrado	0.3139								
Max. Rescalado R2	0.4222								
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq	Area bajo la curva ROC	0.815				
R.verosimilitud	23.354	2	<0,0001						
Puntuación	20.1952	2	<0,0001						
Wald	13.9965	2	0.0009						
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	1.7704	0.49	13.0563	0.0003	5.873	INF.	SUP.	
DENS_PIORNO_201	1	-0.0264	0.0112	5.571	0.0183	0.974	0.953	0.996	
EMPRADEC_201	1	-0.0558	0.0178	9.8145	0.0017	0.946	0.913	0.979	
DENS_PIORNO_2011					EMPRADEC_2010				

[Volver al Índice](#)

Tabla 36. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: DENS_HELECHO_2011+DENS_PIORNO_2011									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	88.046	69.869							
SC	90.19	76.298							
-2LOGL	86.046	63.869							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
10.2781	8	0.246							
R-cuadrado		0.2967							
Max. Rescalado R2		0.3984							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	22.1774	2	<0,0001						
Puntuación	19.3516	2	<0,0001						
Wald	13.3555	2	0.0013	Area bajo la curva ROC	0.824				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	2.0038	0.5268	14.4688	0.0001	7.417	INF.	SUP.	
DENS_HELECHO_2011	1	-0.0447	0.0168	7.1013	0.0077	0.956	0.925	0.988	
DENS_PIORNO_2011	1	-0.0327	0.0115	8.122	0.0044	0.968	0.946	0.99	
									
DENS_HELECHO_2011					DENS_PIORNO_2011				

[Volver al Índice](#)

Tabla 37. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: DENS_HELECHO_2011+CREC_PIORNO									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	88.046	70.425							
SC	90.19	76.855							
-2LOGL	869.046	64.425							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
	13.5678	8	0.0937						
R-cuadrado			0.2905						
Max. Rescalado R2			0.39						
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	21.6213	2	<0,0001						
Puntuación	18.966	2	<0,0001						
Wald	13.2532	2	0.0013	Area bajo la curva ROC	0.828				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	1.8908	14.0434	14.0434	0.0002	6.625	INF.	SUP.	
DENS_HELECHO_2011	1	-0.0439	6.9693	6.9693	0.0083	0.957	0.926	0.989	
CREC_PIORNO	1	-0.0324	7.9757	7.9757	0.0047	0.968	0.947	0.99	
DENS_HELECHO_2011					CREC_PIORNO				

[Volver al Índice](#)

Tabla 38. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: CREC_PIORNO+MAT_TOT_2010									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	88.046	73.512							
SC	90.19	79.941							
-2LOGL	86.046	67.512							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
8.5948	8	0.3776							
R-cuadrado		0.2549							
Max. Rescalado R2		0.3422							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	18.5347	2	<0,0001						
Puntuación	15.1595	2	0.0005						
Wald	10.907	2	0.0043	Area bajo la curva ROC	0.787				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	2.2907	0.6471	12.5324	0.0004	9.882	INF.	SUP.	
CREC_PIORNO	1	-0.03	0.0122	6.0407	0.014	0.97	0.948	0.994	
MAT_TOT_2010	1	-0.091	0.0337	7.3001	0.0069	0.913	0.855	0.975	
CREC_PIORNO					MAT_TOT_2010				

[Volver al Índice](#)

Tabla 39. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: CREC_PIORNO+EMPRADEC_2011									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	88.046	60.833	SATISFECHO						
SC	90.19	67.263							
-2LOGL	86.046	54.833							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
7.5636	8	0.4772							
R-cuadrado		0.3907							
Max. Rescalado R2		0.5246							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	31.2132	2	<0,0001						
Puntuación	26.6448	2	<0,0001						
Wald	17.9666	2	0.0001	Area bajo la curva ROC	0.876				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	3.0257	0.7358	16.9081	<0,0001	20.609	INF.	SUP.	
CREC_PIORNO	1	-0.0311	0.0123	6.3536	0.0117	0.969	0.946	0.993	
EMPRADEC_201	1	-0.0568	0.0144	15.6421	<0,0001	0.945	0.919	0.972	
CREC_PIORNO					EMPRADEC_2011				

[Volver al Índice](#)

Tabla 40. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: CREC_PIORNO+EMPRADEC_2010									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	86.33	67.665							
SC	88.457	74.047							
-2LOGL	84.33	61.665							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
7.518	8	0.4819							
R-cuadrado		0.3062							
Max. Rescalado R2		0.4119							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	22.6649	2	<0,0001						
Puntuación	19.7039	2	<0,0001						
Wald	13.782	2	0.001	Area bajo la curva ROC		0.821			
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	1.6564	0.4641	12.7398	0.0004	5.24	INF.	SUP.	
CREC_PIORNO	1	-0.0253	0.0111	5.2205	0.0223	0.975	0.954	0.996	
EMPRADEC_201	1	-0.0551	0.0178	9.6002	0.0019	0.946	0.914	0.98	
CREC_PIORNO					EMPRADEC_2010				

Volver al Índice

Tabla 41. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: CREC_MAT+EMPRADEC_2011									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	88.046	48.465							
SC	90.19	54.894							
-2LOGL	86.046	42.465							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
5.782	8	0.6716							
R-cuadrado			0.4993						
Max. Rescalado R2			0.6704						
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	43.5816	2	<0,0001						
Puntuación	33.3346	2	<0,0001						
Wald	17.3416	2	0.0002	Area bajo la curva ROC	0.928				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	5% wald limites de conf		
intercept	1	4.7537	1.1891	15.983	<0,0001	116.01	INF.	SUP.	
CREC_MAT	1	-0.037	0.0111	11.1539	0.0008	0.964	0.943	0.985	
EMPRADEC_201	1	-0.0706	0.0179	15.5187	<0,0001	0.932	0.9	0.965	
CREC_MAT					EMPRADEC_2011				

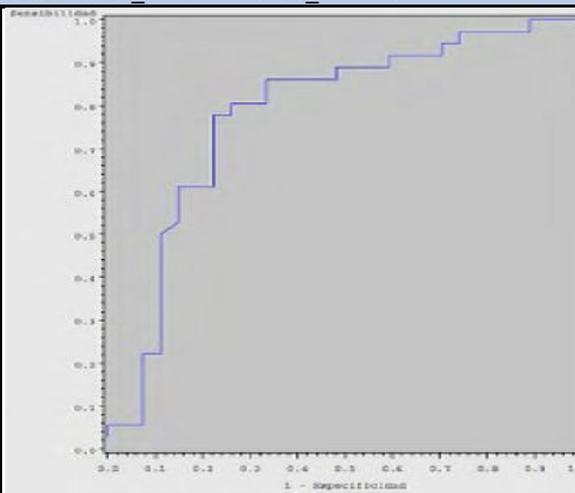
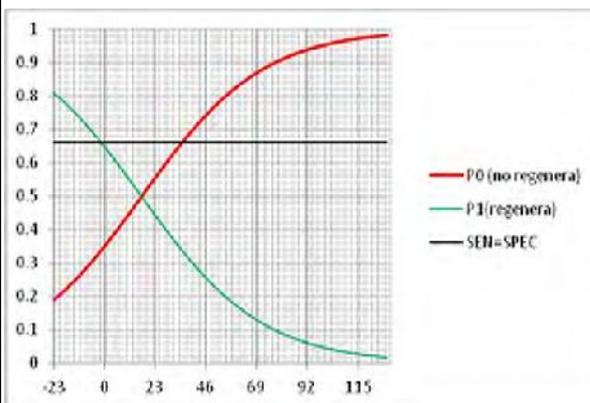
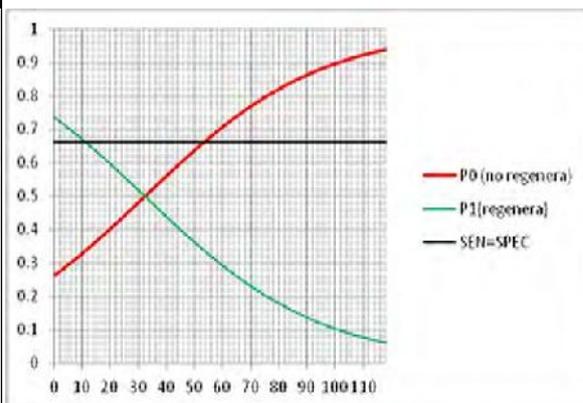
Volver al Índice

Tabla 42. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: CREC_HELECHO+DENS_PIORNO_2011									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	88.046	74.536							
SC	90.19	80.966							
-2LOGL	86.046	68.536							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
8.1297	8	0.4209							
R-cuadrado			0.2427						
Max. Rescalado R2			0.3258						
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	17.5101	2	0.0002						
Puntuación	15.9828	2	0.0003						
Wald	12.3478	2	0.0021	Área bajo la curva ROC		0.784			
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	1.5681	0.4565	11.7974	0.0006	4.797	INF.	SUP.	
CREC_HELECHO	1	-0.0371	0.015	6.1536	0.0131	0.964	0.936	0.992	
DENS_PIORNO_2011	1	-0.0319	0.0109	8.5266	0.0035	0.969	0.948	0.99	
CREC_HELECHO					DENS_PIORNO_2011				

Volver al Índice

Tabla 43. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: CREC_HELECHO+CREC_PIORNO									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable	SATISFECHO						
AIC	88.046	74.935							
SC	90.19	81.364							
-2LOGL	86.046	68.935							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
5.167	8	0.7396							
R-cuadrado			0.2379						
Max. Rescalado R2			0.3193						
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	17.1119	2	0.0002						
Puntuación	15.7322	2	0.0004						
Wald	12.3084	2	0.0021	Area bajo la curva ROC		0.783			
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	1.4695	0.4351	11.4064	0.0007	4.347	INF.	SUP.	
CREC_HELECHO	1	-0.0365	0.0148	6.0788	0.0137	0.964	0.937	0.993	
CREC_PIORNO	1	-0.032	0.011	8.4254	0.0037	0.969	0.948	0.99	
									
CREC_HELECHO					CREC_PIORNO				

[Volver al Índice](#)

Tabla 44. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad.

MODELO LOGISTICO DE DENSIDAD PARA 2011: Ce.									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	50.263	38.859	SATISFECHO						
SC	51.818	41.97							
-2LOGL	48.263	34.589							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
7.2818	5	0.2005							
R-cuadrado		0.3182							
Max. Rescalado R2		0.4253							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq	Area bajo la curva ROC	0.837				
R.verosimilitud	13.4036	1	0.0003						
Puntuación	11.1151	1	0.0009						
Wald	7.8886	1	0.005						
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	3.7261	1.2841	8.4198	0.0037	41.515	INF.	SUP.	
Ce	1	-48.8692	17.3994	7.8886	0.005	#####	#####	#####	

Volver al Índice

Tabla 45. -2 Res Log, AIC, AICC y BIC: criterios de estimación de estadísticos de ajuste del modelo; Chi-Square: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado; Parámetro cov.: parámetro de covarianza; subject: criterio de correlación de errores (en este caso espacial: la parcela), Z value: estadístico de la distribución Z; Pr Z: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Z; valor t: estadístico de la distribución t de Student; Pr>t/: p-valor del contraste de hipótesis con distribución t de Student. Heterocedasticidad y dependencia de errores en Gráficos residuos(Y)-predichos(X) en R. Lineal (izda) y en el modelo mixto (dcha). Representación en 3D del modelo mixto.

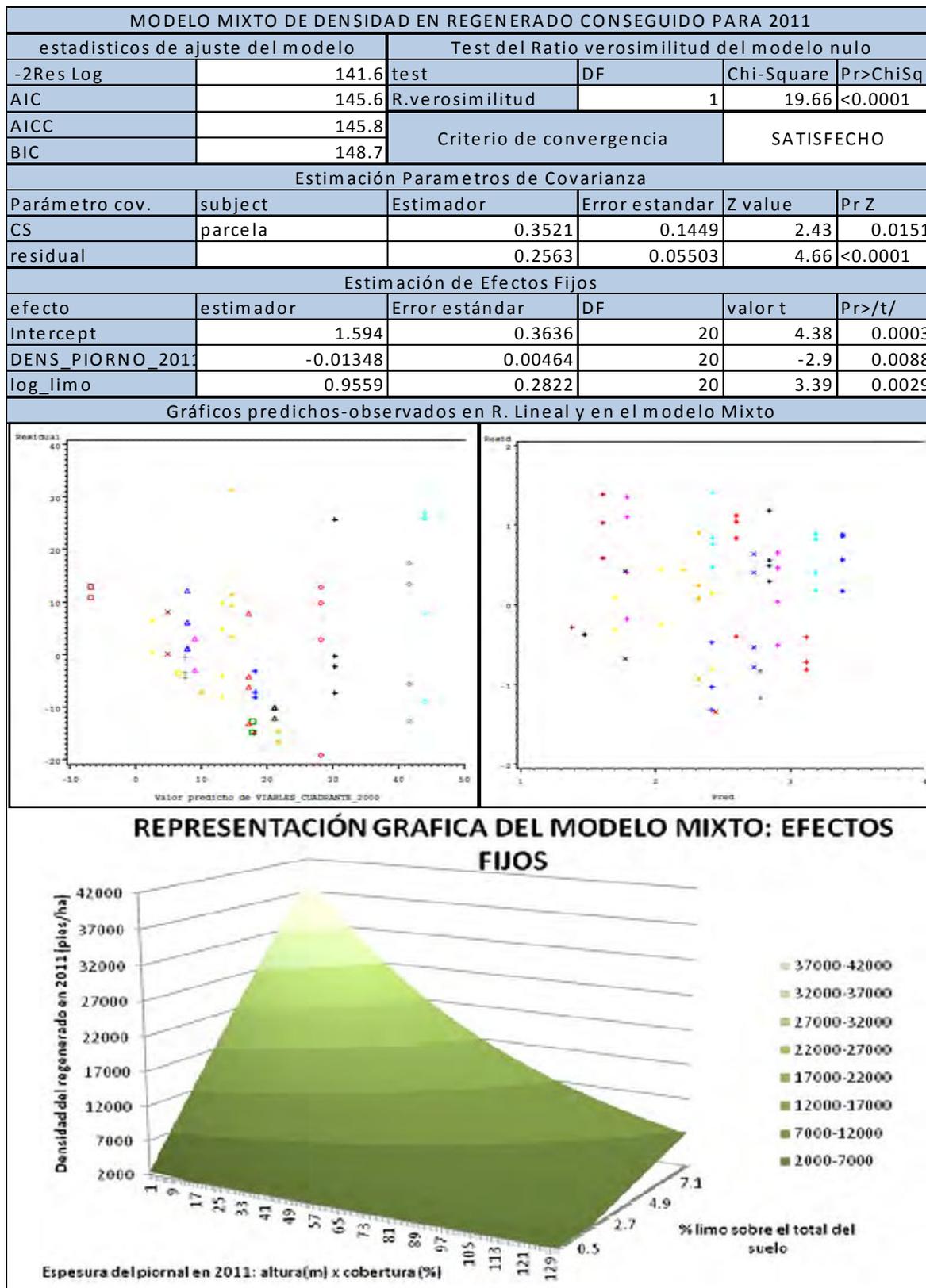


Tabla 46. Tabla de selección de variables para los modelos de mortalidad del bloque fisiografía y disponibilidad hídrica. Ninguna variable seleccionada. Ningún modelo válido. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR² <0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con pvalor significativo <0.05.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS					
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.	
1. FISIOGRAFÍA Y DISPONIBILIDAD HÍDRICA	1.1. TABLA HÍDRICA	Altitud		3	2	3	1	
		PP_2009		3	2	3	1	
		PP_2010		3	2	3	1	
		PP_2011		3	2	3	1	
		TM_2009		3	2	3	1	
		TM_2010		3	2	3	1	
		TM_2011		3	2	3	1	
		S_2009		2	2	2		
		S_2010		2	1	2		
		S_2011		2	2	2		
		D_2009		2	2	2	1	
		D_2010		2	2	2		
		D_2011		2	2	2		
		ETC_2009		2	1	2		
		ETC_2010		2	1	2		
		ETC_2011		2	2	2		
		IH_2009		2	1	2		
		IH_2010		2	1	2		
		IH_2011		2	2	2		
		SFT_2009		1	1	1		
		SFT_2010		1	1	1		
		SFT_2011		1	1	1		
		EMPA_2009		1	1	1	1	
		EMPA_2010		1	1	1		
		EMPA_2011		1	1	1		
		DCS_2009		1	1	1		
		DCS_2010		1	1	1		
	DCS_2011		1	1	1			
		1.2. FISIOGRAFÍA	orgrad		3	3	3	2
			Orient_dist_SE		4	4	4	
			Pendiente		7	7	7	
			AB		7	7	7	
			ndvi		7	7	7	

Volver al Índice

Tabla 47. Tabla de selección de variables para los modelos de mortalidad del bloque competencia/facilitación. Variables seleccionadas en verde. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR²<0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con pvalor significativo <0.05.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS				
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.
2. COMPETENCIA/ FACILITACIÓN	2.1. MATORRAL COMPETIDOR	EMPRADDEC_2010	1	3	1	6	
		EMPRADDEC_2011		3	1	3	
		VARIACION_EMPRADEC		2	4	3	
		DENS_ESPIN_2010		3	3	3	
		DENS_ESPIN_2011		3	4	3	
		CREC_ESPIN		1	1		
		DENS_HELECHO_2010		2	2	1	
		DENS_HELECHO_2011		2	2	2	
		CREC_HELECHO		2	2	2	
		MAT_TOT_2010		3	3	3	
		MAT_TOT_2011		3	3	4	3
		CREC_MAT	1	2	2	2	1
	2.2. MATORRAL FACILITADOR	DENS_JARA_2010		2	2	1	
		DENS_JARA_2011		2	3	2	
		CREC_JARA		2	2	2	
		DENS_BREZO_2011		2	2	2	1
		DENS_LABIADAS_2010		2	2	2	2
		DENS_LABIADAS_2011	2	2	2	2	
		CREC_LABIADAS		2	2	2	
	2.3. PIORNAL	DENS_PIORNO_2010		1	2	2	
		DENS_PIORNO_2011				2	
		CREC_PIORNO		1		1	
	2.4. FRONDOSAS	Nfrond_2010			2	1	
		N_REB_2011		2	2	2	
		N_SAUCE_2011		2	2	2	1
		Nfrond2011		1	2	2	

#

#

[Volver al Índice](#)

Tabla 48. Tabla de selección de variables para los modelos de mortalidad del bloque suelo. Variables seleccionadas en verde. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR² <0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con pvalor significativo <0.05.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS				
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.
3. SUELO	3.1. QUÍMICA	pH				1	
		CIC				1	
		K+_mg/Kg		1	1	1	
		K+_meq/100g		1	1	1	
		Ca+2		1	1	1	
		Mg+2		1	1	1	
		Na+		1	1	1	
		Sum_bases		1	1	1	
		ESP_Na_interc		1	1	1	
		%sat_bases				1	
		P_asim		1	1	1	
		MO_fox				1	
		MO_TOTAL					
		Ce					
		Ctotal					
	Ntotal						
	rel_C_N		1	1	1		
	3.2. FÍSICA	SUELO%PEDRE		1	1	1	
		%E_grues_real		1	1	1	
		%tierra_fina_real		1	1	1	
		%arena		1	1	1	
		%limo		1	1	1	
		%arcilla		1	1	1	
		%areSTF		1	1	1	
		%limSTF		1	1	1	
		%arcSTF				1	
		E_gruesos		1	1	1	
		He					
		c(1-pte)		1	1	1	
		CRAmm_m			1	1	
CRA20				1	1		

[Volver al Índice](#)

Tabla 49. Tabla de selección de variables para los modelos de mortalidad del bloque categóricas. No converge (C1): criterio de convergencia negativo. P-valor total n.s (C2): contraste de la regresión no significativo. P-valor no significativo (C3): contraste parcial del regresor no significativo; R-cuadrado<0.3 (C4): Máximo rescalado pseudoR²: <0.3. Hos/lem significat. (C5): Test de ajuste de Hosmer and Lemeshow con p valor significativo <0.05. Nota: ninguna variable seleccionada.

BLOQUE	GRUPO	VARIABLES	CRITERIOS				
			no converge	p-valor total n. s.	p-valor n.s.	R-cuadrado<0.3	Hos/lem significat.
4. CATGÓRICAS		COMBUSTIÓN		1	1	1	1
		SACA		1	1	1	
		SITSACA_2010		1	1	1	
		RESIEMBRA		1	1	1	1
		RESTOS_2010		1	1	1	
		RESTOS_2011	1		1	1	
		ELI_RESTOS		1	1	1	
		AFL_ROCOSOS		1	1	1	
		REBOLLO		1	1	1	1
		SAUCE		1	1	1	1
		FRONDOSA		1	1	1	1
		TEXTURA	1		1	1	

[Volver al Índice](#)

Tabla 50. Modelo de mortalidad con mejor ajuste: representación gráfica en 2D y 3D (verde: no existe mortalidad; amarillo: existe mortalidad). Resto de parámetros análogos a tablas 50 a 56.

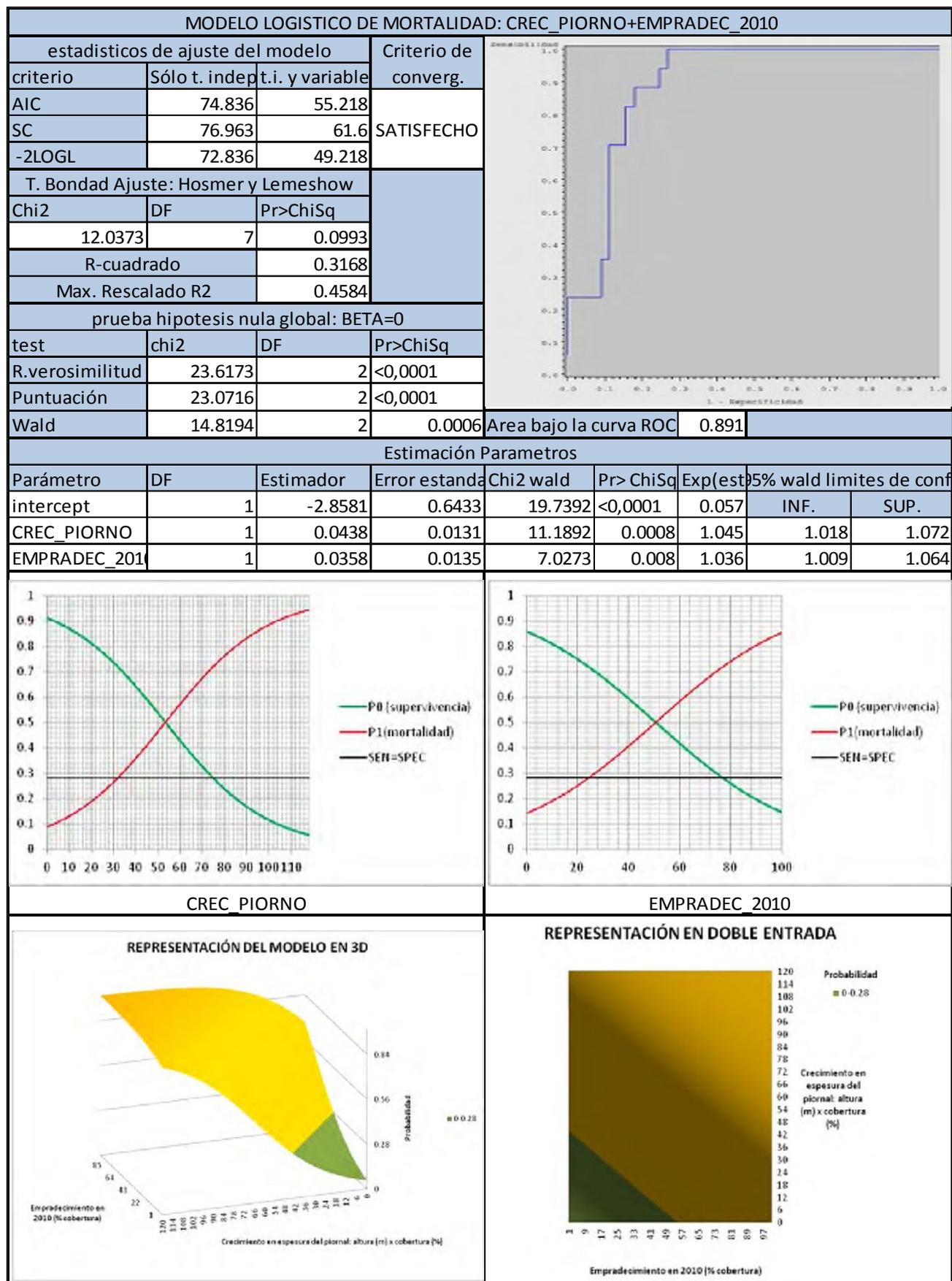
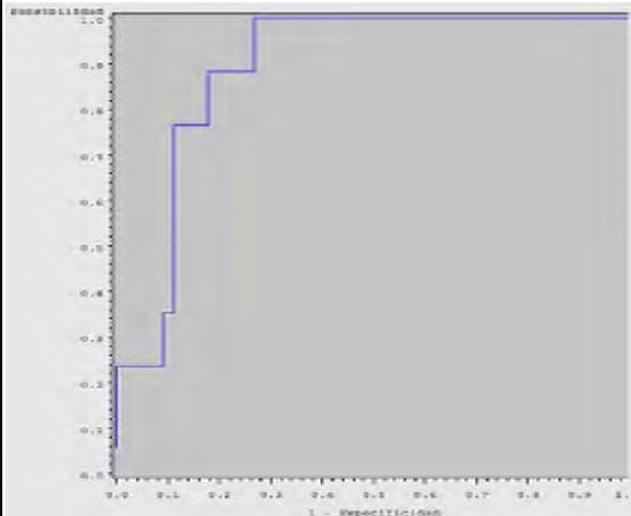
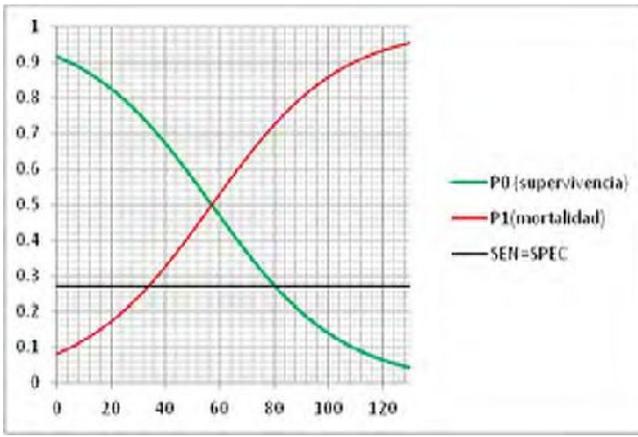
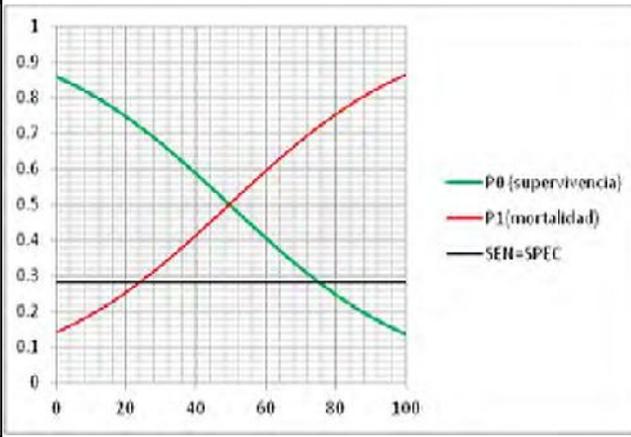


Tabla 51. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de mortalidad (P1, rojo) y probabilidad de existencia de supervivencia (P0, verde). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE MORTALIDAD: DENS_PIORNO_2011+EMPRADEC_2011									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	75.471	60.603							
SC	77.614	67.032							
-2LOGL	73.471	54.603							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
10.6481	8	0.2224							
R-cuadrado		0.2588							
Max. Rescalado R2		0.3759							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	18.868	2	<0,0001						
Puntuación	18.6281	2	<0,0001						
Wald	12.5624	2	0.0019						
Area bajo la curva ROC		0.857							
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	-3.1794	0.7802	16.606	<0,0001	0.042	INF.	SUP.	
DENS_PIORNO_2011	1	0.0377	0.0117	10.3661	0.0013	1.038	1.015	1.063	
EMPRADEC_2011	1	0.0267	0.0123	4.6898	0.0303	1.027	1.003	1.052	
DENS_PIORNO 2011					EMPRADEC 2011				

Volver al Índice

Tabla 52. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRÁFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE MORTALIDAD: DENS_PIORNO_2011+EMPRADDEC_2010									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	74.836	55.58	SATISFECHO						
SC	76.963	61.962							
-2LOGL	72.836	49.58							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
11.0878	7	0.1348							
R-cuadrado		0.3128							
Max. Rescalado R2		0.4526							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	23.2553	2	<0,0001						
Puntuación	22.6619	2	<0,0001						
Wald	14.2602	2	0.0008						
Area bajo la curva ROC			0.891						
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	-2.9494	0.6666	19.5742	<0,0001	0.052	INF.	SUP.	
DENS_PIORNO_2011	1	0.0423	0.013	10.6374	0.0011	1.043	1.017	1.07	
EMPRADDEC_2010	1	0.0366	0.0135	7.3139	0.0068	1.037	1.01	1.065	
									
DENS PIORNO 2011					EMPRADDEC 2010				

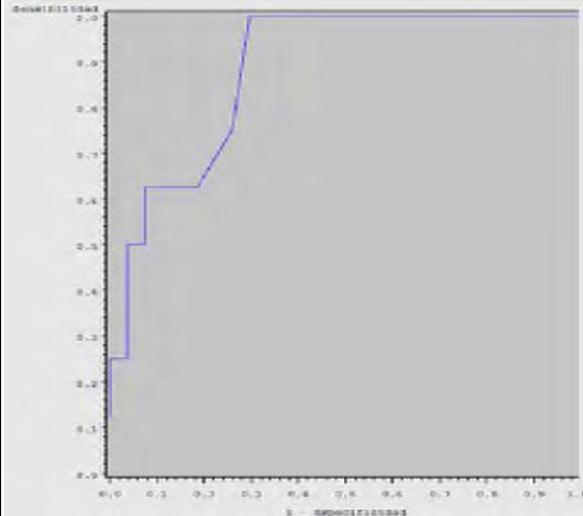
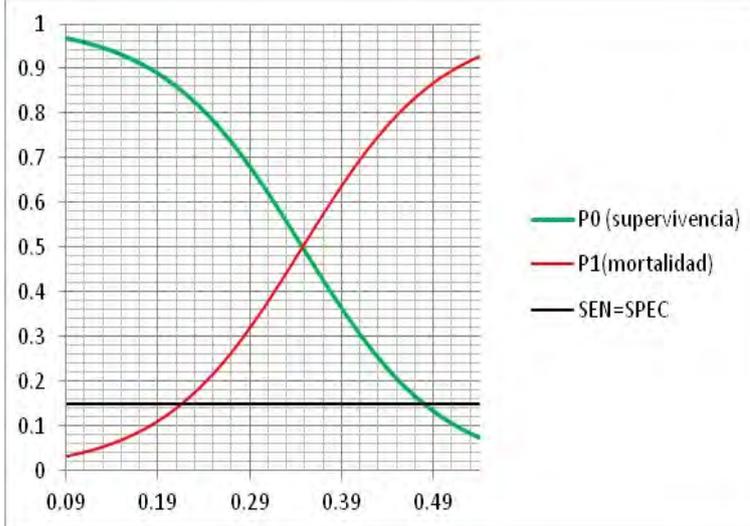
Volver al Índice

Tabla 53. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad. La variable que no interviene en cada gráfico toma el valor medio de la muestra con la que se construyó el modelo.

MODELO LOGISTICO DE MORTALIDAD: CREC_PIORNO+EMPRADDEC_2011									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	75.471	60.191	SATISFECHO						
SC	77.614	66.62							
-2LOGL	73.471	54.191							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
12.4752	8	0.1312							
R-cuadrado		0.2636							
Max. Rescalado R2		0.3829							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	19.2797	2	<0,0001						
Puntuación	19.0437	2	<0,0001						
Wald	13.1417	2	0.0014	Area bajo la curva ROC	0.863				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	-3.1097	0.7682	16.3875	<0,0001	0.045	INF.	SUP.	
CREC_PIORNO	1	0.0392	0.0118	10.9699	0.0009	1.04	1.016	1.064	
EMPRADDEC_201	1	0.0263	0.0123	4.5656	0.0326	1.027	1.002	1.052	
CREC_PIORNO					EMPRADDEC_2011				

[Volver al Índice](#)

Tabla 54. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad.

MODELO LOGISTICO DE MORTALIDAD PARA 2011: Ntotal.									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	39.628	30.202	SATISFECHO						
SC	41.183	33.312							
-2LOGL	37.628	26.202							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
5.9445	6	0.4294							
R-cuadrado		0.2785							
Max. Rescalado R2		0.4228							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	11.4265	1	0.0007						
Puntuación	12.003	1	0.0005						
Wald	7.0467	1	0.0079	Area bajo la curva ROC	0.884				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	-4.5806	1.3826	10.9765	0.0009	0.01	INF.	SUP.	
Ntotal	1	13.1932	4.97	7.0467	0.0079	#####	#####	#####	
									

[Volver al Índice](#)

Tabla 55. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad.

MODELO LOGISTICO DE MORTALIDAD PARA 2011: MO_total o Cttotal.									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	36.575	30.841	SATISFECHO						
SC	38.101	33.894							
-2LOGL	34.575	26.841							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
6.7605	9	0.662							
R-cuadrado		0.2034							
Max. Rescalado R2		0.3187							
prueba hipotesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	7.7336	1	0.0054						
Puntuación	7.5977	1	0.0058						
Wald	5.9725	1	0.0145	Area bajo la curva ROC	0.852				
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	-5.8404	2.0289	8.2864	0.004	0.003	INF.	SUP.	
MO_TOTAL	1	0.5608	0.2295	5.9725	0.0145	1.752	1.117	2.747	

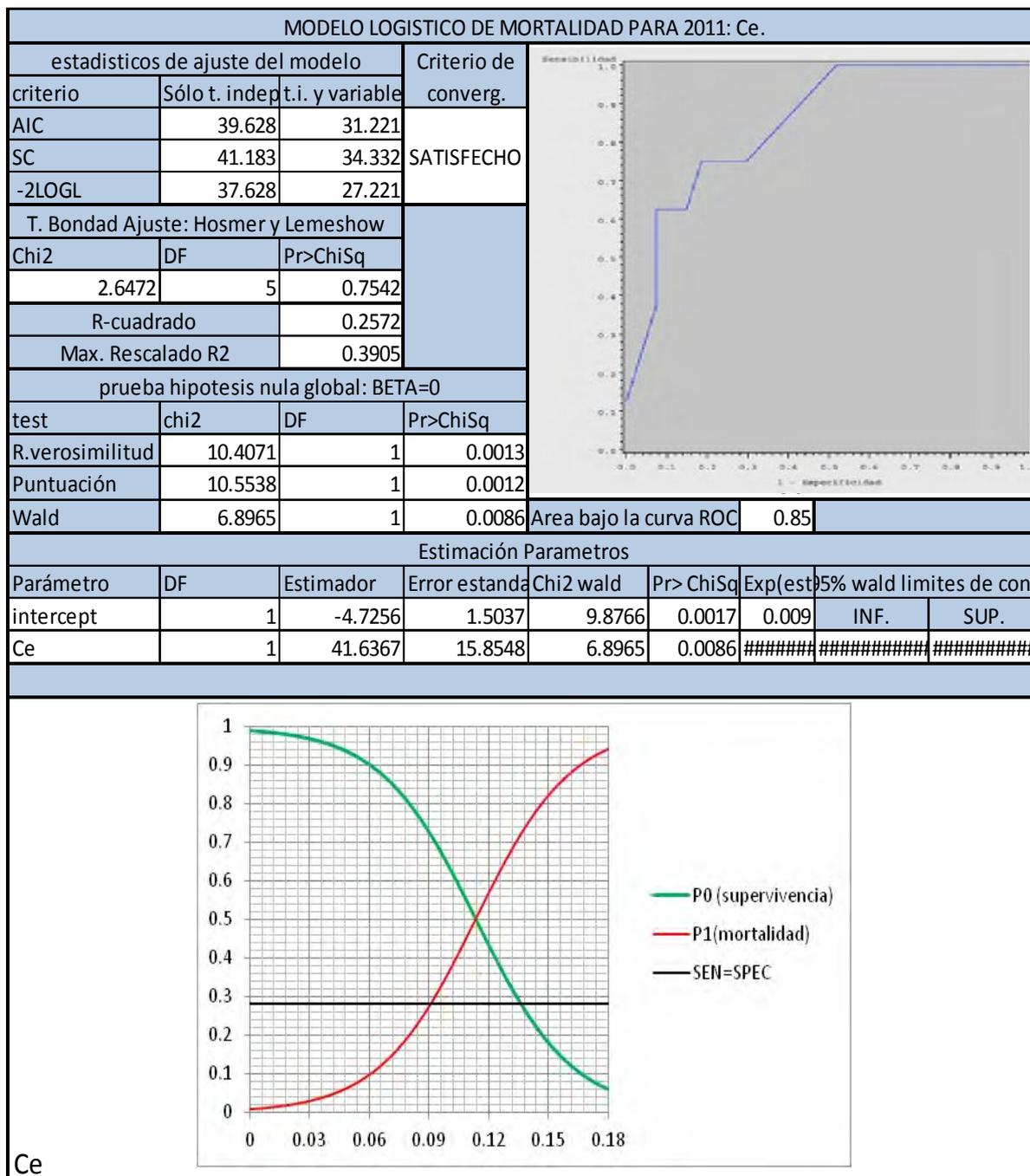
Volver al Índice

Tabla 56. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad.

MODELO LOGISTICO DE MORTALIDAD PARA 2011: He.									
estadísticos de ajuste del modelo			Criterio de converg.						
criterio	Sólo t. indep	t.i. y variable							
AIC	36.575	28.201							
SC	38.101	31.254							
-2LOGL	34.575	24.201							
T. Bondad Ajuste: Hosmer y Lemeshow									
Chi2	DF	Pr>ChiSq							
8.7654	9	0.4592							
R-cuadrado		0.2629							
Max. Rescalado R2		0.412							
prueba hipótesis nula global: BETA=0									
test	chi2	DF	Pr>ChiSq						
R.verosimilitud	10.3732	1	0.0013						
Puntuación	8.6454	1	0.0033						
Wald	5.8933	1	0.0152						
Area bajo la curva ROC		0.884							
Estimación Parametros									
Parámetro	DF	Estimador	Error estanda	Chi2 wald	Pr> ChiSq	Exp(est)	95% wald limites de conf		
intercept	1	-14.5721	5.6884	6.5623	0.0104	0	INF.	SUP.	
He	1	0.604	0.2488	5.8933	0.0152	1.829	1.123	2.979	

[Volver al Índice](#)

Tabla 57. AIC, SC y -2LOGL: criterios de estimación de estadísticos de ajuste; sólo t. indep: modelo con solo término independiente; t.i. y variable: modelo con término independiente y variables regresoras; criterio de converg.: criterio de convergencia del modelo; T. bondad de ajuste: test de bondad de ajuste; Chi2: estadístico chi cuadrado, DF: grados de libertad; Pr>ChiSq: p-valor del contraste de hipótesis con distribución Chi cuadrado. Error estanda: error estándar; Chi2 wald: estadístico Chi cuadrado de Wald; Exp(est): exponencial del estimador del parámetro (escala real); 95% wald limites de conf: límites de confianza para las estimaciones de los parámetros con 95% de fiabilidad basados en la distribución Chi cuadrado de Wald; INF y SUP: límite inferior y superior; ANÁLISIS GRAFICO DE INFLUENCIA DE VARIABLES: eje X: variable analizada, eje Y: probabilidad de existencia de regeneración conseguida (P1, verde) e insuficiente (P0, rojo). Se representa el punto de corte sensibilidad=especificidad.



[Volver al Índice](#)

Tabla 58. K-S d: test de Kolmogorov Smirnov; Lilliefors: test de Lilliefors; Shapiro-Wilk W: test de Shapiro Wilk. Histogramas, grafico de normalidad y de caja y bigotes. Arriba variable sin transformar. Abajo transformada.

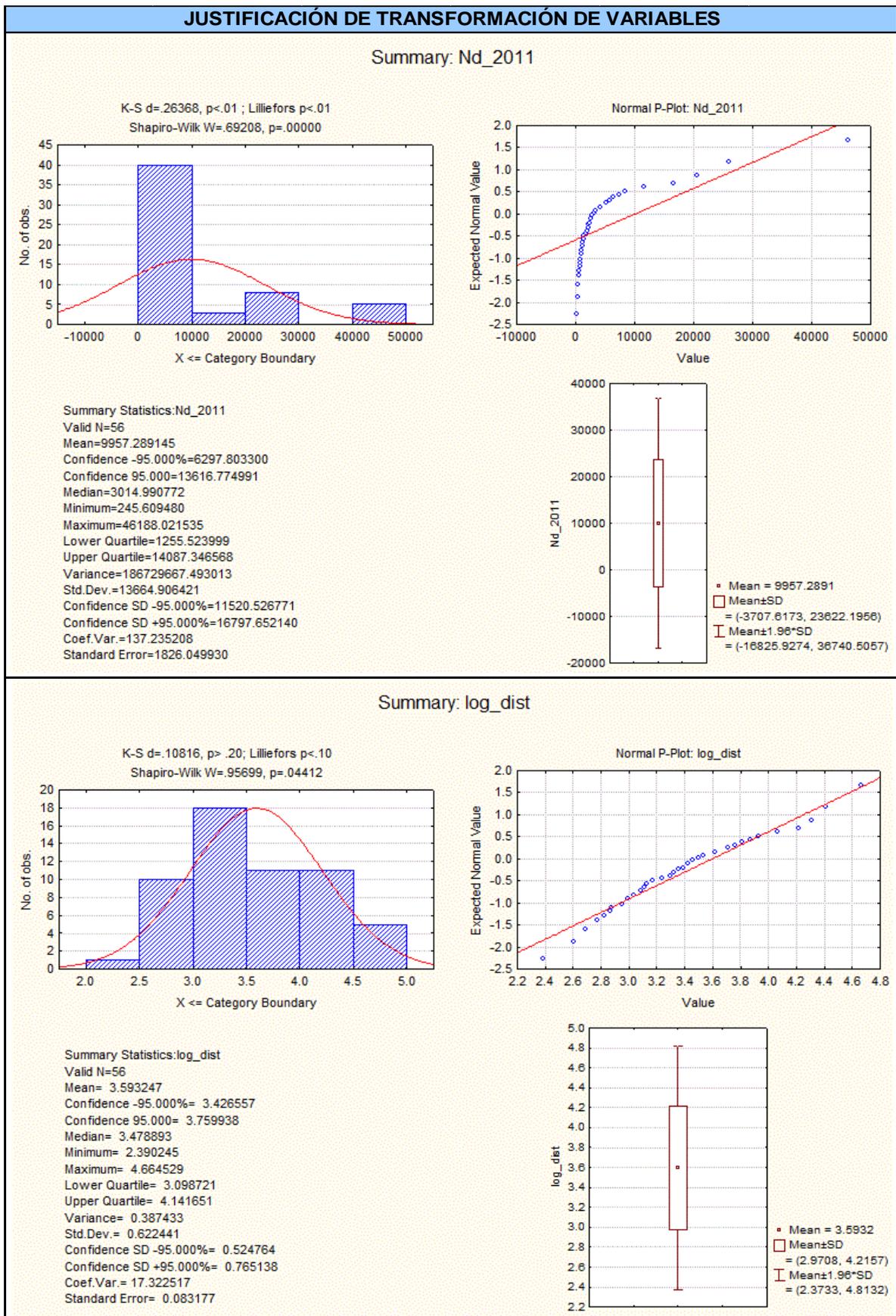


Tabla 59. K-S d: test de Kolmogorov Smirnov; Lilliefors: test de Lilliefors; Shapiro-Wilk W: test de Shapiro Wilk. Histogramas, grafico de normalidad y de caja y bigotes. Arriba variable sin transformar. Abajo transformada.

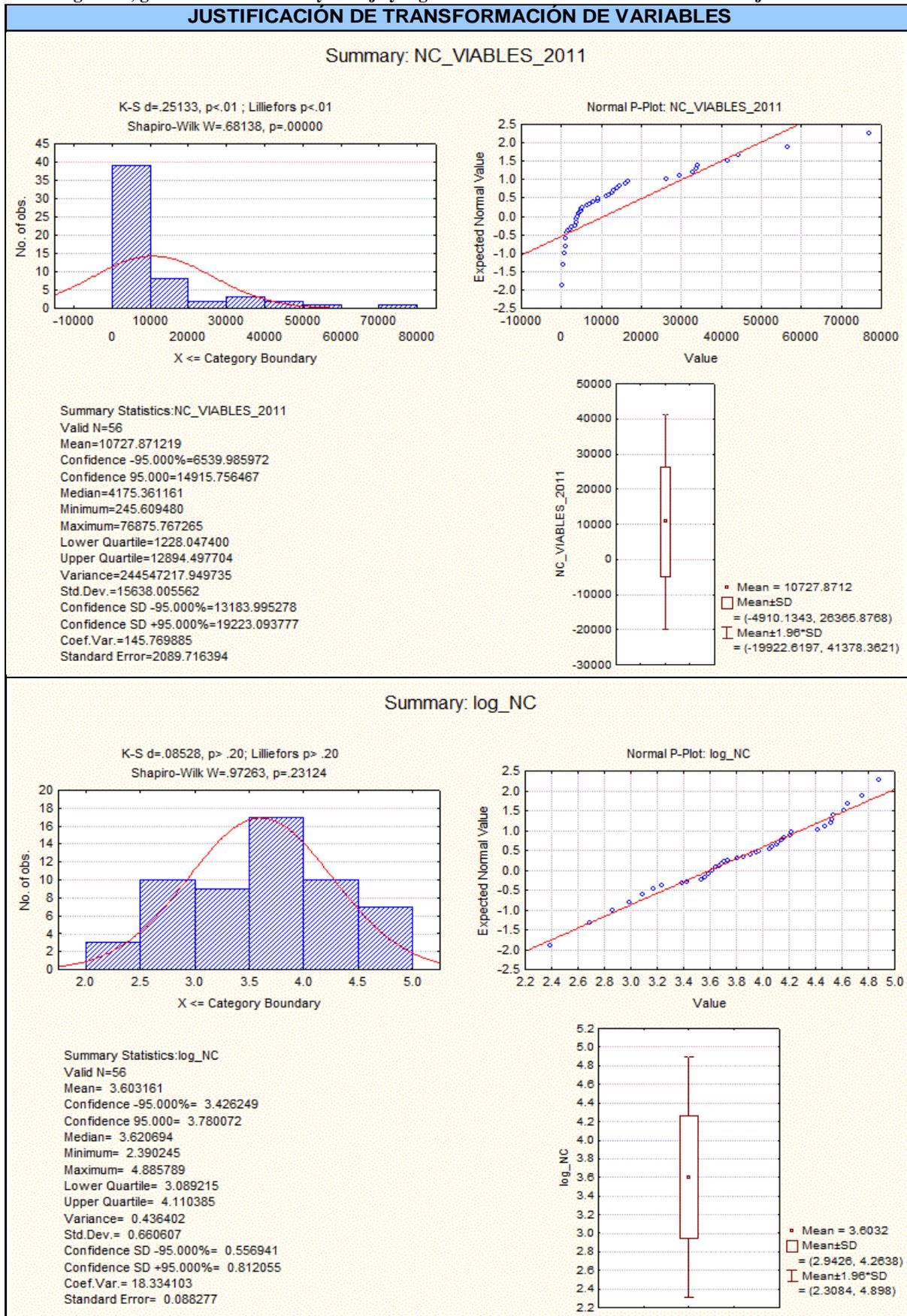
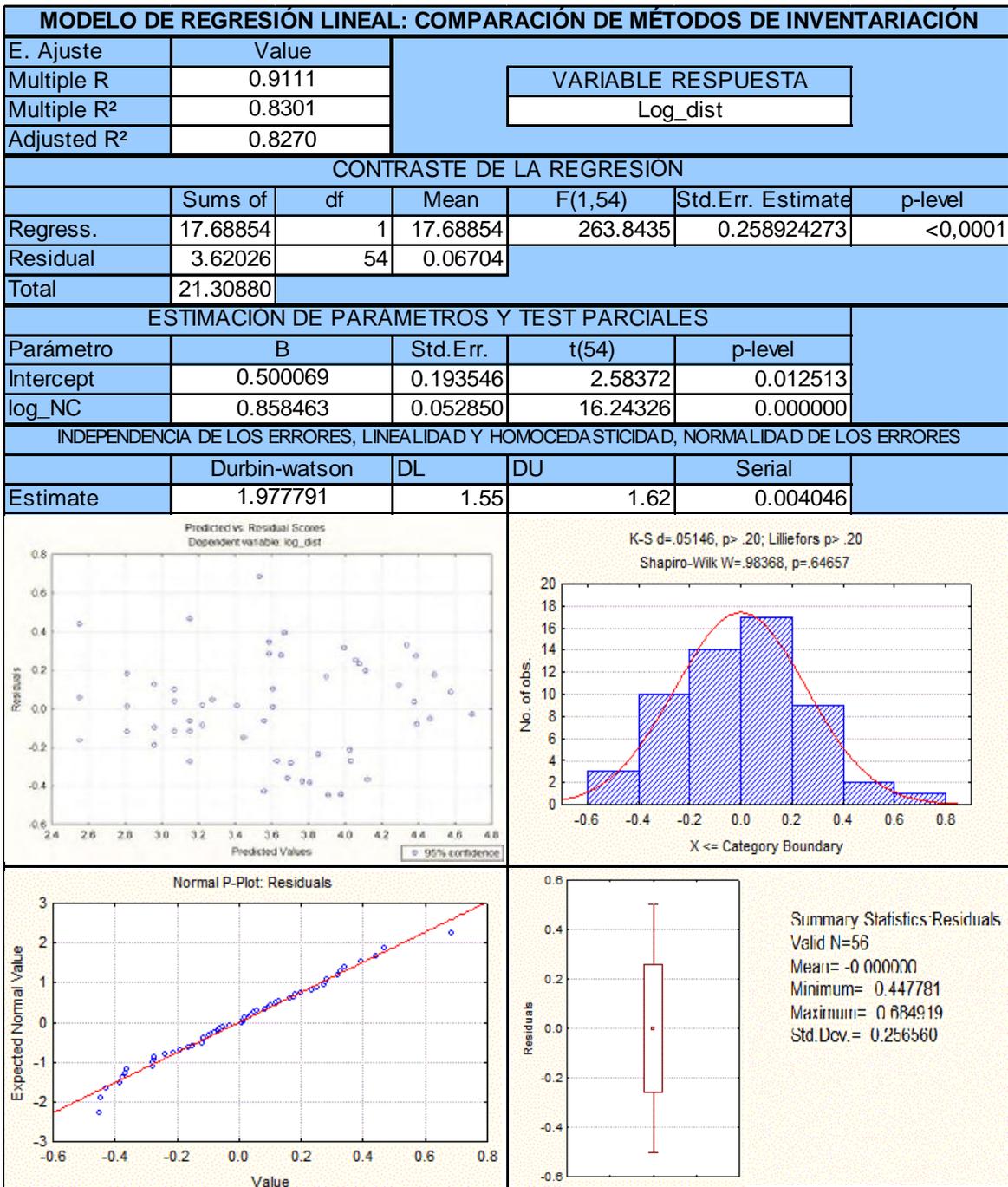
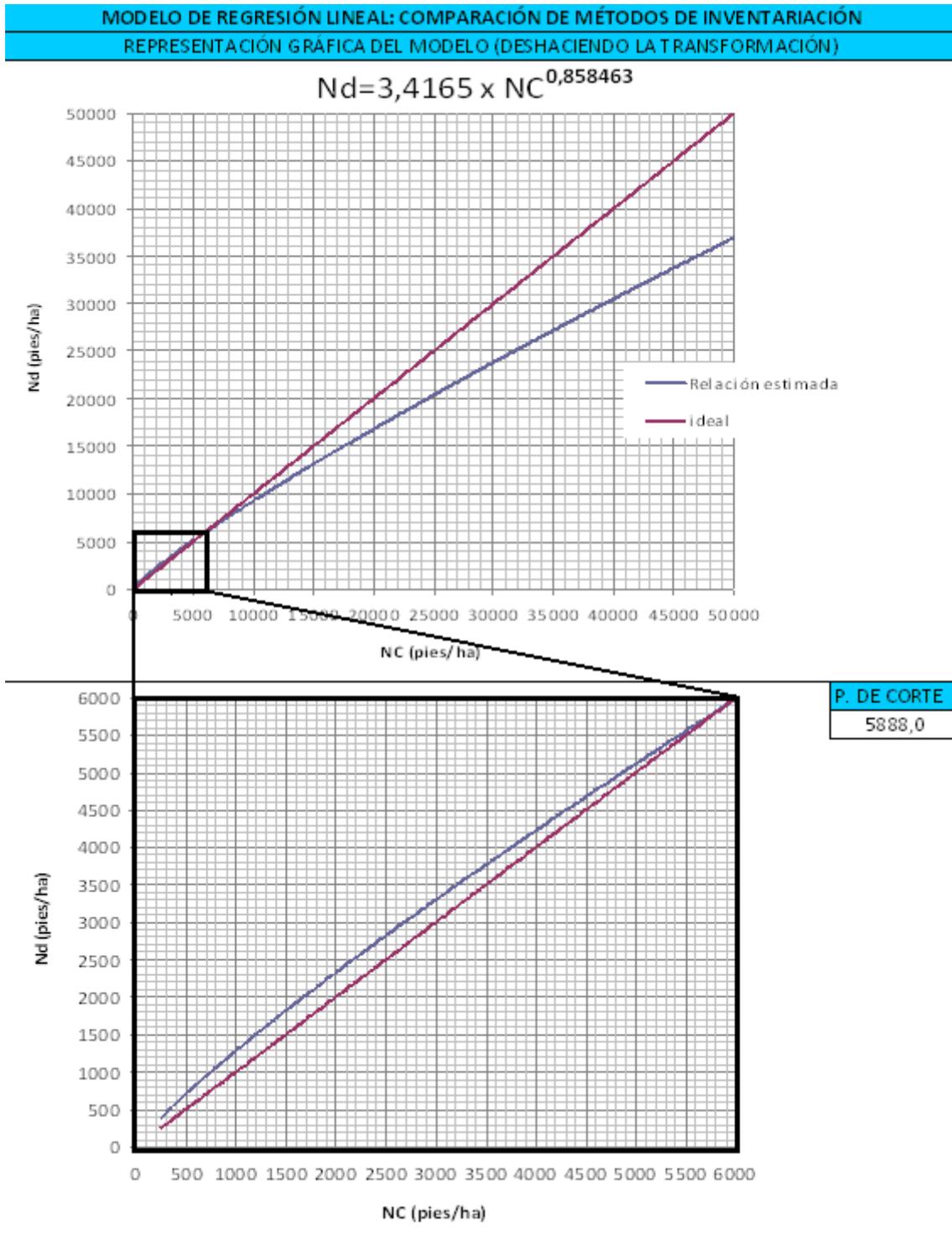


Tabla 60. E. ajuste: estadístico de ajuste; Adjusted R²: R² ajustado. Regress: total de la regresión; Sums of: suma de cuadrados de los errores, df: grados de libertad; Mean: media de los cuadrados de los errores; F(1,54): valor del estadístico de contraste bajo una distribución F de Snedecor; Std. err. Estimate y Std. Err.: error estándar estimado; p-level: p-valor del contraste de hipótesis; t(54): valor del estadístico de contraste bajo una distribución t de Student con 54 grados de libertad; B: estimación de los parámetros; Durbin-watson: estadístico del test de independencia; DL: límite inferior de la distribución de Durbin-Watson; DU: límite inferior de la distribución de Durbin-Watson; Serial: p-valor del test de independencia. Gráfica superior izquierda normalidad y homocedasticidad: residuos (Y) frente a predichos (X); Gráfica superior derecha: normalidad de los errores con histograma, test de Kolmogorov Smirnov, Lilliefors y Shapiro-Wilk. Gráfica inferior izquierda: Q-qqplot de normalidad de los residuos. Gráfica inferior derecha: diagrama de caja y bigotes para residuos y estadísticas descriptivas de los mismos.



Volver al índice

Tabla 61. Representación del modelo de regresión lineal de comparación de métodos de inventariación deshaciendo la transformación logarítmica: línea azul (relación estimada). La línea roja representa la relación ideal si los dos métodos midieran siempre la misma densidad. Eje X: distancias; Eje Y: cuadrantes. Gráfica inferior: zoom hacia la zona de interés en gestión (de 0 a 3.500 pies/ha). P. de Corte: punto de corte de las curvas relación estimada e ideal (punto en el cual se invierten las tendencias de cada método a subestimar o sobreestimar con respecto al otro).



[Volver al Índice](#)

Tabla 62. Matriz de correlaciones de las variables importantes (que intervienen en los modelos de mortalidad y densidad en 2011 como significativas). Arriba: estimación del coeficiente de correlación de Pearson; abajo: p-valor del contraste de hipótesis de dicha estimación (casilla de correlaciones significativas coloreadas). Ver significado de variables en tabla 7.

variable	EMPRAD EC_2010	EMPRAD EC_2011	DENS_PI ORNO_2 011	CREC_PI ORNO	DENS_H ELECHO _2010	DENS_H ELECHO _2011	CREC_H ELECHO	MAT_TO T_2010	MAT_TO T_2011	CREC_M AT	limo	He	MO_TOT AL	Ce	Ntotal
EMPRAD_EC_2010	1.0000 p=---	.4536 p=.007	-.1555 p=.380	-.1292 p=.467	.5058 p=.002	.0847 p=.634	-.1634 p=.356	.3776 p=.028	-.0970 p=.585	-.2043 p=.246	-.0345 p=.847	.1975 p=.263	.3463 p=.045	.4383 p=.010	.4265 p=.012
EMPRAD_EC_2011	.4536 p=.007	1.0000 p=---	-.2129 p=.227	-.1897 p=.283	.4336 p=.010	.1961 p=.266	.0158 p=.929	.3428 p=.047	-.0361 p=.839	-.1296 p=.465	.0416 p=.815	-.0248 p=.889	.0304 p=.864	.4747 p=.005	.2641 p=.131
DENS_PIORNO_2011	-.1555 p=.380	-.2129 p=.227	1.0000 p=---	.9954 p=0.00	-.1914 p=.278	-.1512 p=.393	-.0886 p=.618	-.1079 p=.544	.5593 p=.001	.6294 p=.000	.1797 p=.309	.3359 p=.052	.1915 p=.278	.0439 p=.805	.2423 p=.167
CREC_PIORNO	-.1292 p=.467	-.1897 p=.283	.9954 p=0.00	1.0000 p=---	-.1659 p=.348	-.1427 p=.421	-.0915 p=.607	-.1083 p=.542	.5611 p=.001	.6315 p=.000	.1752 p=.322	.3467 p=.045	.2034 p=.249	.0570 p=.749	.2504 p=.153
DENS_HELECHO_2010	.5058 p=.002	.4336 p=.010	-.1914 p=.278	-.1659 p=.348	1.0000 p=---	.6520 p=.000	.2888 p=.098	.9024 p=.000	.2568 p=.143	.0367 p=.837	-.1157 p=.515	.0474 p=.790	.1153 p=.516	.2849 p=.102	.1886 p=.285
DENS_HELECHO_2011	.0847 p=.634	.1961 p=.266	-.1512 p=.393	-.1427 p=.421	.6520 p=.000	1.0000 p=---	.9142 p=.000	.6572 p=.000	.6660 p=.000	.5412 p=.001	.1362 p=.442	-.1163 p=.512	-.1452 p=.413	.1240 p=.485	-.0534 p=.764
CREC_HELECHO	-.1634 p=.356	.0158 p=.929	-.0886 p=.618	-.0915 p=.607	.2888 p=.098	.9142 p=.000	1.0000 p=---	.3476 p=.044	.7037 p=.000	.6638 p=.000	.2338 p=.183	-.1722 p=.330	-.2450 p=.163	.0043 p=.981	-.1682 p=.342
MAT_TOT_2010	.3776 p=.028	.3428 p=.047	-.1079 p=.544	-.1083 p=.542	.9024 p=.000	.6572 p=.000	.3476 p=.044	1.0000 p=---	.3935 p=.021	.1576 p=.373	-.0962 p=.588	-.0329 p=.853	.0106 p=.952	.2721 p=.119	.1198 p=.500
MAT_TOT_2011	-.0970 p=.585	-.0361 p=.839	.5593 p=.001	.5611 p=.001	.2568 p=.143	.6660 p=.000	.7037 p=.000	.3935 p=.021	1.0000 p=---	.9699 p=0.00	.2751 p=.115	.0997 p=.575	-.0585 p=.743	.0795 p=.655	.0314 p=.860
CREC_MAT	-.2043 p=.246	-.1296 p=.465	.6294 p=.000	.6315 p=.000	.0367 p=.837	.5412 p=.001	.6638 p=.000	.1576 p=.373	.9699 p=0.00	1.0000 p=---	.3209 p=.064	.1158 p=.514	-.0656 p=.712	.0133 p=.941	.0020 p=.991
limo	-.0345 p=.847	.0416 p=.815	.1797 p=.309	.1752 p=.322	-.1157 p=.515	.1362 p=.442	.2338 p=.183	-.0962 p=.588	.2751 p=.115	.3209 p=.064	1.0000 p=---	-.2201 p=.211	-.4834 p=.004	.0411 p=.818	-.3041 p=.080
He	.1975 p=.263	-.0248 p=.889	.3359 p=.052	.3467 p=.045	.0474 p=.790	-.1163 p=.512	-.1722 p=.330	-.0329 p=.853	.0997 p=.575	.1158 p=.514	-.2201 p=.211	1.0000 p=---	.8948 p=.000	.2522 p=.150	.6561 p=.000
MO_TOTAL	.3463 p=.045	.0304 p=.864	.1915 p=.278	.2034 p=.249	.1153 p=.516	-.1452 p=.413	-.2450 p=.163	.0106 p=.952	-.0585 p=.743	-.0656 p=.712	-.4834 p=.004	.8948 p=.000	1.0000 p=---	.2569 p=.143	.7478 p=.000
Ce	.4383 p=.010	.4747 p=.005	.0439 p=.805	.0570 p=.749	.2849 p=.102	.1240 p=.485	.0043 p=.981	.2721 p=.119	.0795 p=.655	.0133 p=.941	.0411 p=.818	.2522 p=.150	.2569 p=.143	1.0000 p=---	.6314 p=.000
Ntotal	.4265 p=.012	.2641 p=.131	.2423 p=.167	.2504 p=.153	.1886 p=.285	-.0534 p=.764	-.1682 p=.342	.1198 p=.500	.0314 p=.860	.0020 p=.991	-.3041 p=.080	.6561 p=.000	.7478 p=.000	.6314 p=.000	1.0000 p=---

Volver al Índice

2.1. Fotografías.



Ilustración 18. Replanteo de parcela por cuadrantes. Estaca, pica y cintas A y B de 7,2 metros. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 19. Regeneración de primavera de 2011 (dos años después del incendio). Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 20. Ejemplo de un hoyo de los tres ejecutados en parcela de muestreo de suelos P2suelo. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 21. Material: receptor GPS y brújula magnética. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 22. Ejemplo de pino no afectado en el incendio. Obsérvese la acumulación de piñas serotinas. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 23. Material: alcotana, pica, cogedor, cintas A y B y lona de plástico. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.



Ilustración 24. Almacenamiento de muestras de suelo. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)

[Volver al Índice](#)



Ilustración 25. Ortofotografías aéreas RGB del satélite PNOA 2009: Comparación de las dos intensidades de combustión Agresiva: izquierda/Débil: derecha. Fuente: IDECyL.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 26. Estado del piornal tras dos años del incendio. Altura media mayor a 1 metro y cobertura del 100%. Obsérvese la altura del regenerado superviviente por tener el desmonte del terreno (la izda. de la fotografía), y el jalón metálico amarillo de 1 metro en el centro de la fotografía. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 27. Regenerado conseguido tras dos años del incendio. Densidad excesiva. Ámbito de influencia del factor edáfico fracción de limo. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 28. La competencia del piornal se hace efectiva en el segundo año tras el incendio. Obsérvese la ausencia de guías de brinzales de *Pinus pinaster* en los espacios dominados por el piornal. En la zona central de la fotografía el regenerado ha ganado la competencia superando al piorno. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 29. Zona de helechar. Malos resultados en densidad de regeneración dos años después del incendio. Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 30. Caso del piorno. Obsérvese la longitud del sistema radical con respecto a la parte aérea de la planta con un año de edad (extraída tras sólo un periodo vegetativo tras el incendio). Esta extraordinaria exploración del perfil en esta especie le permite ejercer en el segundo año tras el incendio la fuerte competencia sobre el regenerado que en este estudio se ha demostrado. Autor: Ángel Iglesias Ranz.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 31. Efecto del retraso en la saca de madera. Debe hacerse antes de la primavera siguiente al incendio. Autor: Ángel Iglesias Ranz.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 32. Protección de las acículas (agajúos) sobre el regenerado en el primer año. En combustión fuerte las acículas desaparecieron, en pendientes fuertes estas acículas son arrastradas con las primeras lluvias de otoño. Combustión fuerte y altas pendientes: graves problemas de germinación y primer establecimiento del regenerado. Autor: Ángel Iglesias Ranz.

[Volver al Índice](#)



Ilustración 33. El helechar es de los primeros en germinar, pero no ejerce competencia significativa en el primer año de establecimiento del regenerado.

Autor: Ángel Iglesias Ranz

[Volver al Índice](#)



Ilustración 34. Yema apical de brinzal de dos años de *Pinus pinaster*. El exceso de fertilidad del suelo favorece la proliferación de enfermedades.

Autor: Álvaro Gómez Carrasco.

[Volver al Índice](#)

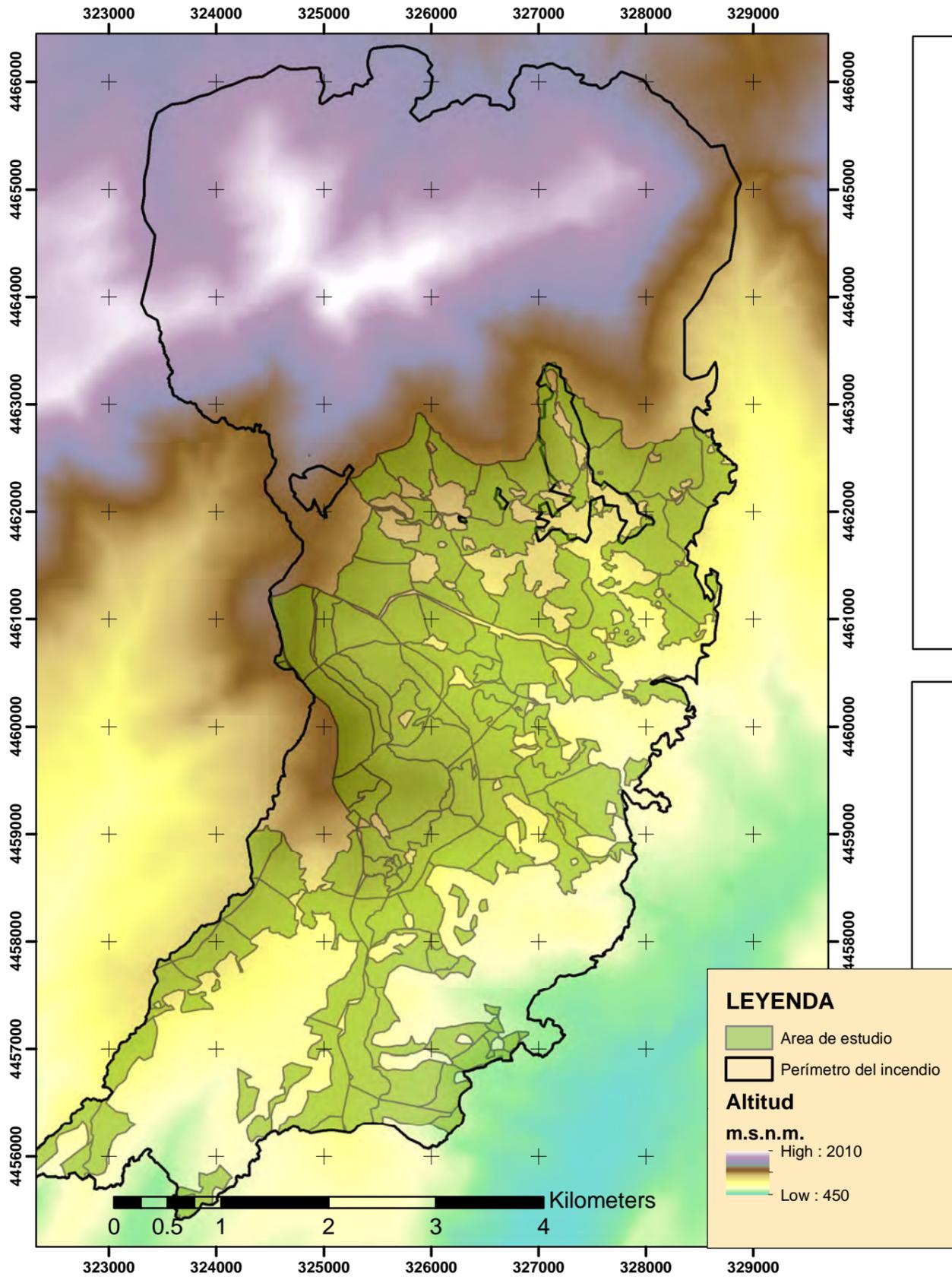


Ilustración 35. Intolerancia a la falta de aireación del suelo: los pinos supervivientes (como el de la derecha) tienen una longitud de raíz pivotante de 30 cm y longitud de parte aérea de 50 cm; los pinos secos (como el segundo por la izqda.) o los pinos con dudosa viabilidad (primero y tercero por la izda.) tienen una longitud de raíz de menos de 15 cm y de la parte aérea de 35 cm. Esto ilustra la intolerancia de los sistemas radicales de esta especie a la falta de aireación y la mortalidad que ello produce. Autor: Rafael Serrada Hierro.

[Volver al Índice](#)

MAPA DE SITUACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

[Volver al Índice](#)



Universidad de Valladolid



Junta de Castilla y León

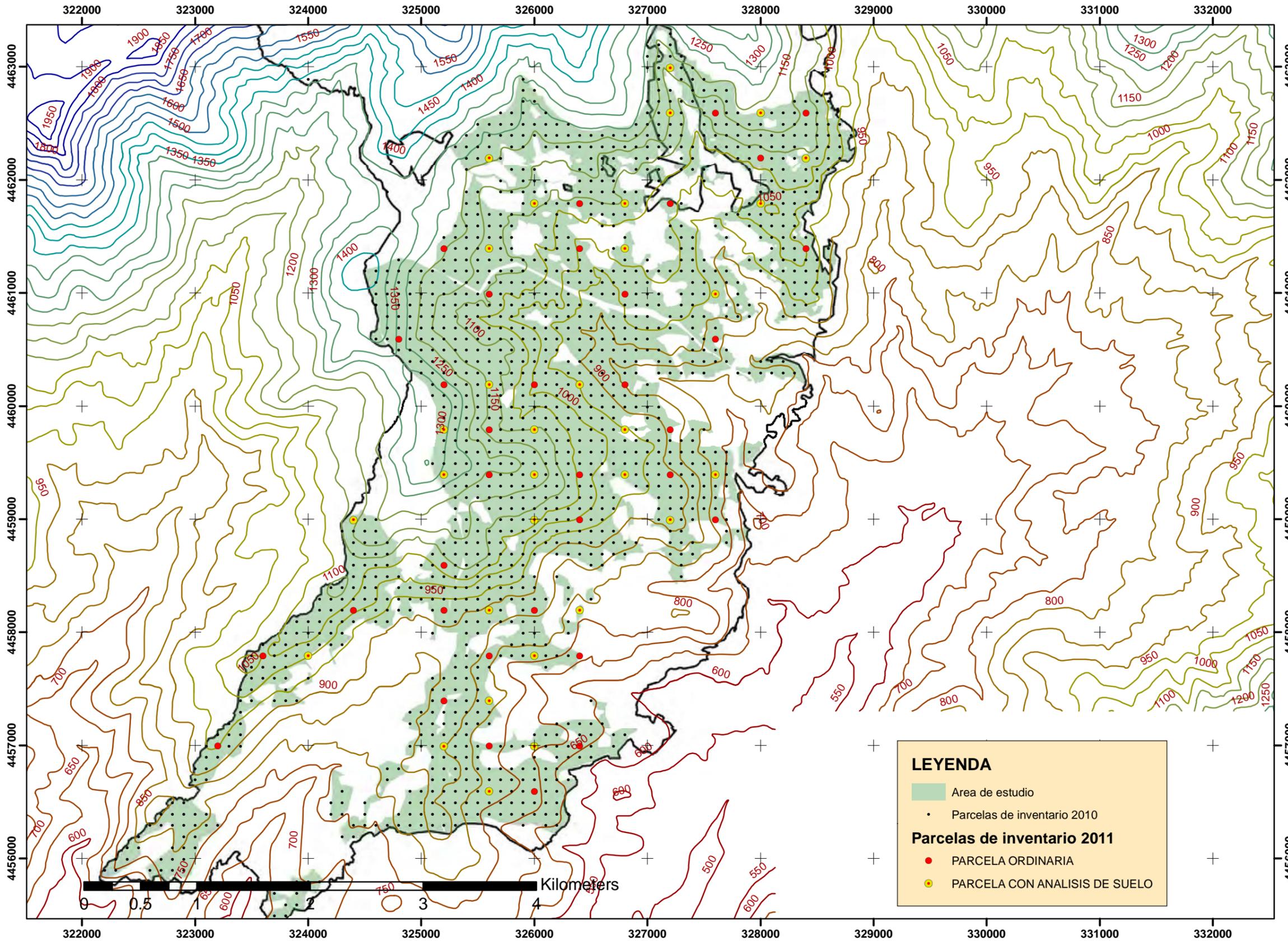


Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

ETSIAA (Palencia) UVA INIA JCYL	EVOLUCIÓN DEL REGENERADO TRAS INCENDIO EN MONTES DE <i>Pinus pinaster</i> Ait. DE LA SIERRA DE GREDOS (ESPAÑA CENTRAL).	Director: Dr. Ingeniero de Montes D. Rafael Serrada Hierro. Tutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Felipe Bravo Oviedo. Cotutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Ángel Iglesias Ranz. Alumno: Ingeniero Técnico Forestal D. Álvaro Gómez Carrasco.	ESCALA: 1:50,000	FECHA: 1-12-2012	PLANO N°: 1
---------------------------------------	--	---	---------------------	---------------------	----------------

MAPA DE SITUACIÓN DE PARCELAS DE INVENTARIO

[Volver al índice](#)



Universidad de Valladolid



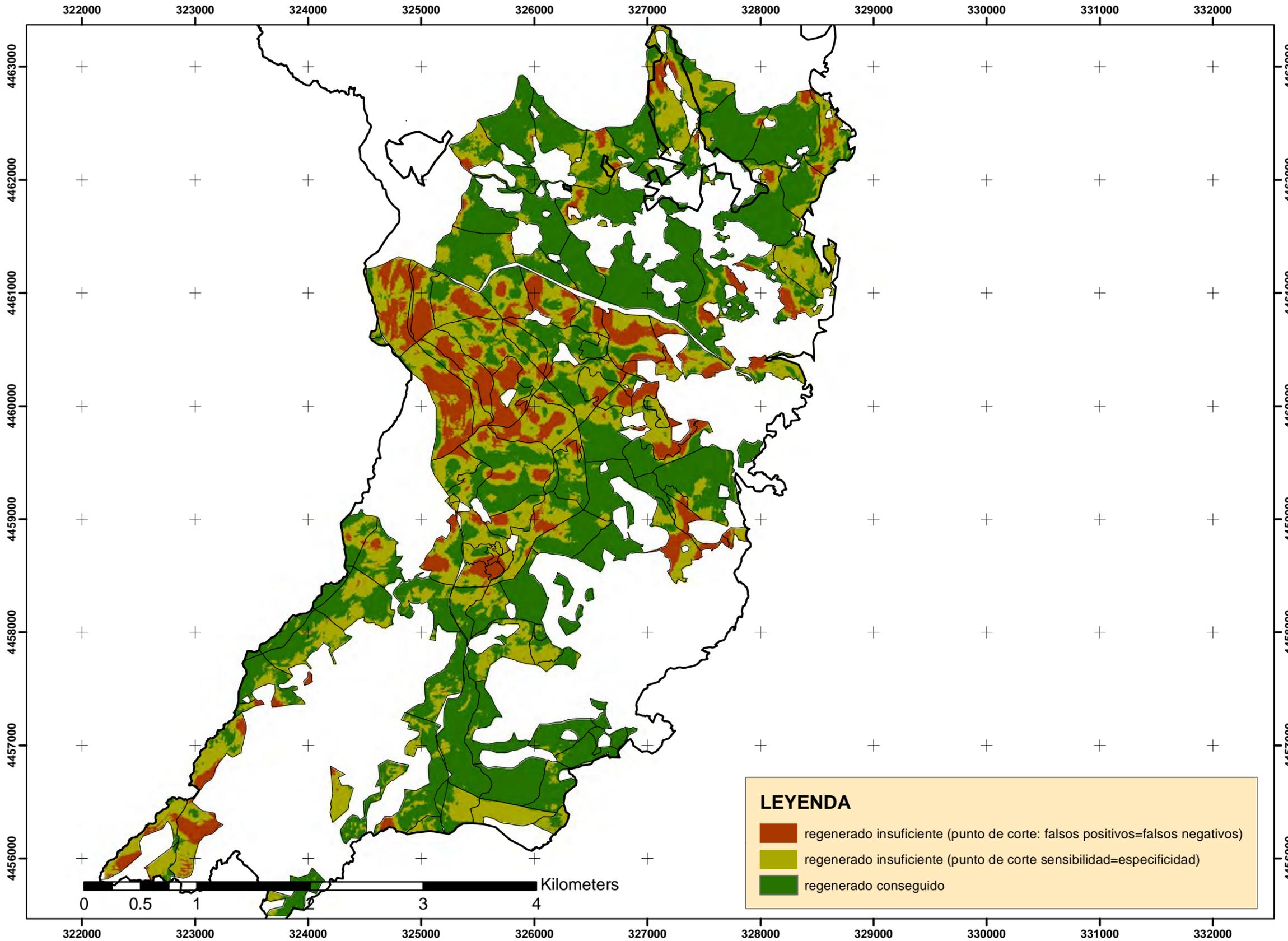
Junta de Castilla y León



ETSIAA (Palencia) UVA INIA JCYL	EVOLUCIÓN DEL REGENERADO TRAS INCENDIO EN MONTES DE <i>Pinus pinaster</i> Ait. DE LA SIERRA DE GREDOS (ESPAÑA CENTRAL).	Director: Dr. Ingeniero de Montes D. Rafael Serrada Hierro. Tutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Felipe Bravo Oviedo. Cotutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Ángel Iglesias Ranz. Alumno: Ingeniero Técnico Forestal D. Álvaro Gómez Carrasco.	ESCALA: 1:35,000	FECHA: 1-12-2012	PLANO Nº: 2
---------------------------------------	---	---	---------------------	---------------------	----------------

MODELO LOGISTICO CARTOGRAFICO COMPLETO

[Volver al índice](#)



Universidad de Valladolid

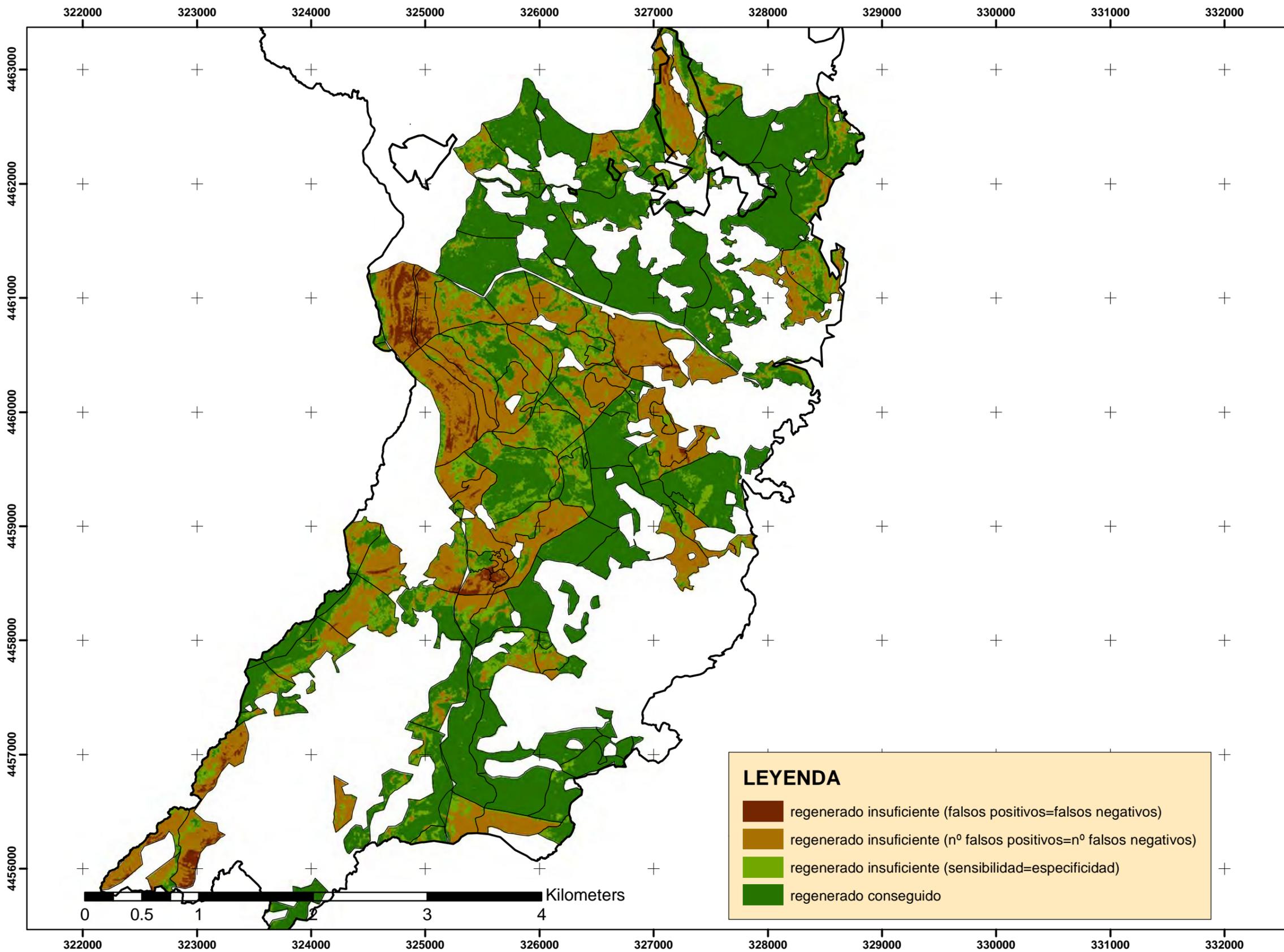


Junta de Castilla y León



ETSIIAA (Palencia) UVA INIA JCYL	EVOLUCIÓN DEL REGENERADO TRAS INCENDIO EN MONTES DE <i>Pinus pinaster</i> Ait. DE LA SIERRA DE GREDOS (ESPAÑA CENTRAL).	Director: Dr. Ingeniero de Montes D. Rafael Serrada Hierro. Tutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Felipe Bravo Oviedo. Cotutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Ángel Iglesias Ranz. Alumno: Ingeniero Técnico Forestal D. Álvaro Gómez Carrasco.	ESCALA: 1:35,000	FECHA: 26-01-2013	PLANO N°: 3
--	---	---	---------------------	----------------------	----------------

MODELO LOGISTICO CARTOGRAFICO DE RÁPIDA ACTUACIÓN



Universidad de Valladolid



Junta de Castilla y León



Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

ETSIIAA (Palencia) UVA INIA JCYL	EVOLUCIÓN DEL REGENERADO TRAS INCENDIO EN MONTES DE <i>Pinus pinaster</i> Ait. DE LA SIERRA DE GREDOS (ESPAÑA CENTRAL).	Director: Dr. Ingeniero de Montes D. Rafael Serrada Hierro. Tutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Felipe Bravo Oviedo. Cotutor: Dr. Ingeniero de Montes D. Ángel Iglesias Ranz. Alumno: Ingeniero Técnico Forestal D. Álvaro Gómez Carrasco.	ESCALA: 1:35,000	FECHA: 26-01-2013	PLANO Nº: 4
--	---	---	---------------------	----------------------	----------------