



Universidad
Zaragoza

1542

Trabajo de Fin de Grado

Identificación de zonas potenciales de fructificación del *Boletus edulis* en la Comarca de Pinares (Soria y Burgos).

Autor

Rubén Escribano Gil de Gómez

Director

Fernando Pérez Cabello

Facultad: Filosofía y Letras

Año: 2018

Agradecimientos

Al Doctor Fernando Pérez Cabello por su excelente dirección y disponibilidad para este proyecto.

Al Ingeniero de Montes de Covalada Oscar Carrascosa Domínguez y a Mateo García Martínez por su aporte de conocimientos sobre el área de estudio.

A mi padre por el interés y apoyo en el proyecto y por ser el lazo entre los agentes de la zona anteriormente citados.

A mi madre por el compromiso y apoyo en el proyecto.

RESUMEN

En la actualidad la recolección micológica está tomando un protagonismo significativo en las zonas donde es posible su realización. Destaca principalmente el *Boletus edulis* debido al alto valor económico y gastronómico que presenta este hongo. Soria es una de las regiones con mayor cantidad de Boletus recolectados y en especial la Comarca de Pinares, que presenta un alto potencial de fructificación en su territorio. A través del siguiente análisis se plantea realizar una metodología que permita delimitar de una forma estimada las zonas de esta comarca en función del grado de potencialidad de fructificación que presenten para este tipo de hongo. El análisis se realiza mediante la utilización de SIG y Teledetección. El reconocimiento de la diferente potencialidad de la zona podría ser un posible motor de desarrollo rural que permitiera la mejora de la situación económica de la comarca pinariega.

ABSTRACT

Currently, mycological collection is taking a significant role in the areas where it is possible to carry it out. The *Boletus edulis* stands out mainly due to the high economic and gastronomic value that this fungus presents. Soria is one of the regions with the largest amount of Boletus collected and especially the Comarca de Pinares, which has a high fructification potential in its territory. Through the following analysis, a methodology is proposed to delimit in an estimated way the zones of this region depending on the degree of fruiting potential they present for this type of fungus. The analysis is done through the use of GIS and Remote Sensing. The recognition of the different potential of the area could be a possible engine of rural development that would allow the improvement of the economic situation of the Pinariega region.

Palabras clave: *Boletus edulis*, SIG, teledetección, potencialidad, desarrollo rural.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	6
2.	OBJETIVOS	9
3.	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	9
3.1	LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA	9
3.2	CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO	11
3.3	ANÁLISIS DEL MEDIO NATURAL	12
3.3.1	GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA	13
3.3.2	EDAFOLOGÍA	13
3.3.3	CLIMA	14
3.3.4	VEGETACIÓN	14
3.3.5	ESTADO Y GESTIÓN FORESTAL	15
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1	MATERIALES	17
4.1.1	FUENTES CARTOGRÁFICAS	17
4.1.2	CARTOGRAFÍA DERIVADA	19
4.1.3	PROGRAMAS INFORMÁTICOS	21
4.2	CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL BOLETUS EDULIS	21
4.3	CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTES Y LIMITANTES PARA EL BOLETUS EDULIS	22
4.3.1	FACTORES CONDICIONANTES	22
4.3.1.1	TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	22
4.3.1.2	ORIENTACIÓN TOPOGRÁFICA	24
4.3.2	FACTORES LIMITANTES	25
4.3.2.1	pH DEL SUELO	25
4.3.2.2	TIPO DE VEGETACION Y USOS DEL SUELO	28
4.3.2.3	DENSIDAD DE CUBIERTA VEGETAL ARBÓREA	31
4.3.2.4	CALIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DE TAMAÑO MEDIO Y DE GRAN TAMAÑO	34
4.4	COMPARACIÓN TEMPORAL DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA COMARCA DE PINARES	36
4.4.1	ANÁLISIS NDVI: CAMBIOS TEMPORALES DE LA CUBIERTA VEGETAL	36
4.4.2	ANÁLISIS DE LA DENSIDAD DE COBERTURA VEGETAL ARBÓREA	40
5.	INTEGRACIÓN DE VARIABLES	43
6.	RESULTADOS	45
7.	ESTIMACIÓN ECONÓMICA	47
8.	COMERCIO DEL BOLETUS EDULIS	50
9.	ANÁLISIS DAFO DEL APROVECHAMIENTO DEL BOLETUS EDULIS COMO RECURSO ECONÓMICO PRINCIPAL	50
10.	CONCLUSIONES	52
11.	BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	54
12.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localización del área de estudio. Elaboración propia	10
Figura 2 - Mapa de altitud del área de estudio. Elaboración propia	13
Figura 3 – Mapa de potencialidad según el tipo de vegetación y el pH del suelo. Elaboración propia	20
Figura 4 – Mapa de valores de potencialidad según la precipitación media anual. Elaboración propia	23
Figura 5 – Mapa de valores de potencialidad según la temperatura media anual. Elaboración propia	24
Figura 6 – Mapa de valores de potencialidad según la orientación. Elaboración propia	25
Figura 7 – Mapa de puntos muestrales de pH del suelo. Fuente: III Inventario Forestal Nacional. Elaboración propia	26
Figura 8 – Mapa de valores de potencialidad según el pH del suelo (IDW). Elaboración propia	27
Figura 9 – Mapa de valores de potencialidad según el tipo de vegetación. Elaboración propia	30
Figura 10 – Mapa de valores de potencialidad según la densidad de la vegetación arbórea. Elaboración propia	33
Figura 11 – Mapa de valores de potencialidad según la calidad de la vegetación arbórea de tamaño medio y de gran tamaño. Elaboración propia	35
Figura 12 – Compuesto NDVI (2008 – 2009). Elaboración propia	37
Figura 13 – Compuesto NDVI (2016 – 2017). Elaboración propia	38
Figura 14 – Mapa diferencia temporal NDVI. Elaboración propia	39
Figura 15 – Mapa valores de potencialidad según la densidad de la vegetación arbórea (2000). Elaboración propia	40
Figura 16 – Mapa diferencia temporal análisis de densidad de vegetación arbórea. Elaboración propia	42
Figura 17 - Mapa de zonas potenciales para la fructificación del <i>Boletus edulis</i> . Elaboración propia	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Valores resultantes de la combinación de pH del suelo y vegetación. Elaboración propia	19
Tabla 2 – Asignación de valores de potencialidad según el pH del suelo. Elaboración propia	27
Tabla 3 - Asignación de valores de potencialidad según el tipo de vegetación. Elaboración propia	29
Tabla 4 - Asignación de valores de potencialidad según la densidad de cubierta vegetal arbórea. Elaboración propia	31
Tabla 5 - Asignación de valores de potencialidad según la calidad de vegetación arbórea de tamaño medio y de gran tamaño. Elaboración propia	34
Tabla 6 – Asignación de valores de potencialidad para ambos tipos de variables. Elaboración propia	43
Tabla 7 – Asignación de valores de ponderación para cada variable. Elaboración propia	43
Tabla 8 – Nueva valoración de potencialidad. Elaboración propia	44
Tabla 9 – Porcentaje de superficie según el grado de potencialidad	47
Tabla 10 – Precio de permisos diarios. Elaboración propia	48
Tabla 11 – Precio de permisos de temporada. Elaboración propia	49
Tabla 12 – Precio de permisos especiales. Elaboración propia	49
Tabla 13 – Precio de permisos diarios recreativos (Covaleda). Elaboración propia	49
Tabla 14 - Análisis DAFO. Elaboración propia	52

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 – Evolución poblacional de los municipios de la Comarca de Pinares. Elaboración propia	11
--	----

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El *Boletus edulis* es un tipo de hongo micorrícico que vive en simbiosis con unas determinadas especies vegetales normalmente de carácter arbóreo y arbustivo. La simbiosis se lleva a cabo a través de las micorrizas, que son unos pequeños órganos situadas en las zonas más extremas de las raíces de las plantas con las que mantienen esta relación. Como resultado de esta simbiosis, forman unas estructuras subterráneas con morfología abultada al quedar tapizada la raíz por el tejido fúngico (Potencial Micológico de la Sierra de Guadarrama, p. 7-8).



Ilustración 1 - *Boletus edulis*. Fuente: Google imágenes.

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León existen diversas especies de *Boletus* y cuatro de ellas tienen un importante interés comercial; en este sentido destaca el *Boletus edulis* por sus increíbles cualidades gastronómicas y su destacada morfología que lo hace agradable a la vista. La mencionada especie es la más buscada principalmente por su alto valor económico en el mercado. Las otras especies presentes en la recolección son el *Boletus aereus*, *Boletus aesti* y el *Boletus pinophilus*. Éstas aparecen principalmente en zonas dominadas por bosques maduros de *Pinus sylvestris* (Castilla y León Micología. Disponible en: <http://www.micocyl.es/>).

Hasta el momento no se conoce la manera de cultivar el *Boletus* ya que es un tipo de hongo que requiere una serie de parámetros muy precisos para su fructificación y no se ha conseguido averiguarlos al 100% hasta el momento. Pese a ello, recientemente, un grupo de investigadores españoles de la empresa ID Forest en colaboración con la Universidad de Valladolid, han conseguido este reto asociando las micorrizas del *Boletus edulis* a la raíz de un tipo de planta arbustiva (*Cistus ladanifer*) y a una bacteria que, evidentemente, no se ha publicado por razones económicas en caso de que se obtuvieran resultados positivos. De esta manera se ha producido una simbiosis triple; sin embargo el procedimiento está en fase experimental dado que una vez que se realiza la micorrización, el proceso de fructificación tiene una duración de unos cuatro años aproximadamente (ID Forest: Biotecnología Forestal Aplicada. Disponible en: <http://www.idforest.es/es/index.asp>).

El *Boletus edulis* al ser un hongo totalmente silvestre no ha estado sujeto a una regulación y seguimiento en su fructificación. Se puede afirmar que aunque los humanos seamos los principales consumidores, por delante del resto de seres vivos, no tenemos un control sobre este tipo de hongo lo que provoca una falta de documentación histórica acerca de las oscilaciones de fructificación que ha experimentado a lo largo del tiempo. Esto es debido a la carencia de información sobre los factores limitantes y condicionantes de su desarrollo.

A medida que avanza la tecnología y los intereses de diferente naturaleza sobre el mundo de la micología, en el que el producto demandado por excelencia es el Boletus, se han ido conociendo algunos factores que influyen en su crecimiento y fructificación pese a no tener una certeza total. Algunos de ellos son la temperatura, las precipitaciones, el tipo de vegetación, la densidad y edad de la vegetación, el pH del suelo, la orientación y pendiente, entre otros. La oscilación anual de fructificación varía en función de los cambios en los citados factores, sin embargo no se puede afirmar que haya habido un descenso generalizado en la historia ya que no existen datos certeros sobre la recolección en épocas pasadas.

Actualmente existen un gran número de países en los que se recoge este tipo de hongo, pero es en España donde se lleva a cabo una mayor recolección frente a los demás. Centrándonos en España, es en la Comunidad de Castilla y León, especialmente en la zona este (provincias de Burgos y Soria) donde se reúnen los factores y características del entorno precisas para el desarrollo potencial del *Boletus edulis*. Es cierto que la mirada y el interés en términos micológicos se centran en esta especie de hongo por su excelente valor gastronómico y su elevado coste económico en el mercado, pero existen otras especies de hongos y setas reclamados y estudiados en la zona como *Lactarius deliciosus* (Níscalo) o *Tuber melanosporum* (Trufa negra).

En Soria, la gran tradición de recolección micológica centrada en el *Boletus edulis* unida al beneficio económico familiar y empresarial por su venta, ha provocado una masificación de población tanto de la zona como de otras Comunidades Autónomas e incluso países en las épocas de recolección que perjudican considerablemente el medio ambiente y la economía local. La tradición recolectora local se traducían en una ayuda necesaria a la economía familiar que normalmente era escasa por la limitada industria que existe (maderera generalmente). Con el gran aumento de la demanda del *Boletus edulis* principalmente del sector hostelero y el aumento del precio de este producto, se ha experimentado un cambio brusco de la actividad principalmente en la última década. La llegada masiva de población procedente de los países del este (Rumanía principalmente), contratados por grandes empresas del sector dedicado a la gastronomía, arrasan el bosque con prácticas de recolección muy agresivas (rastrillado) afectando negativamente a todo el ecosistema y en especial al conjunto de especies micológicas.

Este hecho ha provocado la necesidad de aplicar una serie de regulaciones legislativas y vigilancia exhaustiva en la zona para combatir estas acciones tan perjudiciales al conjunto de la sociedad local y del medio ambiente. Una de ellas es el pago de una tasa con diferentes precios en función del lugar de residencia o de la masa de especies micológicas que se desee

recolectar, aunque también existe una restricción ante este último aspecto limitando el número de Kilogramos posibles de recolección.

Existen diversos permisos pudiendo elegir en función del tiempo en días, de temporada o especiales (disposición de Guía micológico y los beneficiarios son empresas de turismo) y también en función del destino de la recolección pudiendo ser de uso recreativo y comercial (Castilla y León Micología. Disponible en: <http://www.micocyl.es/>).

Los estudios y productos cartográficos sobre el *Boletus edulis* son numerosos sin embargo la gran mayoría están recogidos en proyectos particulares. Pese a esto, algunos de ellos están registrados en diferentes provincias de Castilla y León como León, Burgos, Soria, Valladolid, Ávila, Segovia y Zamora. Existe un visor cartográfico de las zonas potenciales de producción micológica en los montes regulados de la Comunidad Autónoma citada, en el que se aprecia la predominancia de estos en la zona este de la misma (<http://www.micocyl.es/visor/>). Pese a ello al ser un campo de estudio tan amplio y con una serie de características tan delicadas que limitan el crecimiento de la especie estudiada, se pueden mostrar deficiencias a la hora de representar cartográficamente las zonas potenciales de fructificación. Además, dada la falta de información necesaria para saber con certeza los requisitos para el crecimiento del *Boletus*, es preciso utilizar como base algunas fuentes secundarias como los mapas de pH del suelo de Castilla y León.

No existen un gran número de publicaciones y proyectos sobre este tipo de hongo, pero destaca entre ellas la Tesis Doctoral de Fernando Martínez Peña (2008) que estudia la producción de carpóforos de macromicetes epigeos en masas ordenadas de *Pinus sylvestris* L. Además, se pueden destacar otros proyectos como el de Teresa Ágreda Cabo que estudia la Influencia de la edad de la masa en la fructificación de hongos silvestres comestibles en un bosque de *Pinus pinaster* Ait. De Soria.

Existen otras publicaciones sobre este tema como: Olaizola Suárez, J., Cuesta Bachiller, J., dela Parra Peral, B., Oria de Rueda, J. A., Saiz Rojo, A. (2018) sobre la Gestión micológica forestal. Técnicas para mejorar las producciones de hongos silvestres comestibles en el País Vasco. A parte de estas publicaciones es necesario mencionar también el Manual de buenas prácticas para la gestión forestal del recurso micológico forestal y el Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León.

El estudio de los factores que influyen en la fructificación del hongo y en especial del *Boletus edulis* es de interés para el buen uso del recurso y su utilización como posible motor de desarrollo rural a través de su aprovechamiento.

En este Trabajo de Fin de Grado se plantea una metodología para elaborar un producto cartográfico centrado en la zona más oriental de Castilla y León (Comarca de Pinares), introduciendo información limitante y condicionante para la fructificación del *Boletus edulis*. El proyecto se realizará en la referida comarca dado que en ella existe una masa forestal de gran extensión dominada por el *Pinus sylvestris* de edad madura (entre los 15 y los 70 años principalmente) y esta especie es excepcional para el desarrollo de este hongo. Además, esta zona se sustenta de una economía maderera en declive, por tanto una buena gestión de la

actividad recolectora de esta especie de hongo podría repercutir positivamente en la economía local y en el desarrollo rural marcado actualmente por una despoblación intensa.

2. OBJETIVOS

El principal objetivo del proyecto es llevar a cabo una metodología para la identificación de zonas potenciales de fructificación del *Boletus edulis*. Esta metodología está basada en la utilización de herramientas SIG, de teledetección y otras fuentes de información espacial.

Otro propósito de carácter secundario es estimar la repercusión económica que proporcionaría la recolección ordenada de este hongo en la zona estudiada, atendiendo a las cifras estándar de mercado que existen actualmente y analizar su impacto como posible motor de desarrollo rural de la Comarca de Pinares.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 LOCALIZACIÓN, EXTENSIÓN Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

El área de estudio se localiza en la superficie conocida como “Comarca de Pinares”, un territorio comprendido entre el noroeste de la provincia de Soria y el sureste de la provincia de Burgos, con una superficie total de 1.101,6 km² y un total de 23 municipios con cabecera comarcal en Covalada (provincia de Soria). Estos municipios son: Abejar, Cabrejas del Pinar, Casarejos, Covalada, Cubilla, Duruelo de la Sierra, Molinos de Duero, Muriel Viejo, Navaleno, Salduero, San Leonardo de Yagüe, Talveila, Vinuesa y Vadillo en la parte soriana; Canicosa de la Sierra, Hontoria del Pinar, La Gallega, Neila, Palacios de la Sierra, Quintanar de la Sierra, Rabanera del Pinar, Regumiel de la Sierra y Vilviestre del Pinar en la parte burgalesa. Los citados municipios, en su conjunto, conforman una comarca natural interprovincial y no administrativa en la que el principal factor de unión es el pinar ocupado en su gran mayoría por *Pinus sylvestris*, es por ello que toma el nombre de “Pinares” entre la población local. Acumula un total de 14.790 habitantes (Diputación Provincial de Soria. Disponible en: <http://www.dipsoria.es/>).

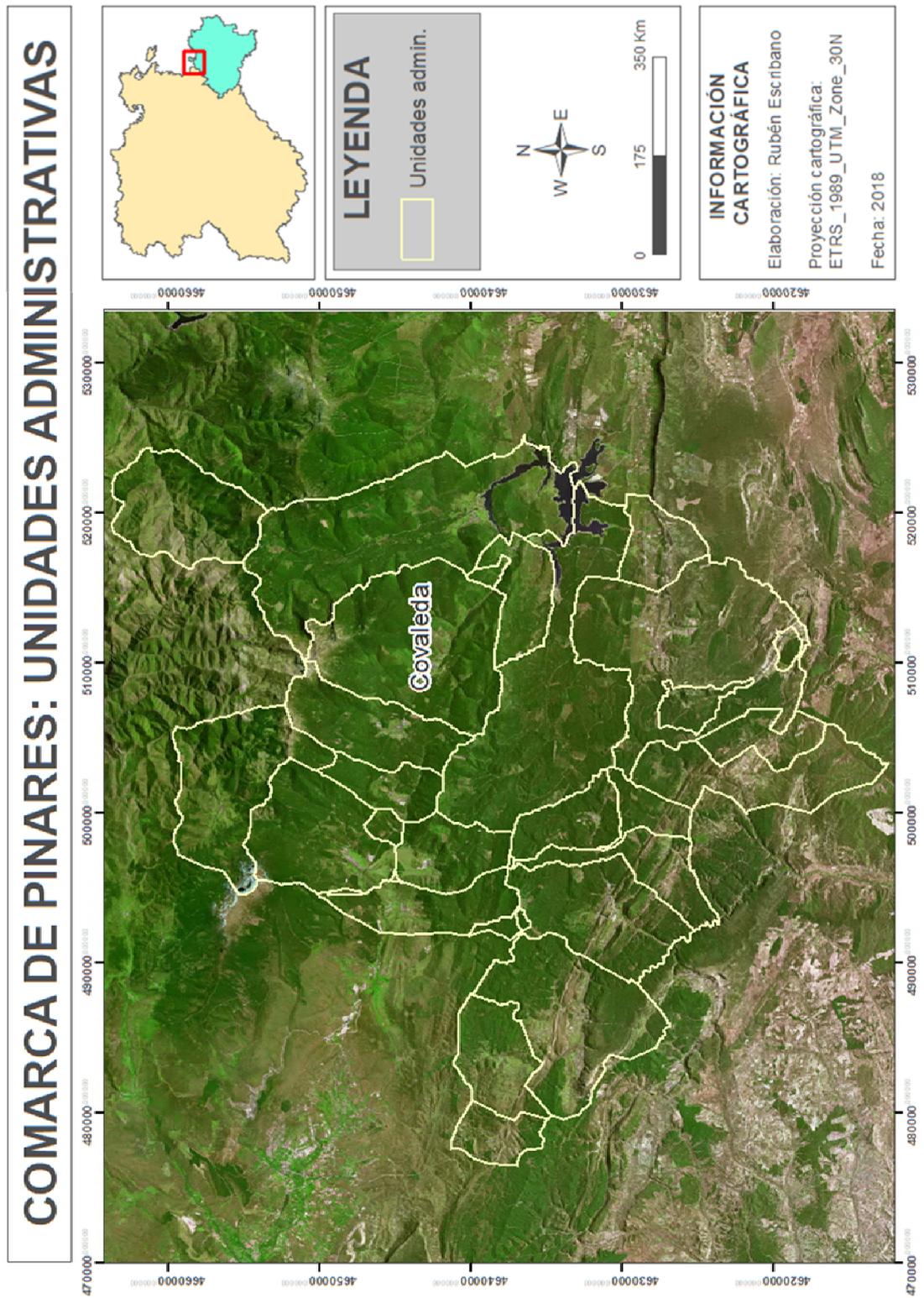
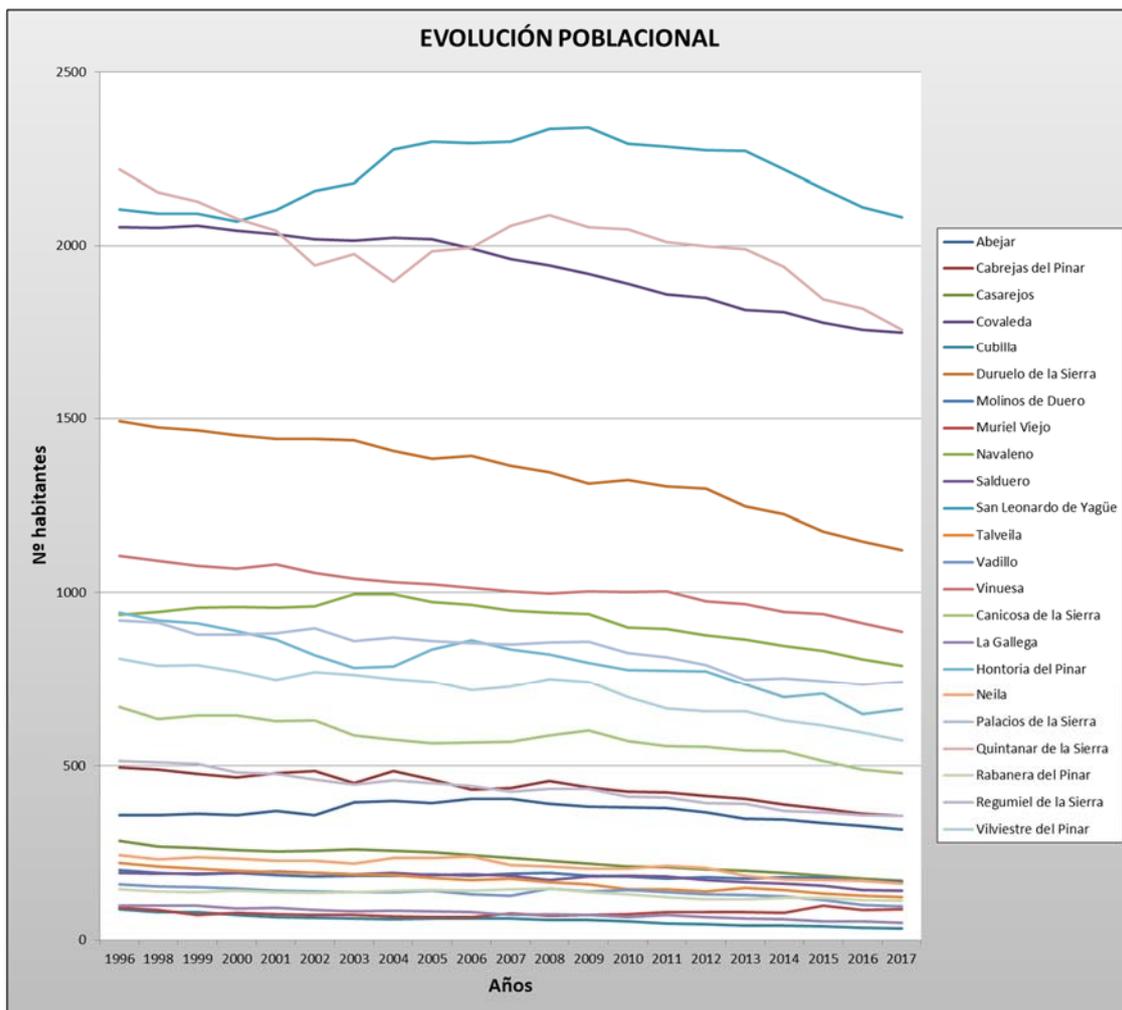


Figura 1 - Mapa de localización del área de estudio. Elaboración propia

3.2 CONTEXTO SOCIO-ECONÓMICO

Los municipios que forman esta comarca natural muestran un claro ejemplo del mundo rural de interior, con poblaciones en continuo descenso y marcadas por la baja natalidad y el envejecimiento de sus habitantes. La gran mayoría de pueblos poseen menos de 1.000 habitantes, superando esta cifra únicamente Duruelo de la Sierra (1.122), Covaleda (1.749), Quintanar de la Sierra (1.758) y San Leonardo de Yagüe (2.083). Según el Padrón Municipal, todos los municipios de la comarca presentan un descenso poblacional prolongado desde finales del siglo pasado (Ver gráfica 1) (Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.es/>).



Gráfica 1 – Evolución poblacional de los municipios de la Comarca de Pinares. Elaboración propia

La tendencia de los resultados reflejados en la gráfica muestra una bajada continuada en todos los municipios durante el periodo de años analizado. El único municipio que muestra un patrón diferente a los demás es San Leonardo de Yagüe ya que en gran parte del referido espacio de tiempo presenta un mantenimiento e incluso un incremento de la población; esto es debido a que en esta localidad es donde se establece la industria con mayor número de empleados de toda la provincia de Soria (Puertas Norma, S.A.). Quintanar de la Sierra ofrece un patrón parecido sin embargo ambos municipios han acusado la necesidad de emigración de la población a las ciudades en busca de empleos que en el mundo rural dejan de existir.

La tendencia descendente se incrementa por el tipo de economía de la zona basada en el sector primario, siendo la actividad principal la explotación forestal de los montes comunales que existen en el área. Esta actividad genera el establecimiento de industria relacionada con la transformación de madera y derivados de la misma, pero se ha visto muy reducida por la profunda crisis que existe en la actualidad y la fuerte competencia de la madera proveniente de países europeos que tienen un crecimiento más rápido y poseen una recuperación en menor tiempo del monte, lo que le permite una mayor explotación del mismo. En este sector primario, también tienen presencia la ganadería aunque con un progresivo descenso y centrada en gran medida a la explotación extensiva. En cuanto a la agricultura, ésta tiene un peso muy bajo y concentrado principalmente en el sector sur de la comarca que dedica casi la totalidad del espacio a cultivos de cereales forrajeros.

En referencia al sector secundario, la industria de transformación de madera ha ido perdiendo presencia de forma acusada por la intensa y duradera crisis económica presente a nivel nacional. Este tipo de actividades no tienen un gran peso en la económica actual de la comarca por el cuantioso descenso de este tipo de industrias.

Finalmente, el sector servicios manifiesta un crecimiento notable. Se basa principalmente en el turismo rural, muestra de ello es el aumento de establecimientos dedicados al mismo como los albergues y las casas rurales que satisfacen las necesidades de los turistas que llegan a la Comarca para disfrutar de su entorno natural (INE, Afiliados a la seguridad social).

3.3 ANÁLISIS DEL MEDIO NATURAL

El área de estudio se localiza en la zona norte del Sistema Ibérico. Cuenta con una sierra principal encabezada por los Picos de Urbión y otra de parecida magnitud, la Sierra de Neila. Ambas oscilan entre los 1.000 y 2.228 metros en sus cumbres (Picos de Urbión es la cumbre más alta). Además, cuenta con una sucesión de sierras de menor magnitud en las faldas de las ya citadas como la Sierra de Duruelo, de la Umbría o de las Hormazas (un pequeño sector). Es de destacar que pese a no encontrarse en la zona de estudio, la Sierra de Cebollera limita con los Picos de Urbión y juntos forman el Espacio Natural de la Sierra de Urbión en la que se encuentra el nacimiento de Río Duero, elemento de importante valor e interés para la Comarca.

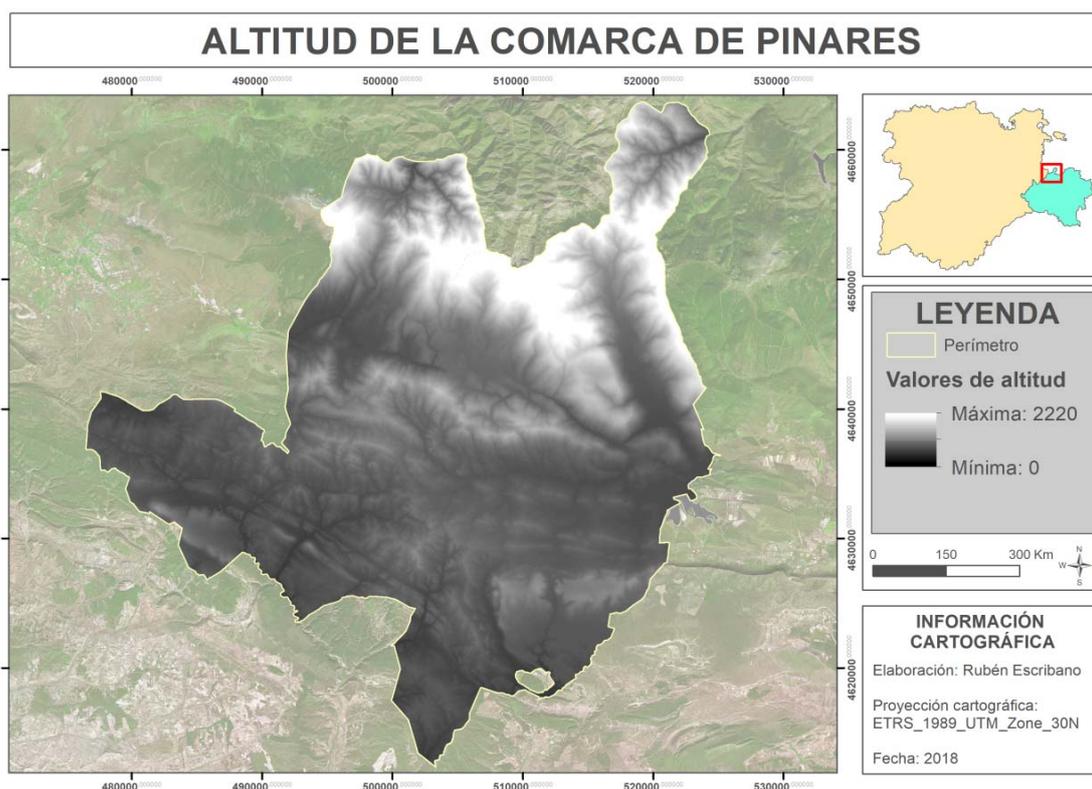


Figura 2 - Mapa de altitud del área de estudio. Elaboración propia

3.3.1 GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA

Haciendo referencia a la geología y litología, la comarca se encuentra en la orla mesozoica, principalmente la zona más meridional que conecta la Meseta con la Sierra de Urbión, siendo esta última la superficie más extensa de la comarca. Esto justifica que los materiales cretácicos tengan una presencia predominante en el área de estudio. Dichos materiales están compuestos por facies Weald que corresponden a alternancias de cuarzoarenitas, cuarzoarenitas conglomeráticas y arcillas cuarzoarenitosas.

También es relevante la superficie de materiales cuaternarios relacionados con la red fluvial que drena la zona organizada en torno al Duero (Martínez Peña, 2008).

3.3.2 EDAFOLOGÍA

Los tipos de suelo que se forman en esta comarca están ligados principalmente a la pendiente en la que se encuentran y al tipo de litología que existe en la zona. En lugares con una pendiente pronunciada aparecen litosoles que se caracterizan por ser suelos limitados a una profundidad normalmente no muy amplia por un horizonte compuesto de roca continua. Este tipo de suelo está compuesto por cuarzoarenitas conglomeráticas y se suele asociar a otro tipo de suelos como los cambisoles dístricos caracterizados por presentar una saturación de bases inferior al 50%, mostrando un pH ácido.

A medida que la pendiente desciende y aparecen zonas llanas, los tipos de suelo que tienen presencia en estos lugares son regosoles, luvisoles y cambisoles generalmente, pero afectados en gran medida por la acción antrópica de gestión forestal.

Además hay que destacar que aparecen también leptosoles en las zonas donde la pendiente limita el crecimiento vegetal (Martínez Peña, 2008).

3.3.3 CLIMA

En cuanto al clima, la zona de estudio se localiza en el entorno de clima templado según la clasificación de Köppen pero debido a los gradientes altitudinales marcados por las sierras y las zonas llanas, se pueden diferenciar variaciones (Atlas Climático Ibérico, 2011, p. 15 - 19):

- En las zonas situadas al sur de la Comarca de Pinares y coincidiendo con superficies planas que no forman parte del sistema de sierras característico de la zona, existe un clima de tipo Csb caracterizado por ser un clima templado con verano seco y templado. Este clima no abarca una gran superficie en la zona estudiada.
- A medida que el gradiente altitudinal asciende aparece un tipo de clima Cfb que se caracteriza por ser templado sin estación seca y con verano templado, aunque normalmente no se ajusta a estos parámetros pudiendo tener veranos secos. Este tipo de clima corresponde a las zonas intermedias entre las sierras y las llanuras de la meseta. La gran mayoría de la superficie estudiada presenta este tipo de clima.
- Finalmente, existen superficies reducidas correspondiendo a las cotas más altas de la comarca que presentan un tipo de clima Dsb siendo este un clima frío con verano seco y templado; e incluso pueden aparecer zonas con un clima de tipo Dfb que corresponde a un tipo de clima frío sin estación seca y verano templado. Estos últimos tipos hacen referencia a climas fríos de alta montaña que se reducen a superficies determinadas y marcadas por cotas muy altas.

3.3.4 VEGETACIÓN

La vegetación de la zona está dominada por el *Pinus sylvestris* que forma una gran masa uniforme extendiéndose por casi la totalidad de la superficie estudiada. Esta especie presenta una buena adaptación a cualquier superficie. En las umbrías aparece de forma monoespecífica generalmente; pese a su dominio en la comarca, también hay presencia de hayedos en superficies reducidas que no aportan biodiversidad a especies arbóreas de la comarca de forma considerable, por lo que se puede decir que el *Fagus sylvatica* tiene un peso poco significativo en la zona.

En zonas de solana la situación cambia moderadamente ya que pese a que la presencia del *Pinus sylvestris* sigue siendo homogénea y predominante, se aprecian robledales de *Quercus pyrenaica* intercalados en el pinar y en zonas donde crecen de forma monoespecífica.

Es evidente que las especies arbóreas son las predominantes pero hay que mencionar el estrato arbustivo que poseen, principalmente constituido por brezales de *Erica vagans*;

también aparecen multitud de especies de brezos pertenecientes a la familia *Ericaceae*. La presencia de este estrato actúa como una manta sobre el suelo, pero la densidad no es la misma en toda la superficie puesto que existe una mayor presencia en cotas más altas, lo que resta importancia a las zonas con una altitud menor.

Finalmente, en aquellas zonas donde la altitud es muy elevada (más de 1.700 – 1.800 metros) y el *Pinus uncinata* deja de estar presente, aparecen los pastizales y zonas sin vegetación en las que aflora la roca desnuda coincidiendo éstas con los puntos de cumbres en las sierras más importantes de la comarca. Las zonas de pastizal aparecen en las cotas más bajas e intercaladas en el territorio y constituyen zonas de pasto para la actividad ganadera que es la que se encarga de mantenerlas como tal y evitar la aparición de especies arbóreas que impedirían el aprovechamiento ganadero de manera óptima (Atlas Forestal de Castilla y León).

3.3.5 ESTADO Y GESTIÓN FORESTAL

El total de terreno forestal de la Comarca de Pinares corresponde a Montes de Utilidad Pública (MUP) y cuentan con proyectos y planes de ordenación en vigor. Uno de los planes de ordenación más reciente es el enunciado por la Ley 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León en la que se le atribuye el carácter de Espacio Natural a una serie de territorios de la Comunidad Autónoma entre los que se encuentra el Espacio Natural de la Sierra de Urbión. Este territorio se extiende por buena parte de la Comarca de Pinares ocupando la zona norte y noreste además de otra serie de municipios que no están incluidos en la comarca estudiada (B.O.C y L, 25 de enero de 2006).

Para desarrollar una ordenación y planificación de estos espacios, se llevó a cabo un año después la Orden de 30 de abril de 1992, de iniciación del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural de la Sierra de Urbión. Este plan afectaba de forma íntegra a toda la superficie de los municipios integrados en la Ley, lo que llevó a un desacuerdo generalizado dada la gran diversidad de recursos de diferente naturaleza con gran relevancia en la zona. El ejemplo más claro de ello ha sido el paraje de la “Laguna Negra” y las formas geomorfológicas de origen glaciar próximas que se encuentra en los municipios de Vinuesa, Covalada y Duruelo de la Sierra. Por ello se planteó una modificación de dicho plan que proponía que las zonas de especial relevancia para la dinámica económica, principalmente a nivel turístico, no se incluyeran en esta normativa y prosiguiera su aprovechamiento (B.O.C y L, 25 de enero de 2006).

Finalmente, cada municipio indicó formalmente los espacios que no requerían de esta regulación y tras su valoración entró en vigor la Orden de 20 de enero de 2006, por la que se modifica la Orden de 30 de abril de 1992, de Iniciación del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural de Sierra de Urbión (B.O.C y L, 25 de enero de 2006).

Las actuaciones de regulación y gestión continuas en todos los territorios que conforman la Comarca de Pinares han sufrido una serie de cambios tanto temporales como de actuación, hasta conseguir un procedimiento de intervención en el Monte de Utilidad Pública que garantice su permanencia y evite su degradación, ya que la actividad silvícola es el pilar

fundamental para la economía de la zona. Este tipo de extracción maderera está compuesta por dos modelos de actuación:

- Cortas por entresaca: se efectúan en las cortas intermedias (clareos y claras) para eliminar los peores pies (dominados¹, codominantes², sarríos, secos, torcidos, bifurcados, entre otros) y favorecer el desarrollo de los pies de mejor calidad destinados a la corta final.
- Cortas a matarrasa o a hecho: se efectúan como corta final, actuando sobre toda la superficie del rodal. Posteriormente se laborea y se siembra para la posterior regeneración del bosque. En esta zona hay problemas de regeneración natural por lo que es necesario este laboreo.

Pese a que estas actuaciones se realizan de forma generalizada en toda la Comarca de Pinares, existen algunos municipios como Navaleno y Quintanar de la Sierra que han optado por abandonar las cortas a hecho para realizar la corta final. En consecuencia, han sido sustituidas por cortas a hecho en dos tiempos o incluso dejando árboles padre o predominantes para intentar la regeneración natural y reducir el impacto tanto por la corta de todo el rodal y el posterior laboreo que genera un gran impacto en los horizontes del suelo principalmente (Carrascosa Domínguez, O; García Martínez, M., comunicación oral, 5 de junio de 2018).

En cuanto al volumen permitido de extracción anual la escala de actuación cambia, ya que la gestión se realiza en función de la masa y densidad forestal que presente cada municipio. En el caso del monte de Covalada (uno de los municipios con mayor extensión forestal) se extraen alrededor de 20.000 m³ de madera anualmente, siendo el máximo anual 22.926,48 m³ por la masa de la que dispone el monte. El número de pies a los que corresponde este volumen es variable, dependiendo tanto el tipo de corta que se realice como la característica morfológica del árbol que se corte. La extensión sobre la que se efectúa la extracción de madera depende del modo en el que se realice; en el caso de que se lleve a cabo corta a matarrasa, la superficie intervenida es variable pudiendo extenderse desde las 15 hasta las 40 Ha. Pese a ello, no hay un límite claro excepto en zonas donde coincide con el Parque Natural, en las que no se permiten este tipo de actuaciones y se realizan aclareos sucesivos. Si por el contrario se realiza una extracción por entresaca, los pies afectados constituirán menos del 40% del área basimétrica (Carrascosa Domínguez, O; García Martínez, M., comunicación oral, 5 de junio de 2018).

Este Plan de ordenación y gestión ha generado unos resultados muy positivos de forma generalizada en la comarca, sin embargo no es posible hacer una valoración del área de estudio completa puesto que las actuaciones sobre el monte se realizan a escala municipal.

¹ Dominados: “árboles más bajos que los de las clases precedentes pero con copas extendiéndose dentro de la cubierta formada por los dominantes y codominantes. Presentan copas pequeñas y densas en los lados”. Fuente:

<https://sites.google.com/site/selviculturajuanglezpoveda/definici%C3%B3n>

² Codominantes: “árboles que también pertenecen al dosel pero poseen copas menos vigorosas y menos equilibradas. Su copa no pasa la altura dominante y reciben plena luz de arriba pero poca por los lados”. Fuente:

<https://sites.google.com/site/selviculturajuanglezpoveda/definici%C3%B3n>

Por lo tanto, a partir de la información aportada por el Ingeniero de Montes de la zona, se han obtenido los resultados del municipio de Covaleda.

El ingeniero asevera que a partir de la entrada en vigor de la normativa vigente en esta materia, hay una clara evidencia de que se ha conseguido compatibilizar el alto volumen de extracción de madera con el equilibrio positivo de las principales variables, proporcionando resultados provechosos como el aumento de un 15% de pies métricos y de un 25% de pies no métricos. A esto hay que añadir que se ha incrementado la sostenibilidad futura del sistema forestal por el aumento de pies menores de 20 cm de diámetro, reflejando un estado de regeneración en aumento del 31 %. Gracias a este desarrollo positivo es posible obtener el máximo volumen de recursos asegurando la persistencia de la masa forestal (Carrascosa Domínguez, O; García Martínez, M., comunicación oral, 5 de junio de 2018).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

Para realizar el análisis se han utilizado fuentes cartográficas oficiales de acceso gratuito y cartografías derivadas de las mismas generadas con tratamiento SIG. En cuanto a las de acceso gratuito se encuentran:

- Modelo Digital de Elevaciones (MDE)
- Imágenes LANDSAT 5 y 8.
- LANDSAT Tree Cover (GLCF)
- III Inventario Forestal Nacional (IFN3)
- Mapa Forestal de España (MFE)
- Mapas climáticos de Castilla y León:
 - o Mapa de Temperaturas medias anuales (Tm).
 - o Mapa de Precipitaciones medias anuales (PPm).

Por otra parte, la cartografía derivada es:

- Cartografía de orientaciones.
- Cartografía NDVI.
- Cartografía de densidad de cobertura vegetal arbórea.
- Cartografía de calidad de la vegetación arbórea.
- Cartografía de combinación de pH y tipo de vegetación.
- Cartografía de delimitación de Comarca de Pinares.

4.1.1 FUENTES CARTOGRÁFICAS

- Modelo Digital de Elevaciones (MDE): se ha obtenido directamente del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Presenta la información en formato ráster con un tamaño de pixel de 5 x 5 metros de lado y con una proyección en coordenada UTM (Huso 30; ETRS 89). De este mapa se deriva el mapa de orientaciones.

- Mapa Forestal de España (MFE): se ha obtenido directamente del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). Presenta la información en formato vectorial a escala 1: 50.000 y con una proyección en coordenadas UTM (Huso 30; ETRS 89). Mediante este mapa se ha realizado una cartografía de las especies de vegetación aptas para la fructificación.
- III Inventario Forestal Nacional (IFN 3): se ha obtenido directamente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA). Presenta la información por provincia, en forma de malla regular de puntos obtenidos por muestreo y con una proyección UTM (Huso 30; ETRS 89). Estos datos permiten realizar una interpolación de las muestras de pH con el objetivo de crear una capa que, posteriormente se combina con la de vegetación. El resultado de esta combinación permitirá obtener un mapa en el que se distingan las zonas con un valor de pH bajo y con presencia de vegetación propia de suelos ácidos. Además de la cartografía de pH, a través de esta fuente se han obtenido los datos de calidad de la vegetación y del estado de la misma que permite apreciar de forma detallada las superficies donde existe vegetación en mal estado o incluso muerta. Estos datos aparecen en forma de tabla y corresponden a datos georreferenciados por parcela.
- Imágenes LANDSAT 5 y 8: se han obtenido a través de Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). En primer lugar, para obtener las imágenes de 2008 y 2009 se han utilizado las proporcionadas por *Landsat 5 Thematic Mapper (TM) Level – 2 Data Products – Surface Reflectance* con una resolución de 30 metros. En cuanto a los productos recientes de 2016 y 2017, se han obtenido de los proporcionados por *Landsat 8 OLI/TIRS Level-2 Data Products – Surface Reflectance* con la misma resolución. Se ha realizado una composición de bandas de cada producto con las bandas del Rojo y del Infrarrojo Cercano de cada una de ellas, para posteriormente realizar un análisis NDVI de cada una de las composiciones realizadas que permita ver la densidad de vegetación que existe en la zona.
- Productos LANDSAT Tree Cover: se han obtenido a través de Landsat Tree Cover (<http://glcf.umd.edu/data/landsatTreecover/>). Ambos productos, tanto el de 2000 como el de 2015 se han obtenido de la misma manera. Poseen una resolución de 30 metros y muestran la densidad de cubierta vegetal arbórea que cubre la superficie. Se ha realizado una resta entre ambas para observar los cambios temporales que se han producido en el área. Es una información muy precisa para este proyecto por la importancia fundamental de este tipo de vegetación para la fructificación del *Boletus edulis*.
- Mapas climáticos de Castilla y León incluyendo el mapa de Temperaturas medias anuales y el de Precipitaciones medias anuales. Se han obtenido directamente del Atlas Climático de la Península Ibérica. Presenta la información en formato ráster con tamaño de pixel de 5 x 5 metros de lado y con una proyección en coordenadas UTM (Huso 30; ETRS 89). Con estos mapas se ha llevado a cabo una cartografía de umbrales climáticos para la fructificación óptima.

4.1.2 CARTOGRAFÍA DERIVADA

- Cartografía de orientaciones: se ha obtenido al tratar el MDE anterior. Presenta la información en formato ráster con tamaño de pixel de 5 x 5 metros de lado y con una proyección en coordenadas UTM (Huso 30; ETRS 89).
- Cartografía NDVI: tras la realización de las composiciones de las bandas mencionadas anteriormente, se realiza un análisis de la densidad de la cobertura vegetal a través del análisis NDVI de cada composición. A partir de esto se ha llevado a cabo un promedio de los NDVI obtenidos en función de los años, es decir, se ha realizado el promedio del periodo 2008 y 2009 y otro del periodo 2016 y 2017. Gracias a esto se pueden observar las diferencias entre los dos periodos mediante la restas de los mismos. Dichas diferencias marcan el tipo de gestión forestal aplicado pudiendo descartar zonas que en la actualidad no poseen vegetación pero el MFE registra que sí la hay o viceversa.
- Cartografía de densidad de cobertura arbórea: Se realiza un mapa que presenta la diferencia de la cobertura vegetal arbórea a través de la resta del producto reciente menos el producto anterior, obtenidos del servidor *Landsat Tree Cover*. Gracias a esto se pueden observar las diferencias entre los dos momentos y poder observar el cambio que se produce en la cubierta por la gestión forestal continua de la zona.
- Cartografía de combinación de pH y tipo de vegetación: el objetivo de esta cartografía es localizar las zonas en las que existe un pH del suelo básico y también existe vegetación característica de este tipo de suelo. Para ello se realiza una suma de las dos capas reclasificadas: Vegetación (0-10-20-30) y pH (0-1-2-3) atribuyendo los valores más altos a los suelos ácidos (<2) en caso del pH y coníferas en caso de la vegetación. Esto da como resultado una leyenda estructurada en valores del 0 hasta 33 y se reclasifican como a continuación se detalla (ver tabla 1).

			VALORES DE Ph			
			> 7,3	7,3 - 6,7	6,7 - 2,5	< 2,5
			0	1	2	3
VALORES DE VEGETACIÓN	Otros	0	0	1	2	3
	Matorral	10	10	11	12	13
	Fronosas	20	20	21	22	23
	Coníferas	30	30	31	32	33

Tabla 1 – Valores resultantes de la combinación de pH del suelo y vegetación. Elaboración propia

De este modo se ha llegado a la clasificación final en la que se marcan como zonas óptimas (muy alto o alto) aquellas en las que los valores de pH son menores a 6,7 y existen coníferas, además de aquellas zonas con un pH muy ácido y hay presencia de frondosas. En cambio, tiene un valor nulo aquellas zonas donde existe vegetación de tipo “otro” haciendo referencia a pastizales, praderas y roca desnuda en la que no hay presencia de vegetación arbustiva o arbórea; además de aquellas zonas donde existe presencia de matorral pero el pH es superior a 7,3. Los otros dos umbrales de clasificación se han determinado de la misma manera a través de un razonamiento lógico.

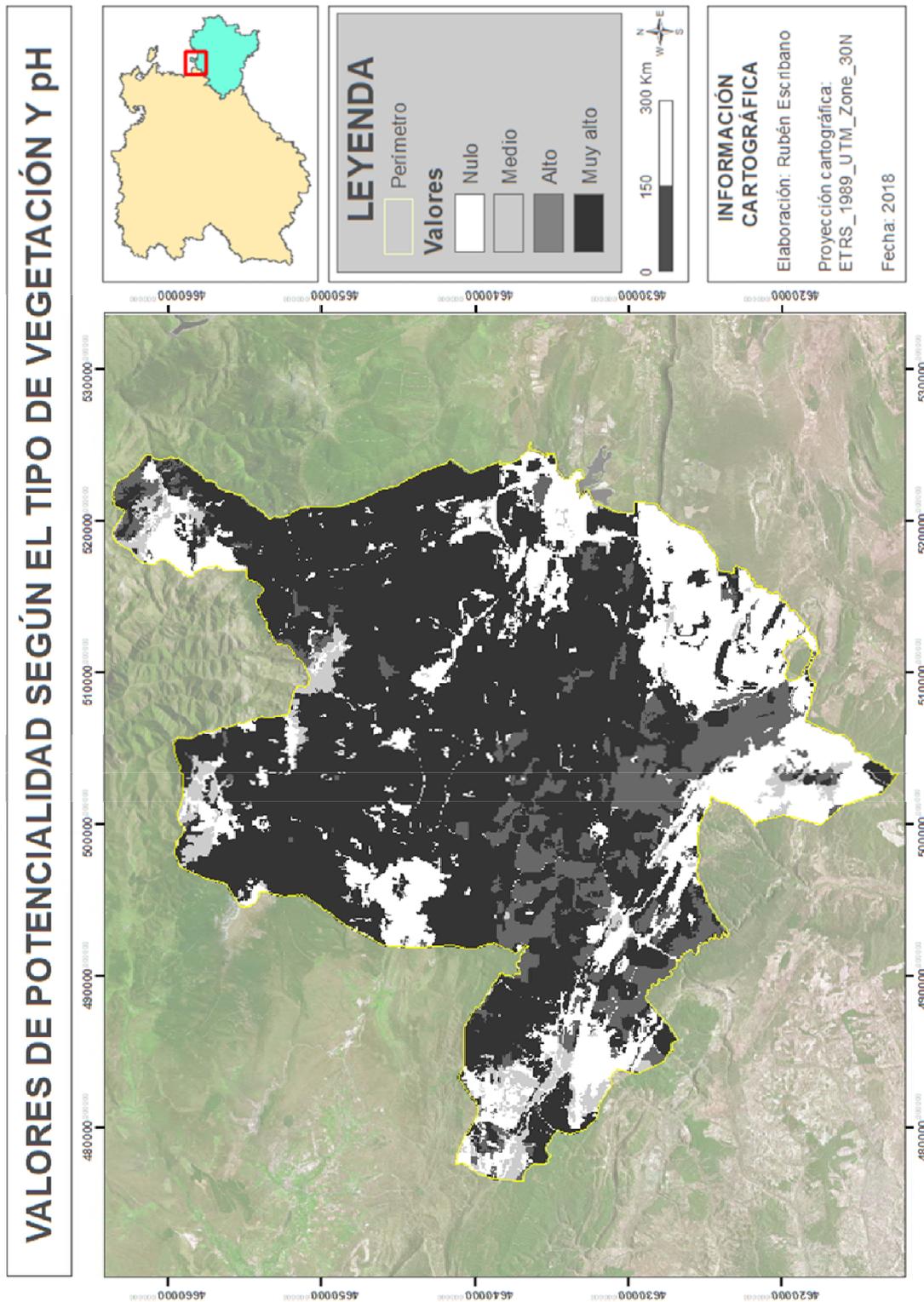


Figura 3 – Mapa de potencialidad según el tipo de vegetación y el pH del suelo. Elaboración propia

- Cartografía de delimitación de Comarca de Pinares: se ha obtenido a través de la capa de municipios descargada del IGN y la selección y agrupación de aquellos que forman la Comarca de Pinares. Presenta la información en formato vectorial. Además se ha llevado a cabo el trazado del perímetro de la Comarca para poder trabajar de manera más conveniente y realizar el recorte de las capas mencionadas anteriormente para ajustarlas de forma exacta al área de estudio.

4.1.3 PROGRAMAS INFORMÁTICOS

El proceso de tratamiento y generación de mapas, la organización de datos, la representación gráfica de los mismos y la presentación de los resultados, se ha realizado con los softwares Microsoft Excel 2010 y ArcMap 10.3.

4.2 CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL *BOLETUS EDULIS*

Para poder abordar estudios de potencialidad del terreno es indispensable saber las características climáticas, topográficas, edáficas, biogeográficas e incluso antrópicas que requiere la especie objeto de estudio para su desarrollo. En este caso, dado el limitado conocimiento en este ámbito sobre el *Boletus edulis*, pese a que sea el tipo de hongo más demandado y comercializado actualmente, ha sido de gran complicación detallar estos factores y los umbrales de potencialidad de los mismos. Para identificarlos de la manera más exacta, se han consultado numerosos artículos referidos a ello, destacando el proyecto de Tesis Doctoral de Fernando Martínez Peña ("*Producción de carpóforos de macromicetes epígeos en masa ordenadas de Pinus sylvestris L.*") realizado sobre superficie de "Pinar Grande", incluida en la Comarca de Pinares.

El *Boletus edulis* fructifica de manera natural en gran parte del territorio de la Comarca de Pinares. Aparecen distribuidos de forma individual o agrupados en mantas que pueden tener un número de unidades muy variable. El límite altitudinal de fructificación está marcado por el piso bioclimático en el que deja de aparecer la vegetación arbórea, pudiendo ser los 1.700 – 1.800 metros en esta comarca. Este hongo se encuentra asociado principalmente a especies vegetales arbóreas como *Pinus sylvestris* principalmente, y otras como *Pinus uncinata*, *Fagus sylvatica* y *Quercus pyrenaica*. Es propia de suelos con pH ácido, apareciendo desde valores de acidez 1 hasta valores de acidez de 6,9; aunque también pueden fructificar en zonas con valores de pH hasta 7,3; pero con presencia de coníferas. En cuanto a la pendiente, dejarán de aparecer en aquellas donde la vegetación arbórea no pueda desarrollarse, por lo que está estrechamente ligada al factor biogeográfico. Finalmente, el *Boletus edulis* tiene un desarrollo directamente proporcional a la precipitación media anual y a la temperatura ya que cuanto menor sea la temperatura, menor será la fructificación del hongo. Tiene una buena aparición si la media anual de precipitación es de 800 mm o más, mientras que será a partir de los 6°C cuando la fructificación alcanza muy buenos valores.

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES CONDICIONANTES Y LIMITANTES PARA EL *BOLETUS EDULIS*

Los factores que influyen en la fructificación del hongo objeto de estudio, obtenidos de la fuentes citadas, se han estructurado en función de su influencia respecto a la aparición del mismo. Estos hacen referencia a:

- Factores condicionantes: Temperatura media anual, precipitación media anual y orientación.
- Factores limitantes: Tipo de vegetación, densidad de cubierta vegetal arbórea, calidad de la vegetación arbórea de tamaño medio y de gran tamaño y pH del suelo.

Además, en cada uno de estos factores se ha realizado una clasificación por umbrales que determinan el grado de potencialidad de fructificación del *Boletus*. Estos valores no son totalmente precisos dada la falta de estudio referida al desarrollo de este hongo, por lo que los umbrales establecidos han seguido los patrones marcados en varias fuentes bibliográficas, siendo la principal la nombrada anteriormente que tiene como autor a Martínez Peña. Los resultados obtenidos tras la asignación de los umbrales hacen referencia a la estimación de las zonas con diferente grado de potencialidad para la fructificación del *Boletus*, pero puede presentar un cierto margen de error en función del umbral establecido.

La unidad mínima de resolución utilizada para todas las variables es de 100 metros de lado cada píxel, permitiendo de esta manera poder integrar todos los factores correctamente.

4.3.1 FACTORES CONDICIONANTES

Son aquellos que no restringen pero influyen en la aparición del *Boletus edulis* en función de los valores que posean. Estos factores son: Temperatura media anual, precipitación media anual y orientación. De cada uno de ellos se ha realizado su tratamiento y análisis con el objetivo de poder tenerlos en cuenta en el proceso de cálculo del resultado final.

4.3.1.1 TEMPERATURA MEDIA ANUAL Y PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

Los factores climáticos poseen una importancia significativa para el desarrollo y fructificación de este hongo; sin embargo debido a la gran oscilación anual que presentan dichos factores es difícil el análisis e interpretación y se crea un grado de incertidumbre a la hora de identificar los umbrales e potencialidad.

Estos datos se han obtenido del Atlas Climático de la Península Ibérica, que proporciona directamente una capa ráster con la representación espacial de estos factores. Según la información recopilada del proyecto de Tesis Doctoral de Martínez Peña, se ha podido estimar una división de umbrales de potencialidad con un posible margen de error, dada la incertidumbre que existe sobre este tipo de hongo. Los umbrales establecidos son los siguientes:

- Temperatura media anual: Muy bajo (<4°C), Medio (entre 4°C y 6°C), Alto (entre 6°C y 8°C) y Muy alto (>8°C).
- Precipitación media anual: Muy bajo (<600 mm), Medio (entre 600 mm y 800 mm), Alto (entre 800 mm y 1100 mm) y Muy alto (>1100 mm).

Estos umbrales fueron establecidos para generar dos capas en las que se apreciara la distribución territorial de los valores de potencialidad de fructificación del hongo.

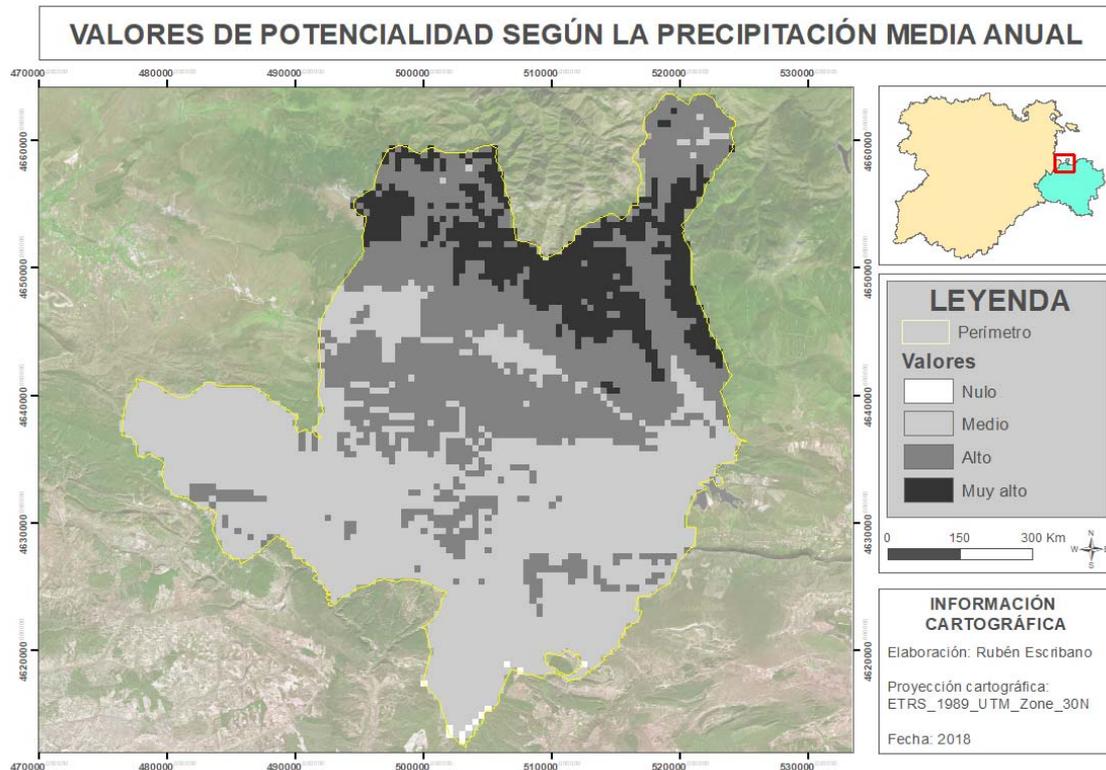


Figura 4 – Mapa de valores de potencialidad según la precipitación media anual. Elaboración propia

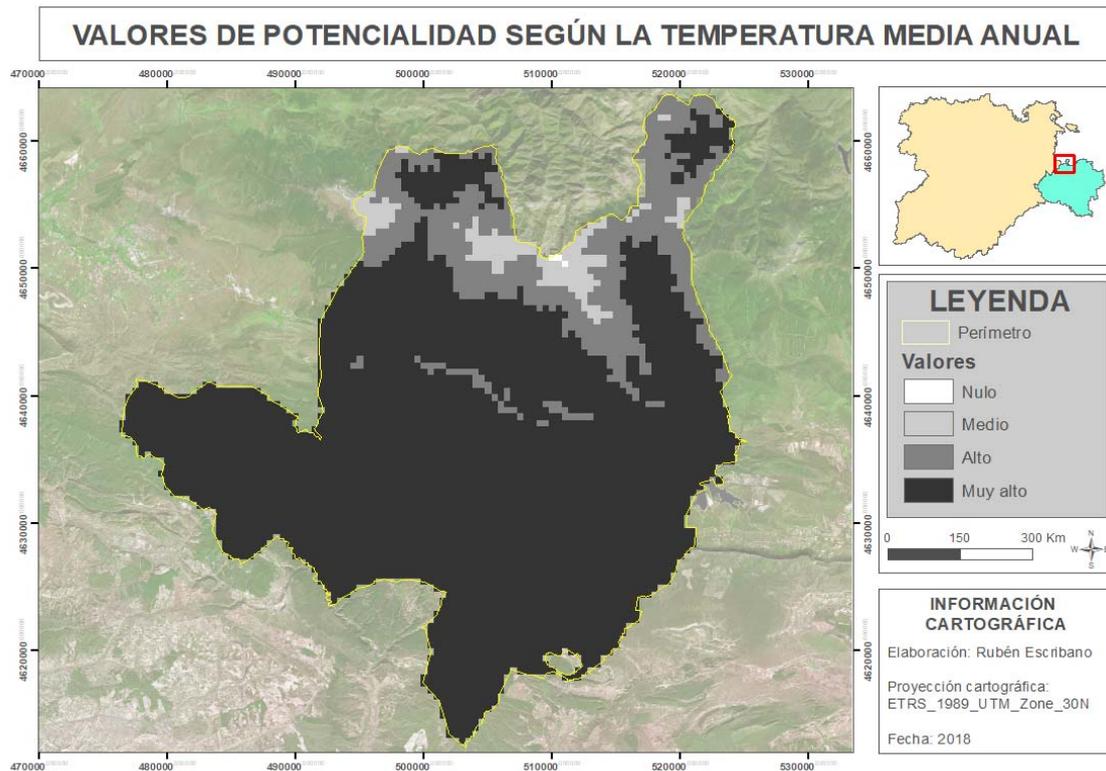


Figura 5 – Mapa de valores de potencialidad según la temperatura media anual. Elaboración propia

4.3.1.2 ORIENTACIÓN TOPOGRÁFICA

Este factor es el menos influyente en el desarrollo y fructificación del Boletus. Está ligado a la densidad y estado de la cubierta vegetal, aunque también afecta en la distribución de precipitaciones y temperaturas dados los microclimas que se generan en las diferentes caras de las laderas. Los datos fueron obtenidos por el tratamiento del MDT en la herramienta SIG, obteniendo la capa de orientaciones. A partir de esta información, se realiza una clasificación por umbrales de potencialidad, dividiéndose en: Muy bajo (Norte), Medio (Noreste y Noroeste), Alto (Este y Oeste) y Muy alto (Sur, Sureste y Suroeste).

A partir de estos umbrales se generó una capa en la que se aprecia la distribución superficial de los valores de potencialidad de fructificación.

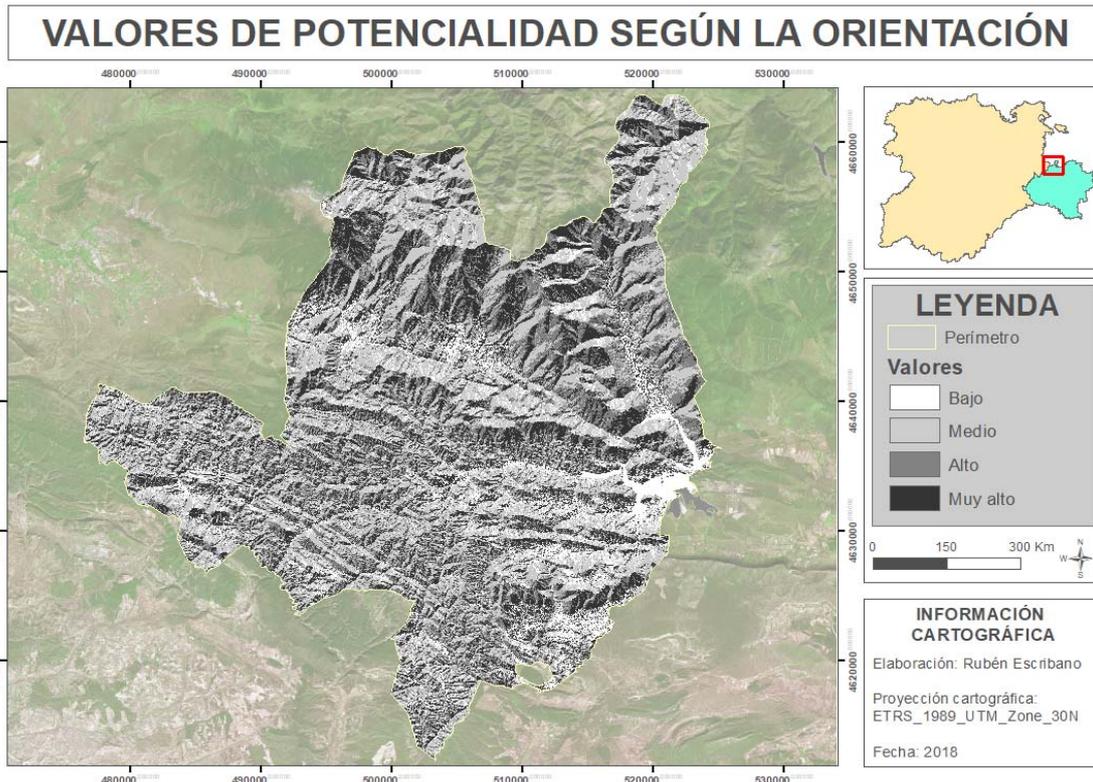


Figura 6 – Mapa de valores de potencialidad según la orientación. Elaboración propia

4.3.2 FACTORES LIMITANTES

Son aquellos que impiden la aparición del *Boletus edulis* cuando poseen valores negativos para su fructificación. Estos factores son: tipo de vegetación, densidad de cubierta vegetal arbórea, calidad de la vegetación arbórea de tamaño medio y de gran tamaño y pH del suelo.

De cada uno de ellos se ha realizado el tratamiento y análisis oportuno con el objetivo de poder tenerlos en cuenta en el proceso de cálculo del resultado final.

4.3.2.1 pH DEL SUELO

El factor edáfico referido al pH posee una relevancia muy notable para el desarrollo y fructificación del hongo, pero presenta una cierta dificultad de análisis e interpretación por la contradictoria información existente sobre el mismo. Para la obtención de este factor se ha realizado una búsqueda en varias fuentes de información relacionadas con el tema. Una de ellas es el Mapa de Suelos de Castilla y León que, al estar basado en una interpolación de puntos y presentar un vacío de los mismos en la zona de estudio, muestra una valoración errónea de pH. Otra fuente utilizada ha sido el III Inventario Forestal Nacional (MAPAMA, 2007), que contiene estos datos en forma de puntos de muestreo georreferenciados nuevamente. Dicha forma de estructuración de los datos, permite incorporarlos a la herramienta SIG dando lugar a una malla regular de puntos. Esta fuente ha sido recomendada

por Oscar Carrascosa Domínguez, Ingeniero Forestal del municipio de Covalada, a través de una entrevista realizada por correo electrónico.

Comparando los datos obtenidos en primer lugar del Mapa de Suelos de Castilla y León y los de esta última fuente de información, se observa que son contradictorios. Esta contradicción lleva a contrastar los datos del III IFN con los planteados en el proyecto de Martínez Peña apreciando que son similares y registrando valores de pH ácido en la totalidad de la Comarca prácticamente.

A partir de la malla de puntos obtenida a través de los valores de pH, se realiza una interpolación de distancia inversa ponderada (IDW) de los puntos, resultando un mapa en el que se aprecia de forma homogénea los valores de pH registrados en la zona de estudio. Este procedimiento consiste en estimar los valores de los píxeles calculando promedios de los valores de las celdas cercanas, de este modo, cuanto mayor es la cercanía de un punto al centro del píxel, más peso tendrá en el promedio (Watson y Philip, 1985).

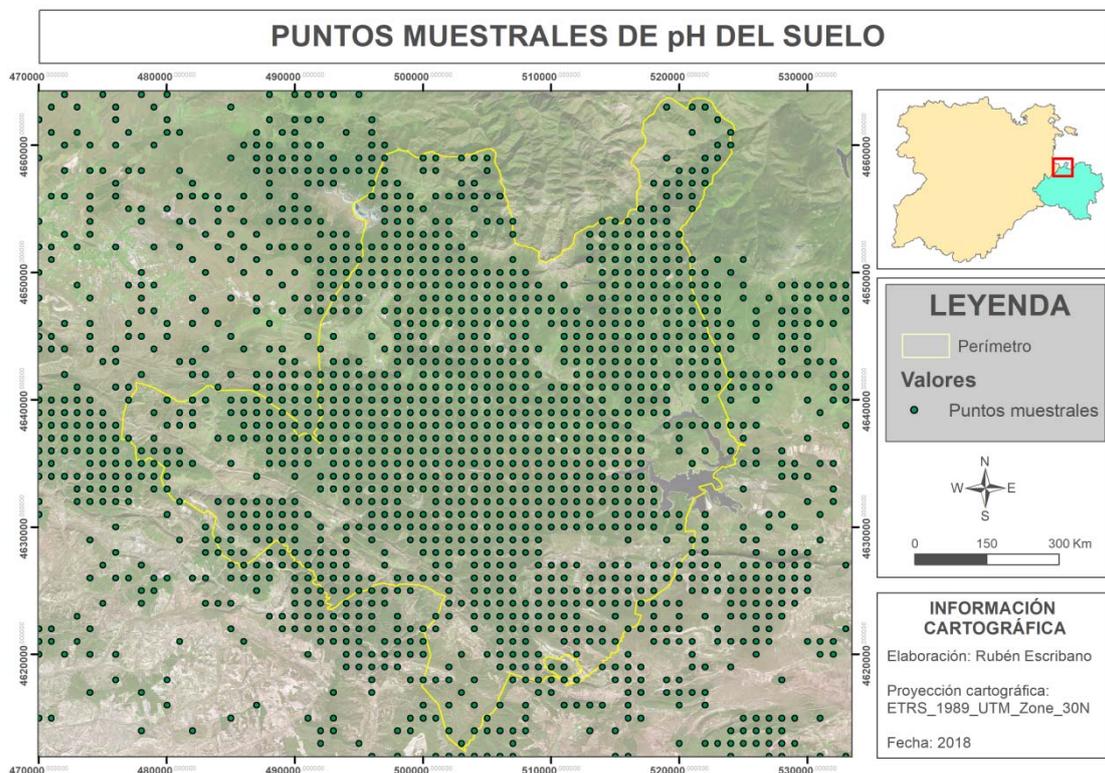


Figura 7 – Mapa de puntos muestrales de pH del suelo. Fuente: III Inventario Forestal Nacional. Elaboración propia

Posteriormente a la obtención de este mapa, se realiza la asignación de los umbrales de potencialidad para la fructificación del *Boletus edulis*. Al ser un factor limitante, aquellas zonas donde existan valores de pH básico, se clasificarán con valor 0, lo que supondrá un valor nulo de fructificación. Los datos obtenidos de la tabla de valores de este factor presentaban una reclasificación en 8 valores, que posteriormente ha sido reclasificados en función de los umbrales de potencialidad asignados (Ver tabla 2).

4.3.2.2 TIPO DE VEGETACION Y USOS DEL SUELO

El tipo de vegetación que existe en la superficie es el factor limitante de mayor importancia en el estudio. Esto se debe a la necesidad de existencia de vegetación arbórea que permita la simbiosis de su sistema radicular con el *Boletus*. El análisis de este factor comienza con el reconocimiento de las formaciones vegetales de la zona y el tipo de especies vegetales que se encuentran en ellas. Esta información se encuentra en el Mapa Forestal de España (MFE) obtenido directamente del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA). Con los datos en formato vectorial se ha realizado una clasificación en la que se agrupan a las especies vegetales en función de su potencialidad para la fructificación del *Boletus edulis*. Esta clasificación toma como base principal la información plasmada por Martínez Peña en su Tesis Doctoral, además de contrastarla con otros proyectos similares como el de Teresa Ágreda Cabo de 2012 con título: “*Influencia de la edad de la masa en la fructificación de hongos silvestres comestibles en un bosque de Pinus pinaster Ait. De Soria*” y otras fuentes no oficiales como las páginas web de “Historia de Covalada” (<https://historiadecovalada.wordpress.com/>) con información interdisciplinar de la zona.

Antes de realizar la clasificación se ha llevado a cabo un examen de las especies a través de la leyenda del Mapa Forestal de España, reconociendo cada especie según el código que posee. Tras este reconocimiento, se ha llevado a cabo la clasificación, agrupando las especies que presentan características similares para la potencialidad de fructificación del hongo. Al ser un factor limitante, aquellas zonas donde aparezcan especies de vegetación no aptas, se clasificarán con valor 0, lo que supondrá un valor nulo de fructificación. La reclasificación de las especies vegetales ha sido la que a continuación se detalla (ver tabla 3).

TIPOS DE VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO	VALORACIÓN ASIGNADA COMO UMBRALES DE POTENCIALIDAD DE FRUCTIFICACIÓN	
Bosque ribereño	0	Nulo
Choperas		
Dehesas		
Encinares		
Enebrales		
Melojares		
Quejigares		
Sabinares albares		
Agrícola y prados artificiales		
Láminas de agua		
Zonas urbanas		
Infraestructuras		
Herbazales		
Humedales		
Prados		
Talas		
Acebedas	1	Medio
Matorral		
Cultivo con arbolado disperso		
Arbolado disperso de frondosas	2	Alto
Bosque mixto de frondosas en región mediterránea		
Hayedos		
Pinares de pino pinaster		
Pinares de pino salgareño		
Arbolado disperso de coníferas	3	Muy alto
Mezcla de coníferas autóctonas		
Pinares de pino albar		
Pinares de pino negro		

Tabla 3 - Asignación de valores de potencialidad según el tipo de vegetación. Elaboración propia

Los resultados de la capa obtenida tras la reclasificación muestran la distribución de la vegetación en función de los valores de potencialidad asignados a las especies. Tiene una predominancia clara el tipo de vegetación clasificada como potencialidad muy alta. Ésta corresponde a la masa homogénea de *Pinus sylvestris* que existe en la zona. Las demás agrupaciones de especies con valores de menor potencialidad se reducen a pequeñas superficies de hayedos y bosques mixtos fundamentalmente y zonas de matorrales en superficies de gran altitud que ocupan pisos bioclimáticos superiores a los de los pinos. Las zonas con valoración nula se componen fundamentalmente de dehesas y prados, además de zonas agrícolas y áreas urbanas.

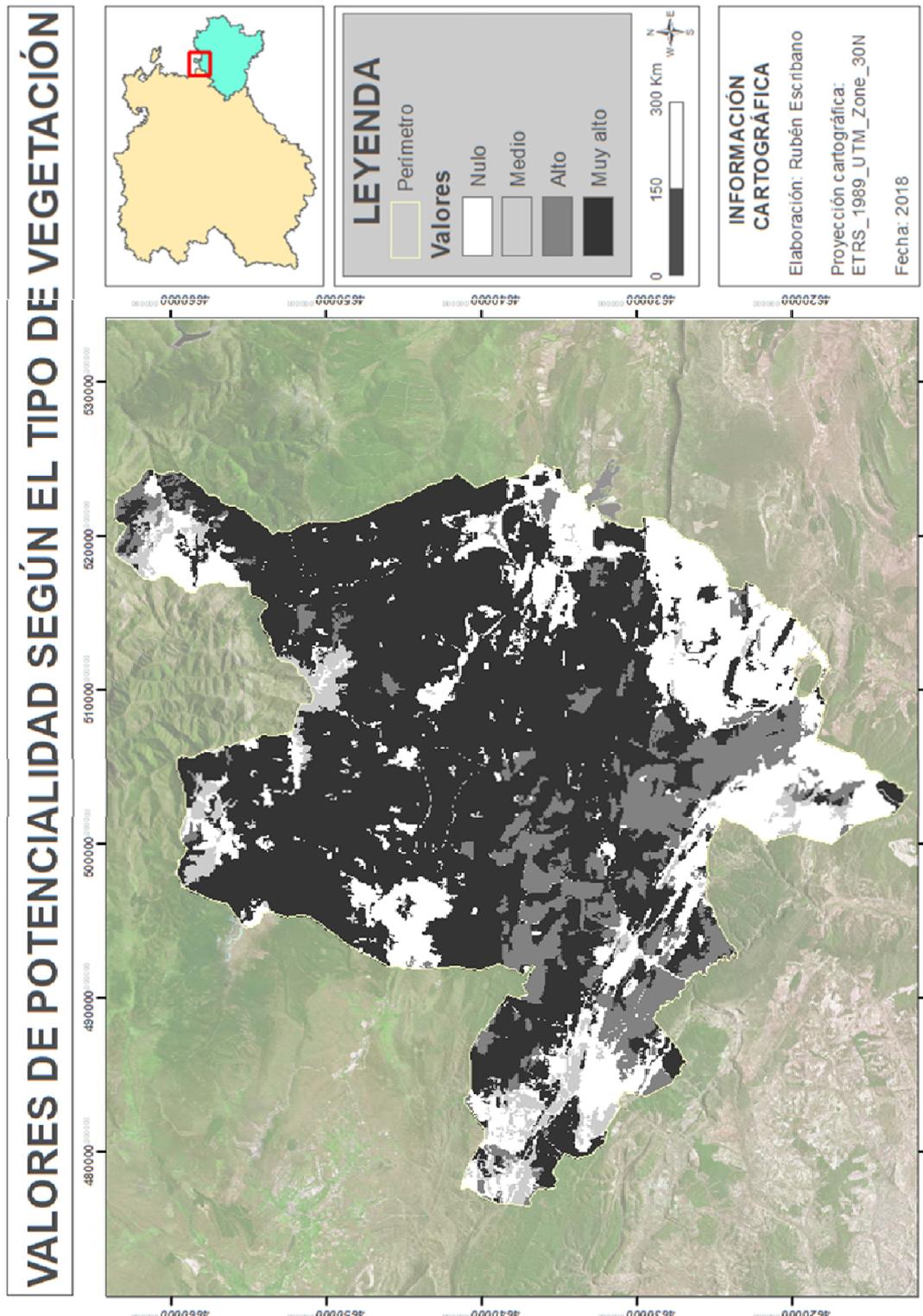


Figura 9 – Mapa de valores de potencialidad según el tipo de vegetación. Elaboración propia

4.3.2.3 DENSIDAD DE CUBIERTA VEGETAL ARBÓREA

La cantidad de pies que hay en un área basimétrica, se traduce en la densidad de la cubierta vegetal arbórea que existe en una superficie. Este factor es limitante y posee una importancia significativa, aunque menor que el factor referido al tipo de especie vegetal. Esta importancia radica en la necesidad de existencia de vegetación arbórea ya que con valores de densidad 0, la fructificación del *Boletus edulis* es imposible. El análisis de este factor comienza con la búsqueda de una serie de imágenes LANDSAT que proporcionen estos valores. Esta información se encuentra en el servidor de LANDSAT Tree Cover. Se opta por descargar los productos del año 2000 y el año 2015 con el fin de realizar una comparación entre ellas posteriormente y observar el cambio de esta cubierta en ese periodo de tiempo.

Para obtener el resultado de la densidad potencial para la fructificación del hongo, se utiliza únicamente el producto más reciente (año 2015) y se clasifica en función del porcentaje de cubierta que exista. Para llevar a cabo esta clasificación se toma como base principal la información plasmada por Martínez Peña en su Tesis Doctoral y se contrasta con otros proyectos similares como el de Jaime Olaizola Suárez, Javier Cuesta Bachiller, Beatriz de la Parra Peral, Juan Andrés Oria de Rueda y Asier Saiz Rojo. Esta clasificación expresa los porcentajes de cubierta vegetal arbórea en función del grado de potencialidad para la fructificación del *Boletus edulis* (ver tabla 4).

PORCENTAJE DE CUBIERTA VEGETAL	VALORACIÓN ASIGNADA COMO UMBRALES DE POTENCIALIDAD DE FRUCTIFICACIÓN	
0	0	Nulo
0-50	1	Medio
50-70	3	Muy alto
70-100	2	Alto
>100	0	Nulo

Tabla 4 - Asignación de valores de potencialidad según la densidad de cubierta vegetal arbórea. Elaboración propia

Los porcentajes 0 y mayores de 100, se clasifican con un valor de 0 por no poseer vegetación de este tipo. Los primeros hacen referencia a superficies naturales sin presencia de vegetación arbórea y los segundos indican zonas urbanas principalmente, también caminos y carretera, e incluso lagunas y embalses.

El resultado de esta clasificación se plasma en una capa con una distribución de las superficies con diferente potencialidad. Esta distribución es lógica, ya que existe una extensa superficie con valores clasificados como Muy altos debiéndose a la continua gestión forestal y cuidado del monte conocido como “El Pinar”. Los valores de densidad de cubierta arbórea en estas zonas se mantienen principalmente en valores del 70%, impidiendo el crecimiento de

más número de pies que puedan perjudicar al desarrollo de los maduros. De la misma manera, en aquellas zonas donde existen valores clasificados como medios, se aplica una gestión forestal activa de repoblación y control de la superficie para conseguir valores semejantes a las anteriormente citadas. Finalmente, las zonas clasificadas como nulas hacen referencia a aquellas superficies de cultivo, núcleos rurales, embalses, carreteras y pistas forestales, además de zonas de gran altitud en las que no es posible el crecimiento de la vegetación arbórea.

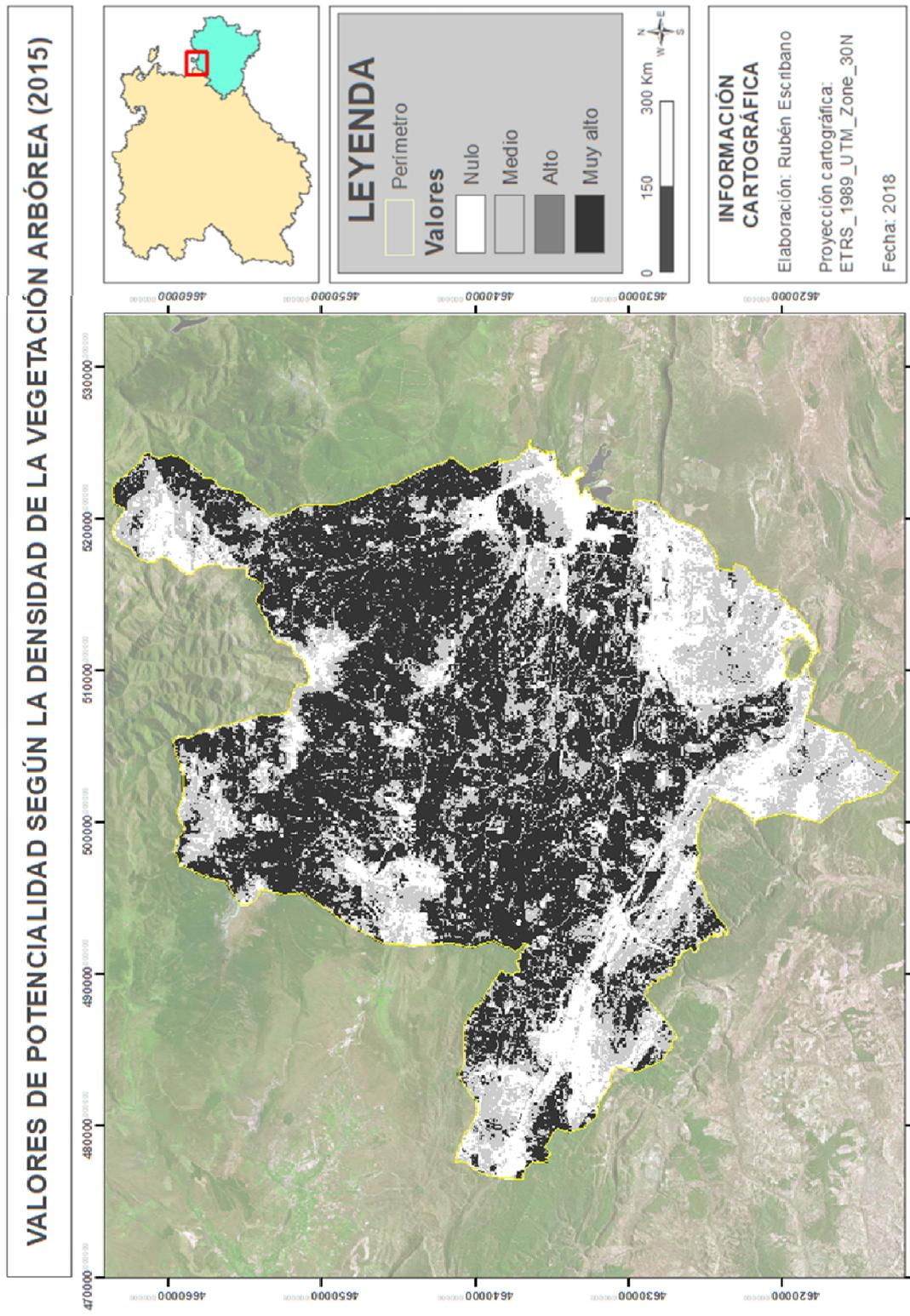


Figura 10 – Mapa de valores de potencialidad según la densidad de la vegetación arbórea. Elaboración propia

4.3.2.4 CALIDAD DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DE TAMAÑO MEDIO Y DE GRAN TAMAÑO

La calidad de la vegetación arbórea es otro factor muy relevante para la fructificación del Boletus; hace referencia al estado en el que se encuentra la especie, pudiendo ser desde el máximo vigor vegetal hasta el estado de inactividad por muerte. Este factor es limitante y posee una importancia significativa similar al factor anterior, referido a la densidad de cubierta vegetal arbórea. Aquellas especies que no tengan actividad por no tener vida, serán nulas para el desarrollo y fructificación del *Boletus edulis*, por lo que se clasificarán con un valor 0. El análisis de este factor comienza con la búsqueda de la información de calidad recogida en el III Inventario Forestal que contiene datos puntuales repartidos por parcelas muestrales y georreferenciados que permiten la creación de una capa de puntos que muestre la distribución de los mismos en el área de estudio.

Para obtener el resultado potencial de la calidad de las especies arbóreas para la fructificación del hongo, se utiliza la información cedida por la fuente de información citada expresada de una serie de datos clasificados mediante códigos. Se realiza una interpolación IDW de los puntos, resultando una capa en la que se aprecia de forma homogénea los valores de calidad registrados. A partir de ésta se realiza una reclasificación en función del grado de potencialidad para la aparición del hongo, que resulta ser de fácil elaboración por la buena clasificación previa realizada por el III Inventario Forestal Nacional (ver tabla 5).

CALIDAD	VALORACIÓN ASIGNADA EN III INVENTARIO FORESTAL NACIONAL	VALORACIÓN ASIGNADA COMO UMBRALES DE POTENCIALIDAD DE FRUCTIFICACIÓN	
Muerto	6	0	Nulo
Muy enfermo, débil y viejo	5	1	Medio
Enfermo y débil	4	2	Alto
Árbol no totalmente sano	3	3	Muy alto
Árbol sano, vigoroso, con algún defecto de conformación	2		
Árbol sano, vigoroso y óptimamente conformado	1		

Tabla 5 - Asignación de valores de potencialidad según la calidad de vegetación arbórea de tamaño medio y de gran tamaño. Elaboración propia

Con los datos reclasificados en los umbrales expuestos en la tabla se obtiene una capa en la que se muestra la distribución de la superficie en función de la potencialidad de fructificación. Esta distribución es significativa ya que se aprecian de forma evidente algunos puntos de muestreo llevados a cabo para la obtención de los valores de calidad que se exponen en las tablas de datos. Los valores que recoge la capa obtenida son coherentes ya que presentan una calidad generalizada en todo el territorio beneficiosa para la fructificación. Esta mayoría de datos de calidad óptima son consecuencia de la buena gestión del monte que tiene como objetivo eliminar todos los ejemplares arbóreos de mala calidad y aquellos que puedan ser un impedimento para el buen desarrollo de aquellos que posean una calidad alta o muy alta. Hay que destacar que los valores clasificados como altos, medios y nulos aparecen en superficies muy reducidas.

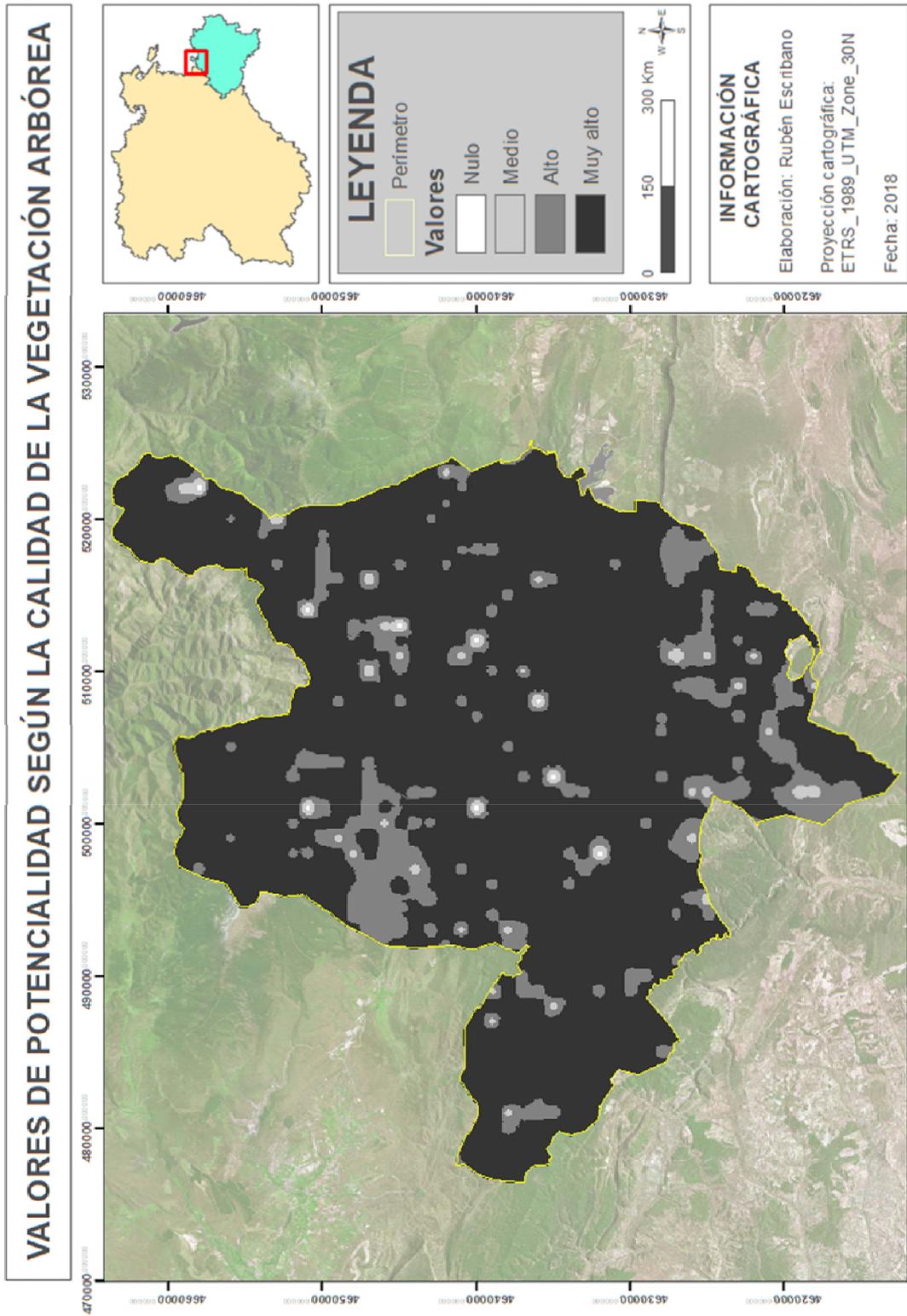


Figura 11 – Mapa de valores de potencialidad según la calidad de la vegetación arbórea de tamaño medio y de gran tamaño. Elaboración propia

4.4 COMPARACIÓN TEMPORAL DE LA CUBIERTA VEGETAL DE LA COMARCA DE PINARES

La continuada gestión y aprovechamiento forestal en esta comarca provoca un constante cambio en la masa boscosa. Esto es necesario para el mantenimiento del monte en óptimas condiciones para su aprovechamiento económico y su conservación. Además, este control y regulación es indispensable para que la superficie estudiada tenga una alta potencialidad para la fructificación del *Boletus edulis* ya que, dadas las actuaciones de aprovechamiento maderero, proporcionan una limpieza de aquellos elementos negativos como pueden ser los ejemplares arbóreos en mal estado o aquellas superficies con alta densidad de los mismos, que no permite el desarrollo correcto a los ejemplares dominantes y codominantes que posteriormente se extraerán para su aprovechamiento económico. Esta gestión no beneficia únicamente a la economía dedicada a la madera, sino que además proporciona unas condiciones recomendables para el desarrollo de la actividad micológica por la alta productividad de numerosas especies de hongos y setas que mantienen, entre los que se encuentra el *Boletus edulis* como principal recurso micológico recolectado.

Para realizar esta comparación temporal de la cubierta vegetal y ver los cambios finionómicos producidos principalmente por la gestión forestal además de los cambios relacionados con la actividad fotosintética, se han llevado a cabo dos análisis. El primero de ellos corresponde al análisis NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) de imágenes LANDSAT que nos indican el cambio de toda la masa forestal incluyendo cualquier tipo de vegetación y su actividad fotosintética. El segundo consiste en la comparación de imágenes LANDSAT que registran únicamente la cubierta vegetal arbórea, lo que proporciona una información más interesante y precisa para este proyecto.

4.4.1 ANÁLISIS NDVI: CAMBIOS TEMPORALES DE LA CUBIERTA VEGETAL

Para realizar este análisis NDVI que indica la diferencia temporal que ha sufrido la vegetación en el área de estudio, en primer lugar se han tenido que obtener desde el servidor Earth Explorer las imágenes LANDSAT correspondientes a diferentes momentos. En primer lugar se han descargado las imágenes de los años 2008 y 2009 relativas a los meses de agosto y septiembre; posteriormente las de los años 2016 y 2017 correspondientes a los meses de julio, septiembre y octubre. Esta diferencia de años entre los dos periodos es suficiente para observar el cambio que han sufrido las superficies con vegetación gestionada tras el análisis NDVI. El procedimiento para obtener este índice se realiza con el cálculo de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{IRC} - \text{R}}{\text{IRC} + \text{R}}$$

Donde, IRC= Infrarrojo Cercano; y R= Rojo.

Este procedimiento comienza con la composición de las bandas del rojo y del infrarrojo cercano que, dependiendo del tipo de satélite del que proceden las imágenes, la numeración de dichas bandas es diferente:

- LANDSAT 5: imágenes de 2008 y 2009. Bandas 3 (rojo) y 4 (Infrarrojo cercano).
- LANDSAT 8: imágenes de 2016 y 2017. Bandas 4 (rojo) y 5 (infrarrojo cercano).

Tras realizar la composición de cada imagen, se lleva a cabo el análisis NDVI individual de cada composición. Seguidamente, con los resultados de este análisis se efectúa el promedio de los resultados en cada periodo temporal, dando como resultado un mapa que corresponde al promedio de los análisis NDVI de las composiciones de los años 2008 y 2009 y otro que corresponde al promedio de los análisis NDVI de las composiciones de los años 2016 y 2017. Estos productos cartográficos se realizan para minimizar las diferencias fenológicas derivadas de cada año.

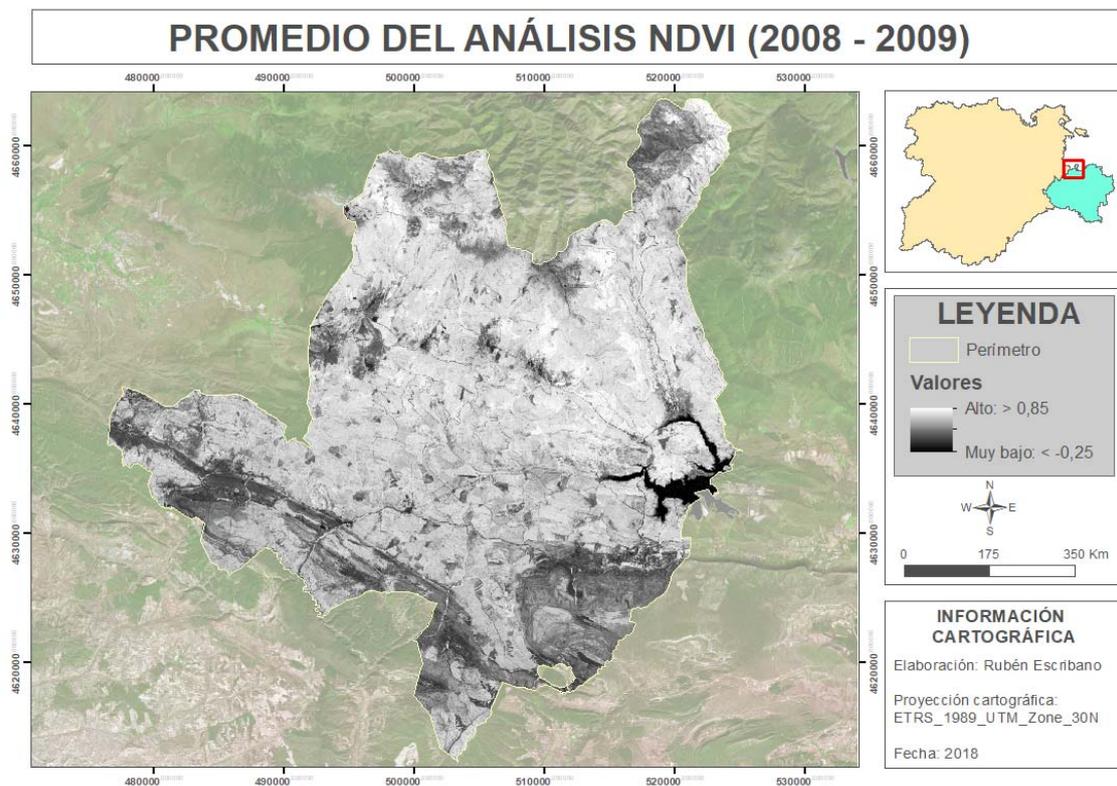


Figura 12 – Compuesto NDVI (2008 – 2009). Elaboración propia

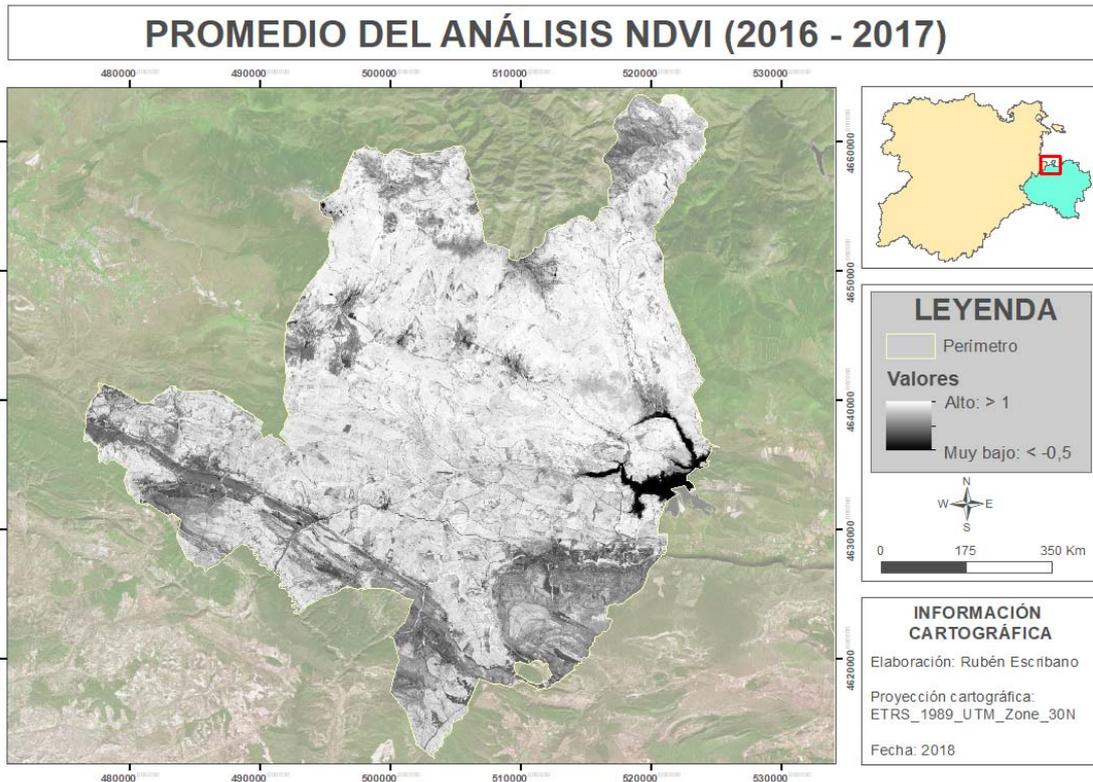


Figura 13 – Compuesto NDVI (2016 – 2017). Elaboración propia

Finalmente para conseguir observar de una forma clara y precisa las diferencias entre estos análisis de los periodos de tiempo citados, se hace la resta del compuesto NDVI actual menos el compuesto NDVI anterior mediante la calculadora ráster del software utilizado (ArcMap). Los resultados obtenidos muestran con una tonalidad más oscura las zonas en las que se ha llevado una gestión y aprovechamiento maderero posterior al primer periodo analizado, mientras que las superficies con una actuación previa al primer periodo o cercana al mismo en las que ha habido crecimiento de vegetación se representan con tonalidades claras.

Los resultados obtenidos muestran de forma clara las zonas donde ha aumentado la vegetación y en aquellas en las que ha disminuido. Este análisis no es preciso para el estudio de las zonas potenciales para fructificación del *Boletus edulis* ya que al mostrar todos los tipos de vegetación existentes incluye datos que mostrarían una potencialidad nula para este estudio. Un claro ejemplo de ellos son los campos de cultivos representados en la zona sur de la Comarca de Pinares, en los que se observa tanto el vigor y densidad (colores claros) de la vegetación como la falta de presencia (colores oscuros) de la misma.

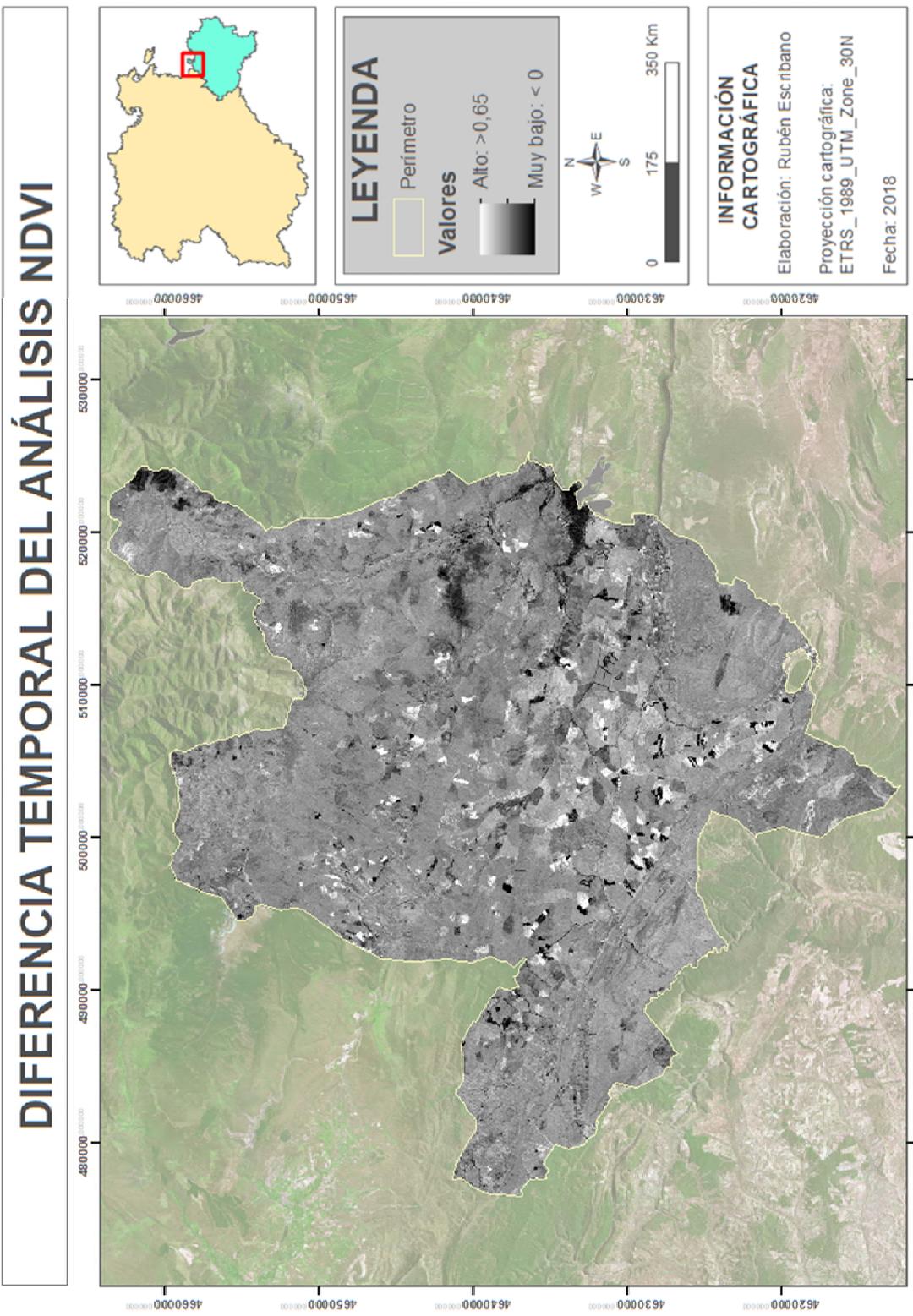


Figura 14 – Mapa diferencia temporal NDVI. Elaboración propia

4.4.2 ANÁLISIS DE LA DENSIDAD DE COBERTURA VEGETAL ARBÓREA

Para realizar este análisis de densidad que indica la diferencia temporal que ha sufrido la vegetación arbórea en el área de estudio, en primer lugar se han tenido que obtener desde la fuente *Landsat Tree Cover* las imágenes LANDSAT correspondientes a diferentes periodos temporales. En primer lugar se ha descargado el producto del año 2000 y posteriormente la del año 2015 que anteriormente ha servido para realizar el factor limitante de densidad de la cubierta vegetal arbórea. Esta diferencia de años entre los dos periodos es bastante para observar el cambio que han sufrido las superficies con vegetación arbórea gestionadas tanto previamente como durante el periodo de años estudiado.

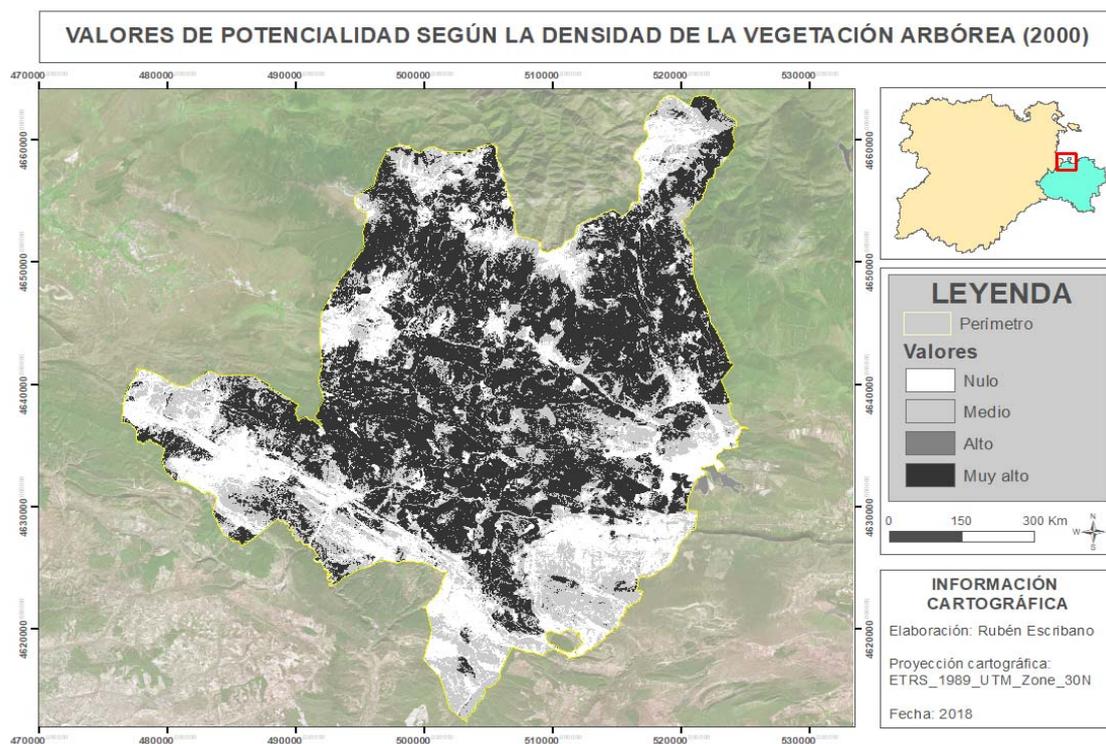


Figura 15 – Mapa valores de potencialidad según la densidad de la vegetación arbórea (2000). Elaboración propia

El análisis para obtener las diferencias entre la distribución de las cubiertas arbóreas del área de estudio se ha realizado mediante la resta del producto actual menos el producto anterior a través de la calculadora ráster del software ArcMap. En este caso, sí se trata de un estudio adecuado para este proyecto, ya que muestra únicamente los tipos de vegetación arbórea que conforman uno de los factores limitantes de gran importancia para la fructificación del hongo estudiado.

El resultado es similar al del análisis NDVI ya que las zonas con una densidad mayor se representan con tonalidad clara haciendo referencia a las áreas que fueron aprovechadas en años anteriores al año 2000, mientras que las superficies con tonalidades oscuras corresponden a las gestiones que se llevaron a cabo después del año 2000. Pese a su similitud, los datos de este análisis son más precisos para el estudio realizado por la argumentación anterior. En el mapa se aprecia una distribución más heterogénea que en el estudio anterior, lo que indica la gran actividad forestal que se realiza continuamente en la comarca, siendo esta

actividad beneficiosa para el hongo por el mantenimiento de un bosque maduro y con buena salud de sus pies.

Esta gestión general del monte es fundamental para la fructificación del hongo, pero hay que destacar que en las zonas concretas donde se realizan estas actuaciones, la potencialidad de fructificación se ve muy afectada por la pérdida de gran número de pies. Pese ello, tiene unos resultados positivos a largo plazo, ya que mientras unas superficies están siendo intervenidas forestalmente, otras que lo fueron anteriormente ya presentan valores óptimos de potencialidad. Además, esto permite eliminar los pies de carácter viejo y renovarlos con vegetación arbórea joven y madura con el paso del tiempo.

Además de estos resultados, también se pueden apreciar las distintas actuaciones que se llevan a cabo sobre este tipo de vegetación, tanto por método de cortas a hecho como por método de entresaca. Esto se aprecia por la delimitación precisa que muestran las cortas a hecho y el carácter más difuminado de las superficies intervenidas por método de entresaca.

Por lo tanto, el resultado plasmado en el mapa presenta unos datos temporales, ya que la gestión continua del espacio forestal hace que varíe el mosaico, pudiendo observar cambios a corto plazo.

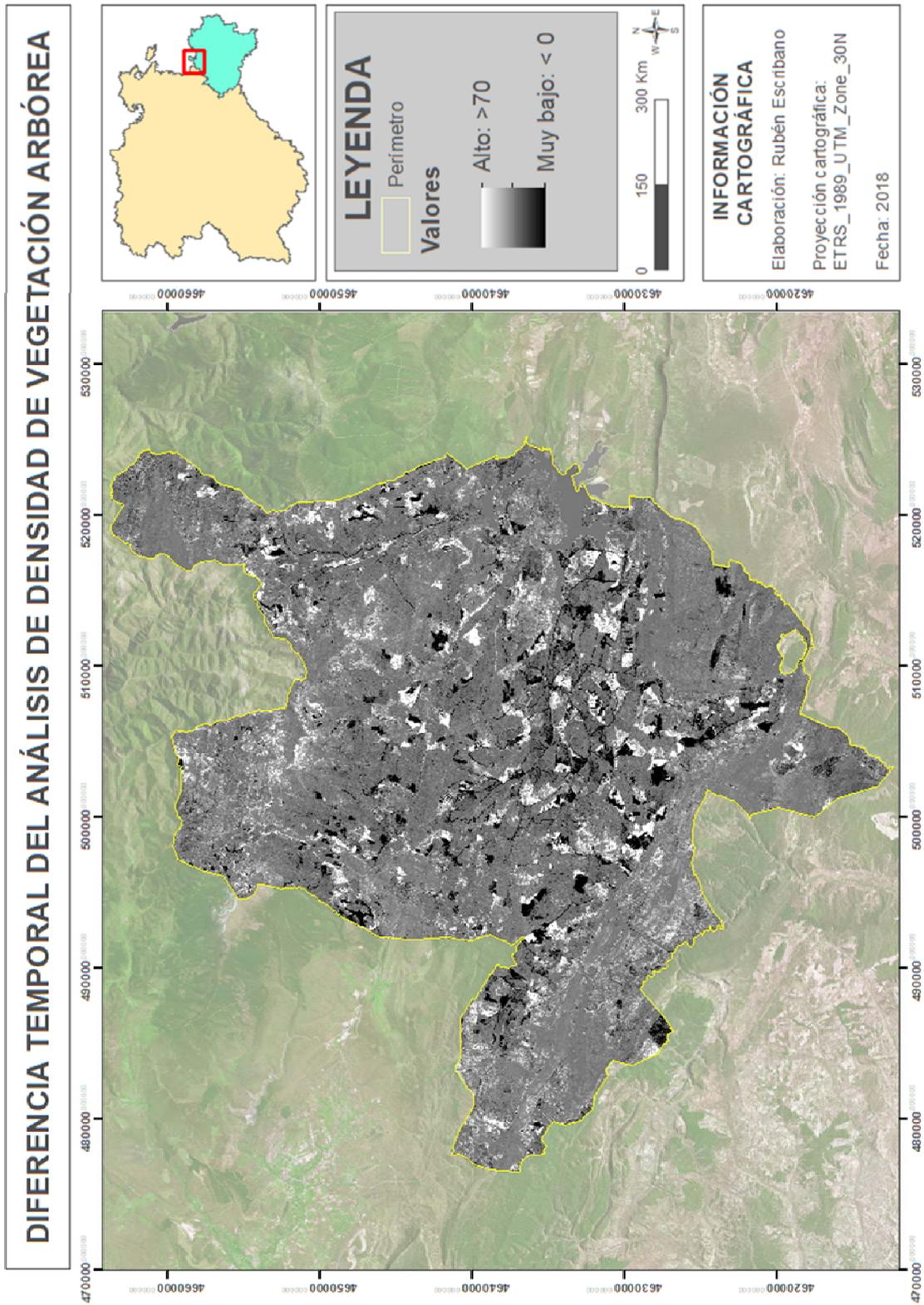


Figura 16 – Mapa diferencia temporal análisis de densidad de vegetación arbórea. Elaboración propia

5. INTEGRACIÓN DE VARIABLES

El procedimiento seguido para el cálculo del producto final corresponde a una Evaluación Multicriterio de superposición ponderada (EMC “weighted overlay”). Este tipo de evaluación se ha utilizado para llevar a cabo una combinación de las variables que influyen en la fructificación del *Boletus edulis*. Además de ello, es un método válido para realizar este tipo de cálculos en los que cada variable, influyente en el resultado, posee distinta importancia por lo que se le debe atribuir un valor de ponderación acorde a su magnitud. Estas variables a su vez pueden ser condicionantes o limitantes lo que repercute directamente en el resultado final, excluyendo aquellas zonas donde existan valores nulos en las variables limitantes.

Una vez analizadas las variables con sus respectivos umbrales de potencialidad (ver tabla 6), se procede a la asignación de los valores de ponderación en función de la importancia de cada variable para el objetivo de estudio, siendo la variable menos importante la orientación y la más importante el tipo de vegetación (ver tabla 7).

VALORES DE POTENCIALIDAD: VARIABLES CONDICIONANTES		VALORES DE POTENCIALIDAD: VARIABLES LIMITANTES	
0	Muy bajo	0	Nulo
1	Medio	1	Medio
2	Alto	2	Alto
3	Muy alto	3	Muy alto

Tabla 6 – Asignación de valores de potencialidad para ambos tipos de variables. Elaboración propia

VARIABLES	VALOR DE PONDERACIÓN	
Orientación	5%	CONDICIONANTES
Precipitación media anual	10%	
Temperatura media anual	10%	
Calidad de la vegetación arbórea de tamaño medio y de gran tamaño	15%	LIMITANTES
Densidad de la cubierta vegetal arbórea	15%	
pH del suelo	20%	
Tipo de vegetación	25%	

Tabla 7 – Asignación de valores de ponderación para cada variable. Elaboración propia

Con la decisión de los valores de ponderación asignada gracias a la ayuda de varias fuentes bibliográficas como las Tesis Doctoral de Martínez Peña y otros documentos como el citado anteriormente sobre la gestión micológica forestal, se procede al cálculo de la combinación de las variables con sus respectivas ponderaciones. Este cálculo se realiza a través de la herramienta “weighted overlay” que permite combinar estas variables asignando el porcentaje de importancia que se muestran con los valores de ponderación. Para su realización, ha sido necesario hacer una nueva reclasificación de las variables en valores de 1 a 4 (ver tabla 8) asignando el valor 1 a aquellas superficies que poseían valor 0 en las variables condicionantes, y valor “restricted” a aquellas superficies con valor 0 de las variables limitantes. Además de esta reclasificación, se le asignan los porcentajes de ponderación, que permitirán obtener un resultado final que incluya todas las variables de forma correcta.

Como elemento final, se ha incluido la red lineal correspondiente a las carreteras, cortafuegos y pistas forestales que se aprecian a la escala de trabajo. Es importante representarlos, ya que pese a que exista la presencia de carreteras u otras superficies no aptas para la fructificación del Boletus, pueden estar representadas como óptimas. La principal causa de que esto suceda es por la variable de densidad de la cubierta vegetal arbórea, que al no tener en cuenta el tipo de uso de suelo que existe, puede registrar una densidad alta sobre un elemento no potencial por la superposición del dosel de vegetación sobre el mismo. Por ello, se ha realizado una clasificación de redes lineales citadas con valores 0 que, al combinarse con las demás variables otorgan una clasificación de carácter nulo a las superficies que ocupan.

TIPO DE VARIABLE	VALORES DE POTENCIALIDAD PREVIOS	NUEVA VALORACIÓN
CONDICIONANTE	0	1
	1	2
	2	3
	3	4
LIMITANTE	0	Restricted
	1	2
	2	3
	3	4

Tabla 8 – Nueva valoración de potencialidad. Elaboración propia

6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestra en un mapa final que contiene valores de potencialidad esperados en un rango de 0 a 3, siendo las superficies con valores 0 aquellas que no presentan condiciones para la fructificación del *Boletus edulis*.

En primer lugar es importante destacar que el 35% de la superficie de la Comarca de Pinares posee valores de potencialidad para la fructificación del *Boletus edulis* calificados como muy altos; esta superficie corresponde principalmente con el territorio en el que se extiende el bosque de *Pinus sylvestris* que proporciona el nombre a dicha comarca. Intercaladas en estas superficies aparecen otras muchas calificadas de alta potencialidad ocupando el 33% del área de estudio. Este tipo de áreas permiten percibir de una manera más detallada la variabilidad de grados de potencialidad que existen en estas superficies óptimas para la aparición del hongo estudiado, siendo posible observarlas gracias a la incorporación de los factores de calidad y densidad de la cubierta vegetal arbórea que permiten ahondar en el estado de la misma.

Por otro lado, las superficies con un grado medio de potencialidad de fructificación son escasas y prácticamente inapreciables representando el 2% de la comarca debido al buen estado de las áreas donde la aparición del *Boletus* es posible. Por el contrario, las zonas calificadas como nulas ocupan el 30% y se distribuyen principalmente en el sur y el sureste de la comarca, ya que en estas localizaciones tienen una relevancia significativa los campos de cultivo y las dehesas. Este valor de potencialidad también aparece en el embalse de la Cuerda del Pozo, situado en la zona oriental del área de estudio y en las superficies de gran altitud situadas al norte de la comarca donde al ser imposible el desarrollo de vegetación arbórea, lo es también el del *Boletus edulis*.

Este mapa final puede tener diferentes utilidades. En primer lugar, permitir localizar las superficies con mayor potencialidad de fructificación de este tipo de hongo. En segundo lugar, ayudar como herramienta en la gestión del recurso micológico, pudiéndose utilizar para diferenciar la tipología de los permisos en función del grado de potencialidad de fructificación. En tercer lugar, contribuir en la predicción de cosechas.

Este conocimiento de las zonas potenciales, podría ser una herramienta que ayudara de forma general a la gestión del monte en la materia de micología pudiendo establecer las bases de una nueva fuente de recursos económicos en la Comarca de Pinares, que mejorara la situación y diversificara la economía actual. Es por ello que la realización de estudios continuos en el tiempo similares a este, junto a la recogida de datos de recolección por temporada, permitiría realizar modelos probabilísticos de fructificación en la Comarca, estimando así de forma orientativa la probabilidad de fructificación de este tipo de hongo en una temporada concreta.

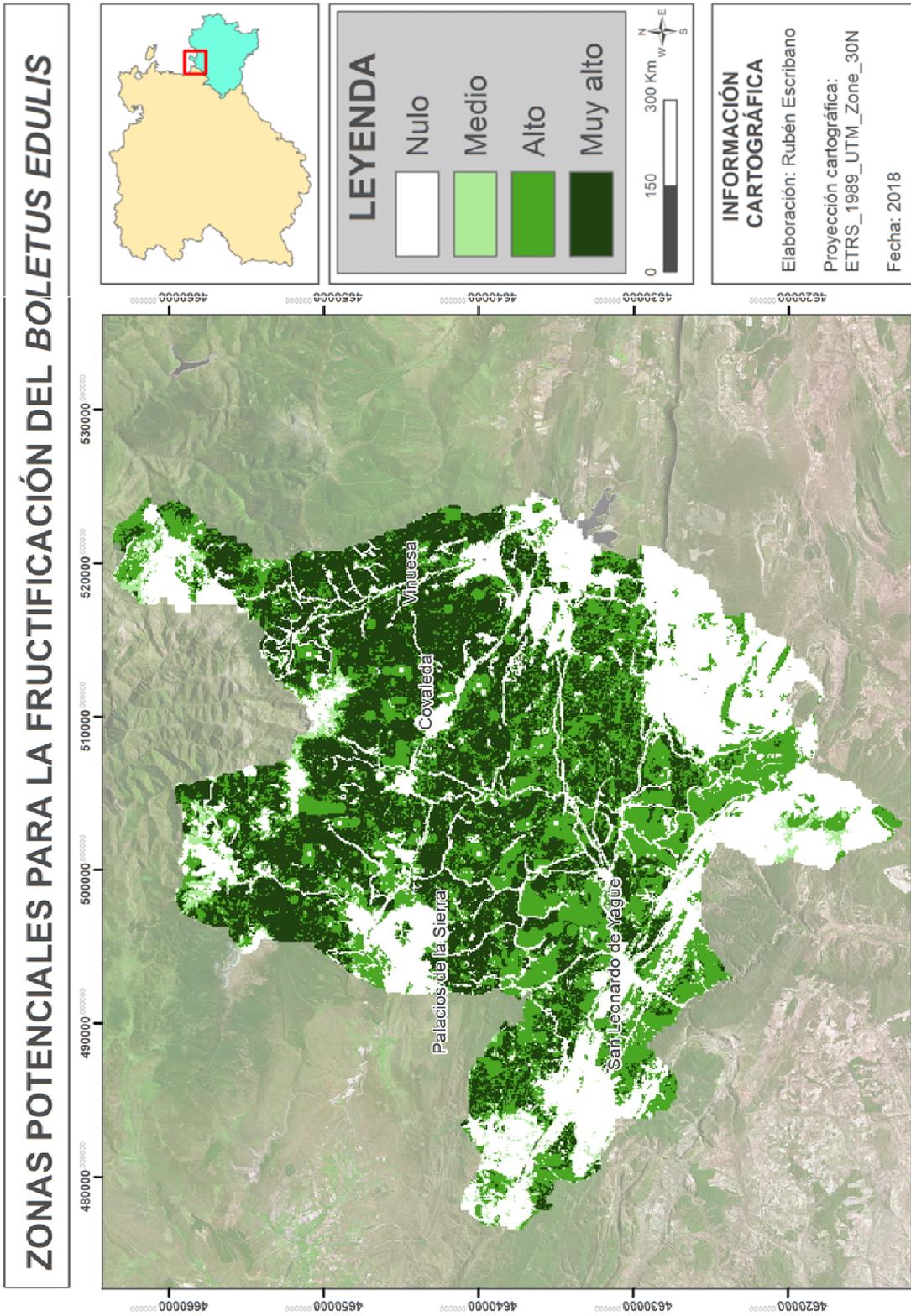


Figura 17 - Mapa de zonas potenciales para la fructificación del *Boletus edulis*. Elaboración propia

Con el resultado cartográfico obtenido, ha sido posible realizar el porcentaje de superficie existente en función del grado de potencialidad que representan. Los territorios con una potencialidad muy alta corresponden al mayor porcentaje de superficie de la Comarca de Pinares, mientras que los de potencialidad media representan un porcentaje muy bajo, pudiéndose deber a las escasas superficies con presencia únicamente de matorral y las minúsculas superficies que recogen valores de pH neutro. Los porcentajes de cada grado de potencialidad son los siguientes (ver tabla 9):

GRADO DE POTENCIALIDAD	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE SUPERFICIE
Muy alto	35%
Alto	33%
Medio	2%
Nulo	30%

Tabla 9 – Porcentaje de superficie según el grado de potencialidad

7. ESTIMACIÓN ECONÓMICA

Habida cuenta de que la economía maderera de la que se sustenta la comarca está en declive y, dado que la actividad de turismo rural comienza a ser una realidad, el aprovechamiento micológico regulado podría ser un factor importante para mejorar la situación económica a modo de complemento. Sin embargo hay que ser conscientes de que este producto no puede ser la base de la economía de la zona puesto que el *Boletus edulis* tiene un carácter estacional, sufre una gran oscilación anual puesto que depende del volumen de fructificación de cada año y, además, su calidad que puede variar igualmente.

Esta especie de hongo fructifica normalmente a finales del mes de septiembre y continúa su presencia hasta cuatro semanas después de su brote aunque en algunos casos puede permanecer alguna semana más. Se pueden encontrar dos tipos de *Boletus edulis* diferenciándose entre ellos por su calidad (Martínez Peña, 2008):

- El de primera calidad, llamado hongo blanco por la población de la zona y su precio se encuentra alrededor de 6 euros/ Kg.
- El de segunda calidad, llamado verde y su precio se encuentra alrededor de 1,5 euros/Kg.

Los precios citados corresponden a la venta de estas especies dentro de la Comarca y dependen de la cantidad de hongos que fructifiquen en la temporada. La fructificación media de kilogramos por hectárea (Kg/ha) suele ser de unos 50, sin embargo esta cifra puede oscilar dependiendo de la temporada desde 3 kg/ha hasta llegar a superar incluso los 100 kg/ha.

Independientemente del volumen de producto que se recolecte, la calidad puede ser baja o incluso no poderse aprovechar, pudiéndose dar una buena temporada en kg/ha pero no obtener beneficios por la mala calidad del hongo recogido (Martínez Peña, 2008).

En cuanto a números totales, no se puede hacer una estimación exacta de toneladas recogidas por temporada ya que solo una pequeña parte es registrada. Esto es fruto de las carencias que existen en la regulación micológica de la zona y la problemática creciente de la recolección del hongo de manera ilegal y no sostenible. Pese a ello, se estima que son unas 620 toneladas las registradas anualmente solo en la Comarca estudiada, de las cuales alrededor del 50% se comercializa, el 35% se auto consume fuera de la Comarca y el 15% restante se auto consume en la Comarca (Martínez Peña, 2008).

En referencia a estos datos absolutos, las cifras ascenderían a unos 2 millones de euros por la venta del producto registrado en un año de fructificación normal y por los beneficios obtenidos por los turistas que no tienen que ceder nada a la propiedad forestal más allá del simbólico precio que depositan para la obtención del permiso reglamentario. Esta cantidad podría variar al alza en el caso de que se produjera venta del producto en mercados externos a la comarca, principalmente en las grandes ciudades en las que el precio podría ascender hasta los 42 euros/kg (Martínez Peña, 2008).

La problemática existente centrada en la dificultad de regulación tanto de la cantidad como de la forma de recolección de los usuarios, seguida de la gran cantidad de población que lo realiza de forma ilegal evitando pagar los permisos reglamentarios, crea un ambiente de caos y desorganización en los municipios pinariegos en la época de recolección, además de la sensación de degradación del propio monte y la pérdida de riqueza en la Comarca.

Actualmente, los permisos y la normativa existente para la regulación del recurso micológico de Soria (MicoCyL) presentan una gran variedad en función de los municipios que la forman. Muchos de estos municipios están en desacuerdo con el precio estipulado para dichos permisos puesto que al estar subcontratado con una empresa privada el servicio de gestión y control, los beneficios no llegan al municipio sino que la mayor parte de los ingresos van a parar a la empresa y el resto a los fondos de la provincia. En el año 2015 la recaudación fue de 292.000,00 euros, se vendieron 57.332 permisos más la cantidad de 30.000 para micoturistas foráneos a la comarca. Un dato importante es que los permisos comerciales solo se vendieron a población de la propia provincia para asegurar en cierta medida la protección del monte. Existen varios tipos de permisos (ver tablas 10, 11 y 12) (MicoCyL):

PRECIO DE PERMISOS DIARIOS (2 DIAS)		
	RECREATIVO (5 Kg/ día)	COMERCIAL (50 Kg/día)
FORANEO	5	-

Tabla 10 – Precio de permisos diarios. Elaboración propia

PRECIO DE PERMISOS DE TEMPORADA		
	RECREATIVO (5Kg/día)	COMERCIAL (50 Kg/día)
LOCAL	3	10
VINCULADO	5	50
PROVINCIAL	40	300

Tabla 11 – Precio de permisos de temporada. Elaboración propia

PERMISOS ESPECIALES	
CIENTÍFICOS	GRATUITO
GRUPOS GUIADOS	
EXPOSICIONES MICOLÓGICAS	
UNIVERSIDADES	
OTRAS AGRUACIONES	

Tabla 12 – Precio de permisos especiales. Elaboración propia

Recientemente, debido al desacuerdo frente al modo de regularización y el destino de los beneficios económicos, una serie de municipios de la Comarca de Pinares que cuentan con un gran volumen de recolección anual, han decidido no seguir con la regulación impuesta y han optado por realizar una gestión propia del recurso aplicando una nueva política de permisos y de recaudación, siendo el propio Ayuntamiento el que gestiona los ingresos obtenidos. Estos municipios son Vinuesa, Salduero y Covalada; existen otros como Duruelo de la Sierra que en estos momentos están determinando el método a seguir, un procedimiento propio o la regulación existente. Sirva como ejemplo la norma planteada por el municipio de Covalada el cual ya ha presentado la tipología de permisos, su precio y los Kilogramos permitidos a recolectar diariamente. Esta norma indica que solo existirá permiso de 2 días, que el total de Kilogramos por día será de 30 y que los habitantes empadronados al menos 1 año antes de la obtención del permiso podrán disfrutar de la recolección de forma gratuita. A esto se añade que solo se permitirá la recolección de carácter recreativo y los usuarios foráneos deberán abonar una cantidad de 5,00 euros por permiso. Con esto se pretende realizar una recolección sostenible y no agresiva al medio natural (ver tabla 13).

PRECIO DE PERMISOS DIARIOS (2 DIAS) RECREATIVO (30 Kg/día)	
LOCALES	GRATUITO
FORANEOS	5

Tabla 13 – Precio de permisos diarios recreativos (Covalada). Elaboración propia

8. COMERCIO DEL BOLETUS EDULIS

Este tipo de hongo es el más cotizado del mercado de setas y hongos por tener unas características que le dan una gran riqueza culinaria. Es por ello que se consume en una gran cantidad de países del mundo y en zonas donde no se encuentra este recurso, por lo que necesita de su exportación desde lugares donde sí tiene presencia. Una de las regiones más ricas en este recurso dentro de España es la analizada en este proyecto sin embargo se ve afectada por el mal uso y aprovechamiento del mismo. Es evidente que podría ser una de las fuentes principales de ingresos para la Comarca pero su carácter estacional, su oscilación anual y el escaso desarrollo de la economía relacionada con el recurso no facilitan esta fuente de ingresos. Además, la conciencia de la población respecto al cuidado del monte hace difícil el aprovechamiento con fines comerciales de gran calibre, reduciéndolo a ser un pequeño apoyo en la economía familiar en la época en la que se recolectan. Este producto es vendido por los recolectores a las lonjas que demandan el producto por un precio que se sitúa entre los 1,5 y los 6 euros/Kg; posteriormente pasa los controles de sanidad reglamentarios y es exportado una vez revalorizado su precio a zonas donde existe una gran demanda del producto, principalmente al sector hostelero y a las grandes superficies comerciales.

Por lo tanto, hacer una propuesta para que el *Boletus edulis* sea uno de los recursos principales para la economía de la Comarca de Pinares no deja de ser un objetivo casi imposible de alcanzar por la dificultad que supone tanto en la regulación como en la variabilidad que muestra en la fructificación anual. Además a esto se le suma el sentimiento de patrimonio natural que existe en la zona en relación al pinar, lo que hace prácticamente imposible la gestión dedicada a fines económicos de gran calibre que debería tener el recurso micológico estudiado para tener peso en la economía comarcal, lo que supondría un deterioro del valor paisajístico que existe en la zona.

9. ANÁLISIS DAFO DEL APROVECHAMIENTO DEL *BOLETUS EDULIS* COMO RECURSO ECONÓMICO PRINCIPAL

Para finalizar, se realiza una comparación entre los resultados cartográficos obtenidos sobre las superficies potenciales para la fructificación del *Boletus edulis* y el análisis económico y valor comercial del mismo. Esta comparación se desarrolla a través de un análisis DAFO en el que se plantean las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que presentaría la implantación de la actividad recolectora de este hongo como una de las actividades económicas básicas para la comarca.

En cuanto a las debilidades, esta comarca presenta una economía en retroceso basada en la extracción y transformación de la madera que, al ser el principal sector económico de la zona, la dota de unos recursos limitados por su mala situación actual. A esto se añade el hecho de que la Comarca de Pinares muestra una estructura poblacional en declive y con un envejecimiento marcado, que sumado a la incertidumbre de cantidad de recolección por la gran oscilación que puede registrar el hongo estudiado en su fructificación anual, hacen muy complicado su afianzamiento como fuente de beneficios principal para los municipios pinariegos.

Con respecto a las amenazas, su origen suele ser externo al territorio estudiado. La principal, en caso de que la actividad recolectora del Boletus fuera una de las bases económicas de la comarca, sería la sobreexplotación del recurso. A su vez, esta amenaza incrementaría la insostenibilidad del aprovechamiento, con el posible resultado de la degradación de la calidad paisajística del entorno. Estas amenazas son posibles de detectar actualmente y se basan en la llegada de multitud de recolectores generalmente extranjeros que generan una gran masificación del monte y causan daños visibles, tanto en el entorno cultural como en el ámbito económico, ya que prácticamente la totalidad del volumen recolectado lo exportan a las grandes ciudades evitando los intermediarios de la zona.

En cuanto a las fortalezas hay que tener en cuenta el gran valor económico y gastronómico del producto que le hace ser el objetivo principal de los recolectores. Estos valores, sumados a la potencialidad de esta comarca para la fructificación del hongo, podrían proporcionar unos ingresos considerables pudiendo ser una de las bases económicas de la zona.

Finalmente, las oportunidades que podría presentar alcanzan unos objetivos claves para la prosperidad de la Comarca de Pinares, ya que si fuera posible la implantación de este sector como una de las bases económicas de la zona, podría ser un motor de desarrollo rural apto. Este desarrollo alcanzaría una mejora e incremento en los puestos laborales y la llegada de población joven que neutralizaría los índices de envejecimiento y la pérdida de población actuales. Además, la economía de la zona no se basaría únicamente en el sector maderero sino que poseería más variantes como la planteada.

En el siguiente cuadro se muestran de forma estructurada las variables del análisis DAFO realizado (ver tabla 14).

	ASPECTOS NEGATIVOS	ASPECTOS POSITIVOS
ORIGEN INTERNO	<p style="text-align: center;"><u>DEBILIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Economía en retroceso - Recursos económicos limitados - Oscilación anual de la fructificación - Envejecimiento de la población 	<p style="text-align: center;"><u>FORTALEZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gran valor económico y gastronómico del producto - Potencialidad alta de la comarca para la fructificación
ORIGEN EXTERNO	<p style="text-align: center;"><u>AMENAZAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Sobreexplotación del recurso micológico - Posible insostenibilidad del aprovechamiento - Pérdida de calidad paisajística por deterioro del entorno por malas prácticas de aprovechamiento 	<p style="text-align: center;"><u>OPORTUNIDADES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Posible desarrollo rural - Creación de empleo y llegada de población joven - Posible fuente de ingresos para la población - Diversificación económica

Tabla 14 - Análisis DAFO. Elaboración propia

10. CONCLUSIONES

El *Boletus edulis* es un tipo de hongo con una serie de necesidades ambientales específicas no conocidas científicamente hasta el momento, por lo que los resultados obtenidos hacen referencia a estimaciones sobre determinadas necesidades ambientales que se observadas hasta el momento. Es importante destacar que aunque se conocen gran parte de las variables que intervienen en su fructificación, los parámetros de potencialidad de las mismas siguen siendo una incertidumbre por la dificultad que presenta conocer la medida en que se tienen que producir estas variables.

Este trabajo propone una línea metodológica que presenta una serie de procedimientos convencionales para la combinación de los factores influyentes en el objeto

del estudio, pero incluye una serie de factores que permiten el estudio detallado de la comarca pinariega, siendo estos la calidad del tipo de vegetación y la densidad de la cubierta vegetal arbolada. Además, se han llevado a cabo dos análisis que permiten observar las diferencias temporales en la cubierta vegetal. Estos análisis son muy relevantes para el objetivo del estudio y sobre todo para esta zona ya que en ella se realiza una constante actividad forestal que mantiene en continuo cambio la cubierta vegetal, siendo muy relevante tanto positivamente como negativamente para la fructificación del *Boletus edulis*. Estos análisis corresponden en primer lugar al realizado con la ayuda del NDVI que permite ver la diferencia de toda la masa vegetal sin discriminar ningún tipo de vegetación, y en segundo lugar el realizado con las imágenes LANDSAT obtenidas a través de la fuente Landsat Tree Cover, que permiten realizar un análisis similar al NDVI pero únicamente de la cubierta vegetal arbórea, siendo este de mayor relevancia para el estudio sobre el *Boletus edulis*.

En la Comarca de Pinares existe un cierto desacuerdo en la manera de gestionar este tipo de recursos; esto ha derivado en la creación de diferentes métodos de gestión dependiendo del municipio que lo administra. De esta manera se ha provocado una heterogeneidad basada principalmente en los beneficios por la recolección e influyendo de esta manera en la afluencia de recolectores que buscan las entidades administrativas con mejores condiciones para la actividad micológica.

Conociendo la situación tanto poblacional como económica de la zona, este proyecto puede tener cabida a la hora de realizar un estudio de la situación de la comarca pinariega en relación a las posibilidades de recolección de este recurso micológico. Pese a que los resultados obtenidos no presentan unos valores exactos tanto en la superficie como en el tiempo, fruto de la gran variabilidad anual por la fluctuación de las variables como por el desconocimiento que presenta este tipo de hongo en relación de los factores influyentes en su fructificación, puede servir como un modelo potencial que permita observar la distribución de las superficies con mejor situación para el desarrollo del *Boletus* y ser la base de un posible motor de desarrollo rural de la zona.

Pese a estas suposiciones y teniendo en cuenta los argumentos de caracterización económica de la zona expuestos en el proyecto, resulta evidente la gran dificultad que supondría instaurar esta especie micológica y las actividades derivadas de su recolección como una de las bases económicas de la Comarca de Pinares, principalmente por su desconocimiento frente a los factores que influyen en su desarrollo y la gran oscilación anual que registra en su fructificación, haciendo inviable hasta el momento su explotación económica como base fundamental de los beneficios comarcales.

11. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Estatal de Meteorología (2011). *Atlas Climático Ibérico*. Madrid. pp 15-19.
- Ágreda Cabo, T. (2012). *Influencia de la edad de la masa en la fructificación de hongos silvestres comestibles en un bosque de Pinus pinaster Ait. de Soria*. Doctorado, Universidad de Valladolid. Escuela técnica superior de ingenierías agrarias, 49. pp. 69.
- Atlas Forestal de Castilla y León (2007). *Tomo I: El bosque actual*. Junta de Castilla y León. pp 21-173.
- Barredo Cano, J. (1996). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid: Ra-ma, pp.47-104.
- Castilla y León Micología (micocyl)(n.d.). Disponible en: <http://www.micocyl.es/>
- Consejo de Medio Ambiente (2006). *ORDEN MAM/52/2006, de 20 de enero, por la que se modifica la Orden de 30 de abril de 1992, de Iniciación del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural de Sierra de Urbión*. Valladolid: Carlos Fernández Carriedo, pp.1500-1501.
- Diputación Provincial de Soria (n.d.). Disponible en: <http://www.dipsoria.es/>
- Earth Explorer (n.d.). Disponible en: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Historia de Covalada (2017). Disponible en: <https://historiadecovalada.wordpress.com/>
http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710990
http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ifn3_bbdd_descargas.htm.aspx
- IDForest (e.d.). Disponible en: <http://www.idforest.es/es/index.asp>
- Instituto Geográfico Nacional (n.d.): *Descargas del Instituto Geográfico Nacional*. Disponible en: <http://www.ign.es/web/ign/portal>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). *Demografía y población. Padrón. Población por municipios*. Disponible:
- Junta de Castilla y León (n.d.). Disponible en: <http://www.jcyl.es/>
- Junta de Castilla y León (n.d.). *Visor de suelos de castilla y león*. Disponible en: http://suelos.itacyl.es/visor_datos
- Landsat Tree Cover (n.d.). Disponible en: <http://glcf.umd.edu/data/landsatTreecover/>
- Martínez de Aragón, J., Oliach, D., Henriques, R., Fortuny, M., Girbal, J. y Bonet, J.A. 2012. *Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña*. Ediciones CTFC.
- Martínez de Aragón, J.; Oliach, D.; Henriques, R. y Bonet, J.A. 2012. *Manual de buenas prácticas para la gestión del recurso micológico forestal*. Ediciones CTFC.
- Martínez Peña, F. (2008). *Producción de carpóforos de macromicetes epígeos en masa ordenadas de Pinus sylvestris L*. Doctorado, Universidad Politécnica de Madrid. Escuela técnica superior de ingenieros de montes.
- Martínez Peña, F., Oria de Rueda, J. A., Ágreda, T. (2011). *Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Castilla y León*. Junta de Castilla y León. pp 230-270.
- Martínez Peña, F., Rubio Sánchez, A., San Martín Fernández, R. (2004). *Modelización de producciones forestales no leñosas: aplicación a la fructificación del Boletus edulis*

- BULL.: FR. En pinares de silvestre de Soria. Actas de la Reunión de Modelización Forestal, 85. Pp. 89.*
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2007). *Tercer Inventario Forestal Nacional IFN3*. Disponible en:
 - Olaizola Suárez, J., Cuesta Bachiller, J., de la Parra Peral, B., Oria de Rueda, N. and Saiz Rojo, A. (2018). Gestión micológica forestal. Técnicas para mejorar las producciones de hongos silvestres comestibles en el País Vasco. *Foresta*. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/303469>. pp.46-53.
 - Pinares de Soria (2018). Disponible en: <http://www.pinaresnoticiasCom>
 - Sabater Segurana, D. (2015). *DETERMINACIÓN DEL HÁBITAT POTENCIAL DE LA TRUFA NEGRA (Tuber Melanosporum Vittad.) EN LA COMARCA DEL MATARRAÑA (TERUEL)*. Grado, Universidad de Zaragoza. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.

12. ANEXOS

ENTREVISTA PARA TRABAJO DE FIN DE GRADO: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES DE FRUCTIFICACIÓN DEL BOLETUS EDULIS EN LA COMARCA DE PINARES

Al Ingeniero de Montes de Covalada Oscar Carrascosa y al Presidente de la Sociedad Civil de Maderas en Covalada Mateo García.

PREGUNTAS REFERIDAS A LA GESTIÓN FORESTAL

1. ¿Qué tipo de gestión forestal (a matarrasa o entresacado) se lleva a cabo en Covalada?

Se aplican las dos. La corta a matarrasa o a hecho se aplica como corta final. Se actúa sobre toda la superficie del rodal y posteriormente se laboreo toda la superficie y se siembra para conseguir la regeneración. Hay problemas de regeneración natural si no se remueve el terreno.

Las cortas por entresaca se efectúan en las cortas intermedias (Clareos y claras, preparatorias,...), en las que se van eliminando los peores pies (dominados, codominantes, sarriosos, secos, torcidos, bifurcados,...) para favorecer el desarrollo de los pies destinados a la corta final, y por tanto, de mejor calidad.

2. En la Comarca de Pinares, ¿se lleva en todos los municipios el mismo tipo de gestión?, si no es así, ¿podría decirme cuáles actúan de manera diferente?

Prácticamente es la misma gestión. Todos los montes de la zona son de Utilidad Pública, están ordenados y cuentan con proyectos de ordenación en vigor. La mayoría de ellos por el método de tramo único o tramos permanentes.

En determinados municipios (Navaleno, Quintanar de la Sierra), se están abandonado las cortas a hecho como forma de realizar la corta final; sustituyéndolas por cortas a hecho en dos tiempos o dejando árboles padre, con el fin de intentar la regeneración natural y menor impacto.

3. ¿Qué volumen medio de madera de extrae anualmente y a qué número de ejemplares corresponde aproximadamente?

La posibilidad o volumen de madera que se puede extraer cada año la marca la posibilidad en el proyecto de ordenación. En el monte de Covalada se sacan anualmente 20.000 metros cúbicos (22.926,48 metros cúbicos es la posibilidad anual). El número de pies es variable, depende del tipo de cortas que se realicen cada año.

- 4. Si la extracción de madera se hace por entresacado, ¿se podría estimar qué % de ejemplares se cortan respecto a los existentes en la zona donde se actúa? Y por el contrario, si se realiza una corta a matarrasa, ¿qué superficie está permitida en hectáreas intervenir?**

Las cortas a matarrasa se hacen a nivel de rodal. La superficie varía mucho. Desde las 15-20 Ha a las 40 Ha. No hay límite salvo en la zona donde coincide con el Parque Natural, que no están permitidas este tipo de cortas y se sustituye por aclareo sucesivo.

En las entresacas, entre el 30-40 % de los pies. Siempre inferior al 40 % de Área Basimétrica.

- 5. ¿Se sabe la edad media del pinar?**

No se tienen datos de edad media del monte, se refieren más a nivel de rodal. Es un dato más relevante la evolución de la aplicación del método de ordenación. En el caso del monte de Covalada, analizando los datos derivados del inventario para la revisión del proyecto de ordenación, se observa que se ha conseguido compatibilizar un alto volumen de extracción de madera con un equilibrio al alza de las principales variables: nº de pies métricos y no métricos, volumen con corteza, crecimiento y volumen del pie medio. Con la aplicación de la ordenación, el volumen de los pies métricos se ha incrementado un 15 %, el número de pies métricos ha crecido un 25 %, y, lo que es más importante para valorar la sostenibilidad futura del sistema, el número de pies menores (menores de 20 cm de diámetro normal), que refleja el estado de la regeneración, ha aumentado un 31 %.

- 6. ¿Poseéis algún mapa o producto cartográfico para trabajar en el ordenador (capa SHP) que indique la cubierta vegetal de la zona por tipo de especie? Sería interesante que fuese de máxima actualidad, ya que dispongo de una de hace unos 10 años.**

No, trabajamos con las capas del Inventario Forestal Nacional (IFN).

- 7. En cuanto al precio de la madera, ¿la gestión del monte tan activa es principalmente para la obtención de beneficios o para el mantenimiento del propio monte en unas condiciones óptimas?**

Las dos cosas. El objetivo de la ordenación es obtener el máximo de utilidades asegurando la persistencia de la masa.

PREGUNTAS REFERIDAS AL PH DEL SUELO

- 1. ¿Poseéis valores de pH del suelo, a ser posible de la capa más superficial?**

Los suelos más abundantes en el área ocupada por el pinar presentan un perfil A – B - C, con humus tipo mor, pobre en bases, y pH ácido, correspondientes según la clasificación de J.M. Gandullo a suelos pardo ácidos y, en los estadios más evolucionados, suelos ferrilúvicos o ferriargilúvicos.

En las áreas de hayedo el perfil más abundante es A – Bt - C, con pH igualmente ácido (por debajo de 5), algo deficientes en materia orgánica (1,6% en el horizonte A), y con

disponibilidad de nutrientes muy modesta, correspondientes según la clasificación de J.M. Gandullo a suelos argilúvicos.

A los anteriores, se agregan:

- litosoles, de perfil A - C sobre rocas apenas colonizadas por la vegetación, más frecuentes en las áreas de cumbre y en las laderas más escarpadas de la mitad norte del monte.
- Ránker, de perfil A - C, en las áreas dominadas por una vegetación poco potente de herbáceas y matorral (p.e. Sección 1ª).
- Ránker turboso, de perfil O - C, en las áreas de encharcamiento superficial temporal, en las que el horizonte superficial presenta acumulaciones de despojos orgánicos incompletamente transformados

En conjunto, las zonas de mayor fertilidad son aquellas bien saneadas, no muy pendientes, preferentemente con orientación solana y en tierra derivada de roca algo arcillosa.

Hasta el momento la gestión forestal parece no haber generado problemas de pérdida de suelo o de reducción de la fertilidad

- 2. En aquellas zonas donde el ph es superior a 7,3 y existe la presencia de pino (*pinus sylvestris*), ¿se puede confirmar que la actividad del pino, como la caída de acícula entre otras, provoca un descenso del ph del sustrato pudiendo llegar a valores de acidez?**

No se tiene estudiado ese aspecto, pero como te he comentado en el anterior, no es un pH habitual en la zona.

REFERIDAS AL BOLETUS EDULIS

- 1. ¿Poseéis algún dato sobre la media de Kg obtenidos por hectárea o de manera general en los últimos años, así como de la cantidad de permisos (diferenciado por tipos si es posible) vendidos en comparación a la población que se estima que ha recogido hongos? % de población con permisos respecto al total de recolectores.**

La regulación la lleva directamente el Ayuntamiento de Covaleda, ellos podrán decirte datos de permisos expedidos.

En el monte de Covaleda no hay datos de productividad, sí en montes cercanos (Pinar Grande), pero no dispongo de esos datos (Lo hacía el Centro de Investigación de Valonsadero, posteriormente Cesefor. Creo que son datos publicados)

- 2. ¿Qué situación presenta Covaleda en cuanto a la normativa de gestión micológica de Castilla y León?**

Actualmente Covaleda está en trámites de obtener la denominación de coto micológico.

3. ¿Poseéis algún dato referido a las variables que potencian la aparición de *Boletus Edulis* y si es posible umbrales de medición de estas variables?

Esos datos existen en los estudios que te he comentado en el apartado 1.