

PLAN DE APROVECHAMIENTO DE ANDILLA

1. ANTECEDENTES	3
1.1. Terrenos elegidos	5
2. MARCO LEGAL	8
2.1. Internacional	9
2.2. Nacional	9
2.3. Autonómico	9
3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	10
3.1. Descripción socioeconómica	10
3.2. Descripción de hidrografía	12
3.3. Descripción orográfica y geológica	14
3.4. Descripción de clima	15
3.5. Descripción vegetación	16
3.6. Espacios protegidos	18
4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ELEGIDA	30
4.1. Introducción a la truficultura	30
4.2. Selección de planta huésped	30
4.3. Descripción de la especie	30
5. INVENTARIO	31
5.1. Diseño	31
5.2. Resultados del inventario	32
6. PLAN DE APROVECHAMIENTO	37
6.1. Climatología de la zona de plantación	37
6.2. Preparación del terreno	38
6.2.1. Parámetros físicos del suelo	38
6.2.2. Parámetros químicos del suelo	38
6.2.3. Actuaciones para evitar la contaminación	39
6.2.4. Limpieza de vegetación	40
6.2.5. Vallado	41
6.2.6. Labores de acondicionamiento del suelo (labrado y zanjado)	41
6.3. Marcado y ahoyado	41
6.4. Plantación, protectores y riego de asentamiento	42
6.4.1. Control de calidad de la planta	42
6.5. Cuidado de la plantación	43
6.5.1. Época de tratamientos culturales	43

6.5.2.	Labrado del terreno.....	43
6.5.3.	Aporte de nidos.....	44
6.5.4.	Riego	44
6.5.5.	Podas	45
6.5.6.	Recolección del fruto	46
6.6.	Seguimiento de la plantación	47
6.7.	Plagas.....	48
7.	ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE TRUFAS Y SU PRECIO	48
8.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	48
9.	INSCRIPCIÓN COMO PROYECTO DE ABSORCIÓN DE CO2	50
10.	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXO I. ESTUDIO ECONÓMICO	53

PLAN DE APROVECHAMIENTO DE ANDILLA

1. ANTECEDENTES

El presente proyecto "Del Bosque a tu Casa" (DBC) tiene como objetivo mejorar los núcleos rurales urbanos mediante la creación de iniciativas innovadoras para el aprovechamiento y la transformación sostenible de productos forestales no maderables de los bosques españoles, lideradas por mujeres. Dado que se trata de municipios con pocos habitantes, se da mucha importancia a potenciar la economía local utilizando los recursos naturales disponibles, aprovechando algunas de las especies más representativas de la zona.

Las zonas de aprovechamiento no se limitan exclusivamente al municipio de Andilla como estaba previsto en un inicio, sino que se han elegido también otras zonas de características similares a este término, por ser más adecuadas para las especies que se pretenden aprovechar en este territorio. Estas zonas restantes son: Alcublas, Alpuente, Aras de los Olmos, Benagéber, Calles, Chelva, La Yesa, Titaguas y Tuéjar (Figura 1). No obstante, en adelante nos referiremos a todos estos términos municipales bajo el nombre del principal (Andilla). Dichos municipios pertenecen a la comarca de Los Serranos, también llamada La Serranía, que incluye las siguientes localidades:

- **La Serranía:** Alcublas, Alpuente, Andilla, Aras de los Olmos, Benagéber, Bugarra, Calles, Chelva, Chulilla, Domeño, Gestalgar, Higuieruelas, La Yesa, Losa del Obispo, Pedralba, Sot de Chera, Titaguas, Tuéjar, Villar del Arzobispo. A su vez, pertenecen a la Demarcación Forestal de Chelva



Figura 1. Municipios del proyecto en Andilla, Valencia (Fuente: propia).

Se ha elegido como producto objeto del aprovechamiento la trufa negra (*Tuber melanosporum*), debido a que en esta zona se da bien el cultivo de esta especie y también por su alto valor económico en el mercado.

Los incendios son un factor muy importante a tener en cuenta en las áreas rurales de la provincia Valenciana a la hora de elección de zonas de aprovechamiento en Andilla, pues esta es, especialmente, una zona que históricamente ha sido afectada por importantes incendios, como por

ejemplo el de Andilla en 2012. Por esto, se ha creído de vital importancia tener en consideración las Zonas Estratégicas de Gestión (ZEG), es decir, áreas en las cuales la prevención de los incendios forestales es necesaria de cara a disminuir las devastadoras consecuencias de los mismos y crear áreas seguras para el trabajo de los medios de extinción (Madrigal et al., 2019). Estas ZEG vienen localizadas mediante Puntos Estratégicos de Gestión (PEG) en los Planes Locales de Prevención de Incendios Forestales (PLPIF) de la Comunidad Valenciana.

Con esto, además del cultivo de la trufa negra, se busca una mejor gestión forestal en forma de paisaje mosaico. Para ello, lo primero que se ha hecho en Andilla es analizar la localización de aquellos lugares de aptitud trufera alta y media (Figura 2), según lo indicado por el visor cartográfico de la Comunidad Valenciana (<https://visor.gva.es/visor/>), asegurando así la producción de la materia prima, priorizando la aptitud alta siempre que sea posible. Lo siguiente que se ha hecho es evaluar diferentes aspectos que también se tienen en cuenta a la hora de crear las ZEG, por ello, los factores que se han considerado en este caso han sido:

- Localización de PEG
- Orografía y pendiente del territorio
- Modelos de combustible de la vegetación
- Incendios históricos
- Áreas de priorización de defensa e infraestructuras vulnerables (p.ej.: interfaz urbana)
- Medios y capacidad de extinción
- Uso del territorio
- Cuencas orográficas

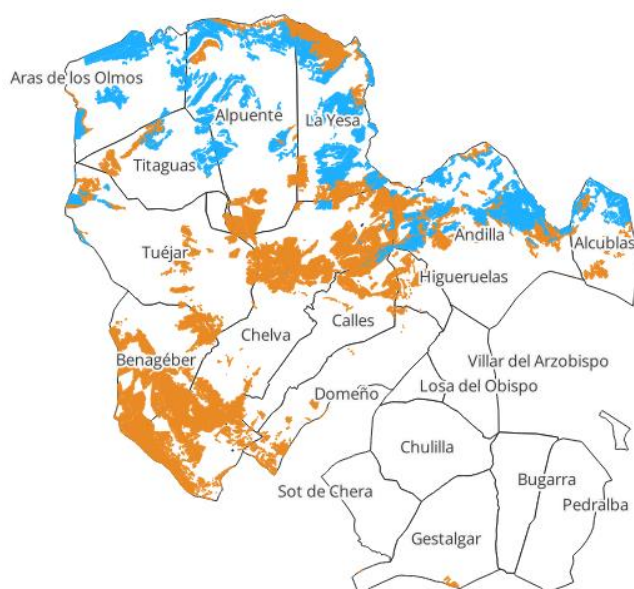


Figura 2. Zonas de aptitud trufera de la comarca La Serranía (Valencia). En azul las de aptitud trufera alta y en naranja los de aptitud trufera media (Fuente: propia).

Las actuaciones prioritarias a realizar en las ZEG (Madrigal et al., 2019) se redactan a continuación:

- Realizar quemas prescritas
- Ejecutar tratamientos selvícolas
- Favorecer especies poco combustibles
- Fomentar del uso agroganadero
- Crear zonas irrigadas en micro/mesoescala

Atendiendo a dichas actuaciones, con la ejecución de este aprovechamiento se pretende principalmente conseguir un uso agrícola en zonas de bancales abandonados donde recuperar el espacio que antiguamente era aprovechado para distintos usos y, por otro lado, reducir el combustible vegetal mediante la eliminación de la cubierta arbórea y arbustiva que libere espacio para el correspondiente cultivo a tratar en cada municipio.

De cara a seleccionar las parcelas objeto de aprovechamiento, se han valorado como limitantes (1) aptitud trufera; (2) la existencia de bancales abandonados que ahora se han convertido en masa forestal, debido a que esta ha ido colonizando estos espacios descuidados; (3) la pendiente de los mismos, que tendrá que ser obligatoriamente $\leq 20\%$ para facilitar las actuaciones en el terreno, y (4) cercanía a algún PEG. Este último limitante no será necesario en caso de que hubiera otro motivo específico de mayor interés para agregar algún polígono.

A pesar de que los primeros criterios que se han seguido para la elección de los terrenos de actuación han sido los anteriormente mencionados, se ha intentado aunar otro tipo de requisitos con objeto de que la parcela seleccionada tenga las mejores condiciones para ser el lugar de actuación minimizando el riesgo de incendios. Para ello, se han tenido en cuenta los siguientes aspectos disponibles en el visor cartográfico de la Comunidad Valenciana:

- Cercanía a cortafuegos que faciliten el acceso a los medios de extinción
- Cercanía a puntos de agua para los medios de extinción de incendios
- Cercanía o haber sufrido algún conato de incendios ($< 1\text{ha}$) o un incendio histórico desde el año 1993 hasta el 2022, que son los años de los que se disponen de datos cartográficos de incendios
- Cercanía a núcleos urbanos, iglesias, áreas recreativas, senderos, industrias, etc
- Pertenencia a Zonas de Actuación Urgente (ZAU)
- Presencia de modelos combustibles de riesgo “moderado”, “alto” y “muy alto” (más adelante se explica el desarrollo de esta clasificación), según la clave para la identificación de los modelos de combustible de la Comunidad Valenciana.

El abandono de dichos montes y sus costumbres es lo que ha permitido que la vegetación natural ha invadido estos terrenos, por eso se ha visto en la truficultura un camino que desemboca en la recuperación de estos terrenos cumpliendo diferentes objetivos: proteger frente a incendios forestales, producir hongos, crear zonas heterogéneas en el monte donde la fauna pueda refugiarse y alimentarse, y conservación del espacio natural, entre otros. (Oria et al., 2007).

1.1. Terrenos elegidos

Las parcelas donde se pretende llevar a cabo el presente aprovechamiento (Figura 3-Figura 12) están muy fragmentadas, ya que se han buscado bancales sin cultivar que estuvieran abandonados conquistados por los pinares contiguos. La extensión total es de 268,6 ha, divididas en 198,4 ha que se encuentran sobre suelo de aptitud trufera alta, frente a 70,2 ha sobre aptitud trufera media.

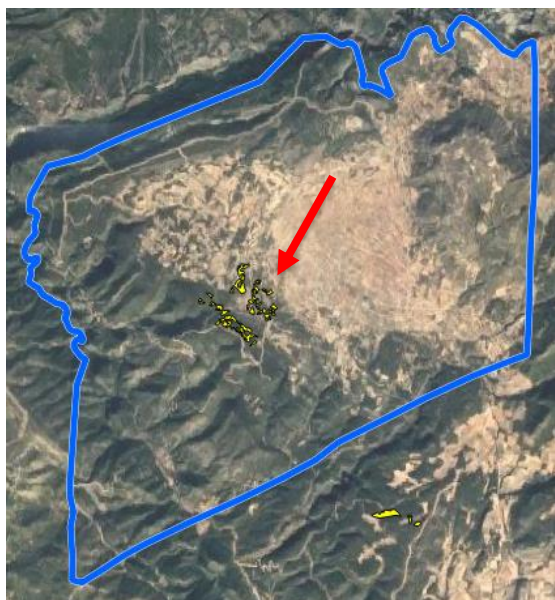


Figura 3. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Aras de los Olmos. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).

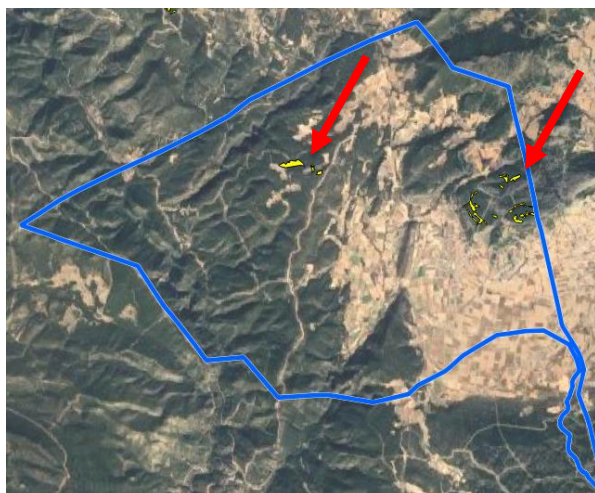


Figura 4. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Titaguas. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).



Figura 5. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Tuéjar. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).



Figura 6. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Benagéber. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).

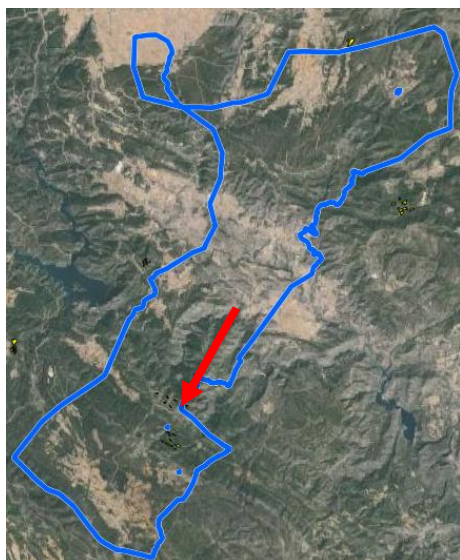


Figura 7. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Chelva. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).

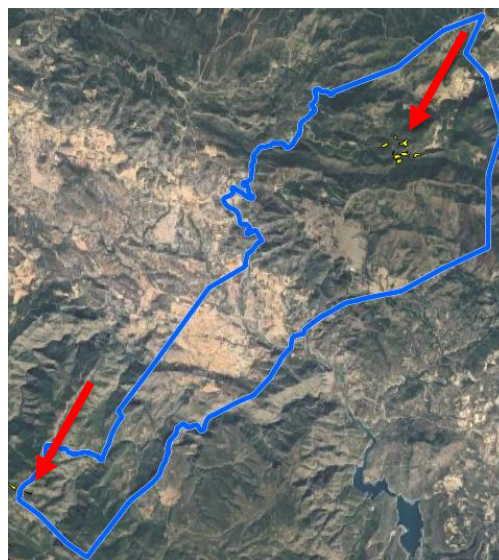


Figura 8. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Calles. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).

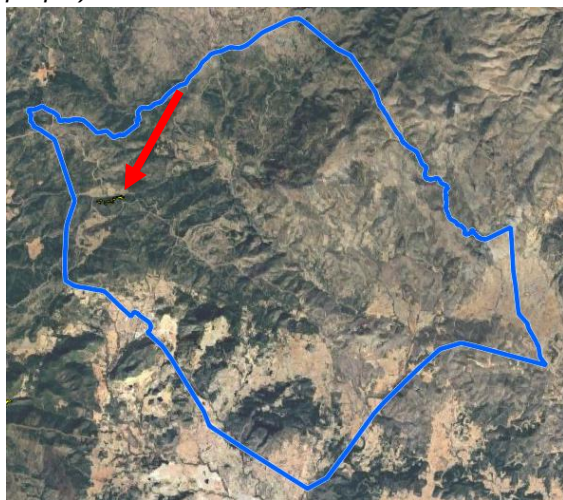


Figura 9. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Andilla. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).



Figura 10. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Alcublas. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).



Figura 11. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de Alpuente. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).



Figura 12. Localización de las parcelas de actuación (amarillo) en el municipio de La Yesa. En azul el límite del término municipal (Fuente: propia).

Algunos municipios poseen mucho más terreno disponible, por ejemplo La Yesa presenta una superficie potencial de 138 ha, siendo el único con aptitud trufera media y alta, los demás solamente pertenecen a una categoría. El siguiente municipio con más extensión es Aras de los Olmos con 31 ha. Entre las demás localidades las diferencias no son tan grandes como con La Yesa, hasta llegar a la mínima superficie de algo menos de 3 ha en Tuéjar. En la Tabla 1 se refleja la superficie total de extensión disponible por cada municipio.

Tabla 1. Superficie de terreno disponible para plantación trufera (*Tuber melanosporum*) sobre encina (*Quercus ilex*) en varios municipios de Valencia.

Municipio	Superficie (ha)
Alcublas	3,0
Alpuente	6,5
Andilla	5,4
Aras de los Olmos	30,8
Benagéber	30,0
Calles	13,8
Chelva	13,3
La Yesa	138,2
Titaguas	25,0
Tuéjar	2,6

En cuanto al tipo de uso de suelo donde se va a llevar a cabo este tipo de plantación, no importa que sea de tipo forestal o agrícola, pues existe una figura en la Comunidad Valenciana: las plantaciones forestales temporales (Artículos 26 y 27 del Decreto 58/2013, de 3 de mayo).

2. MARCO LEGAL

En este epígrafe se detallará toda la normativa legal aplicable en el desarrollo del aprovechamiento trufero en la zona de Andilla.

2.1. Internacional

- UNECE STANDARD FFV-53 concerning the marketing and commercial quality control of truffles

2.2. Nacional

- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes
- Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes
- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas
- Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario
- Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción
- Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Real Decreto 1057/2022, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Plan estratégico estatal del patrimonio natural y de la biodiversidad a 2030, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad

2.3. Autonómico

- Decreto 1/2011, de 13 de enero, del Consell, por el que se aprueba la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana
- Decreto 91/2023, de 22 de junio, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 3/1993, de 9 de diciembre, forestal de la Comunitat Valenciana
- Decreto 58/2013, de 3 de mayo, del Consell, por el que se aprueba el Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunitat Valenciana (PATFOR)
- Decreto 205/2020, de 11 de diciembre, del Consell, de regulación de los aprovechamientos forestales en montes privados y la enajenación de aprovechamientos forestales en montes gestionados por la Generalitat
- Ley 3/2014, de 11 de julio, de la Generalitat, de Vías Pecuarias de la Comunitat Valenciana
- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental
- Ley 3/1993, de 9 de diciembre, Forestal de la Comunidad Valenciana
- Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de espacios naturales protegidos de la Comunidad Valenciana

- Ley 13/2018, de 1 de junio, de modificación de la Ley 3/1993, de 9 de diciembre, forestal de la Comunitat Valenciana
- Orden 1/2018, de 12 de enero, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, por la que se regula la recolección de trufas en terrenos forestales de la Comunitat Valenciana
- Orden 4/2015 de 9 de marzo, de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se crea y regula el Registro de Plantaciones Forestales Temporales en Terrenos Agrícolas de la Comunitat Valenciana y se publica el Catálogo de especies autóctonas
- Orden 14/2022, de 5 de diciembre, de la Conselleria de Economía Sostenible, Sectores Productivos, Comercio i Trabajo por la que se establece la obligatoriedad de comunicaciones y notificaciones por medios electrónicos en determinados trámites y procedimientos en las materias de Industria, Energía y Minería
- Orden 14/2011, de 31 de marzo, de la Conselleria de Industria, Comercio e Innovación, por la que se establecen los órganos competentes para el ejercicio de determinadas funciones en materia de derechos mineros
- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera

3. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Debido a la repartición de los municipios en una amplia superficie, se va a dar una breve descripción de diferentes aspectos a nivel comarcal.

3.1. Descripción socioeconómica

La comarca de La Serranía, una comarca situada en el sector noroccidental de la provincia de Valencia (Figura 13 y Figura 14), que encapsula la esencia de la Valencia continental rural.

La Serranía está compuesta por pequeños municipios y se caracteriza por ser una región despoblada. Con una población de aproximadamente 17,400 habitantes, su densidad poblacional es notablemente baja, en comparación con la media española de 96 h habitantes/km² y la valenciana de 230,1 habitantes/km². Aquí, la densidad es de solo 13 habitantes/km².



Figura 13. Localización de la comarca de La Serranía en la provincia de Valencia (Fuente: propia).

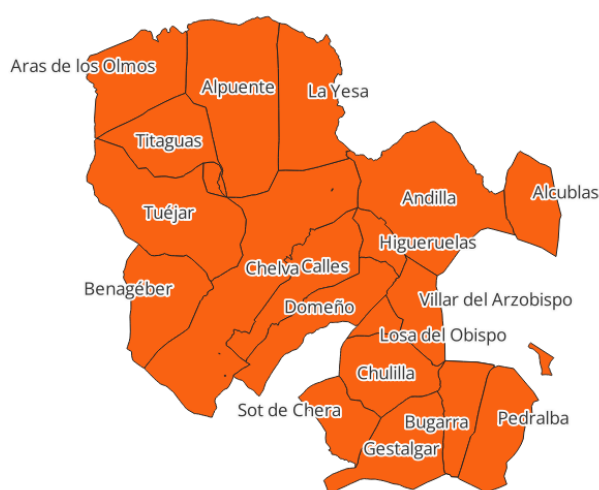


Figura 14. Términos municipales de la comarca de La Serranía (Fuente: propia).

La pirámide de población en La Serranía presenta una forma regresiva (Figura 15). Esto indica que la natalidad ha disminuido en los últimos años, llevando a un envejecimiento de la población. Las edades medias son elevadas, haciendo de La Serranía la segunda comarca más envejecida de la provincia. Además del envejecimiento, la comarca destaca por su alta masculinización. En municipios como Andilla, se pueden encontrar hasta 170 hombres por cada 100 mujeres, una proporción significativamente desbalanceada.

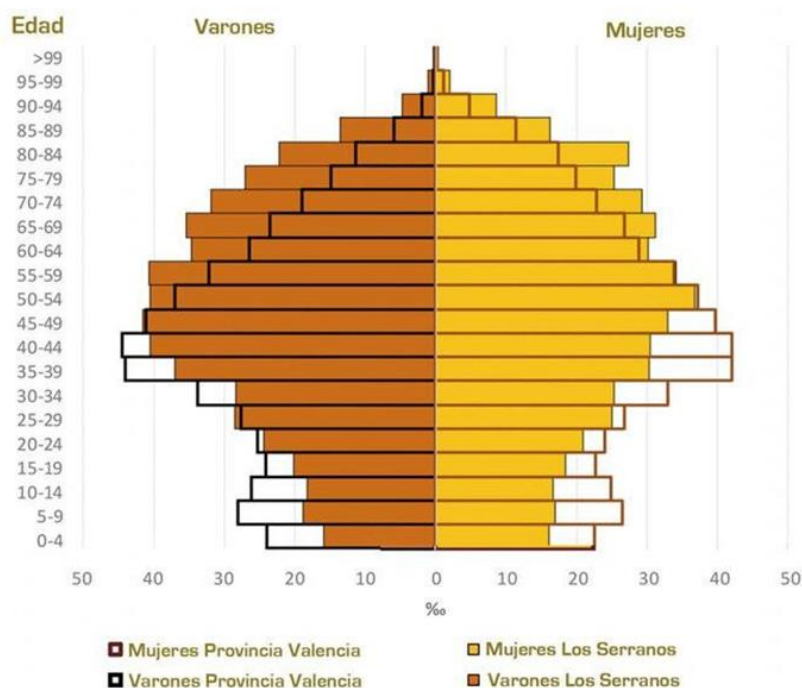


Figura 15. Pirámide de población (Fuente: Banyuls et al., 2018).

Durante la última década, La Serranía ha experimentado una tendencia poblacional negativa tal y como se ve en la Figura 16. Sin embargo, en los últimos tres años, se ha observado un ligero aumento en la población, ofreciendo una pequeña esperanza para el futuro de esta región.

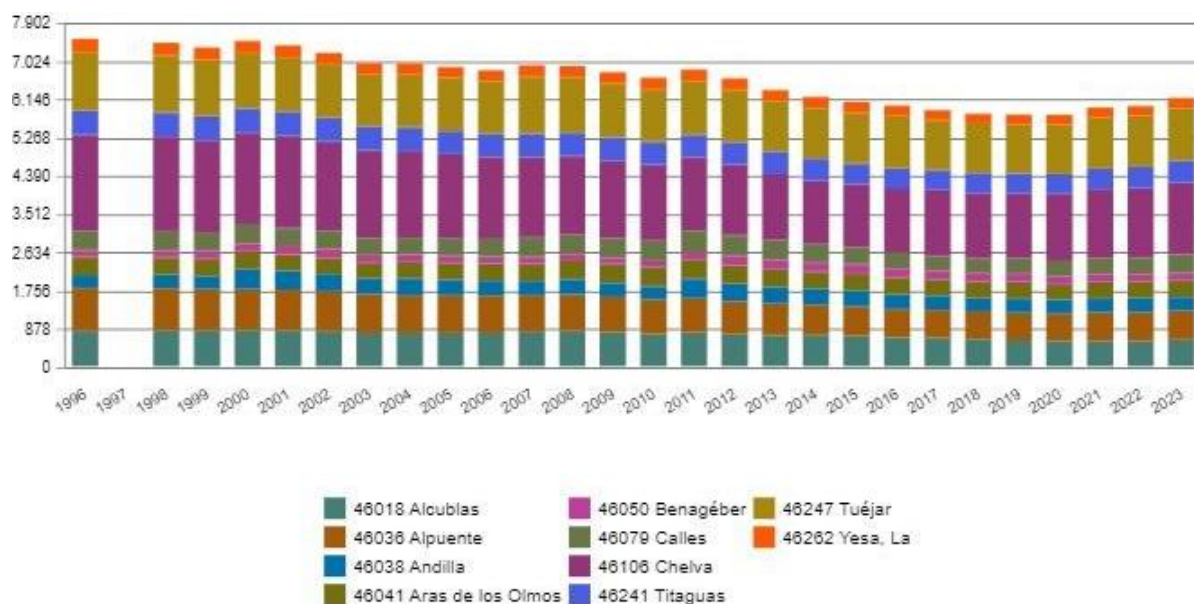


Figura 16. Evolución de los habitantes de los municipios del proyecto en el periodo 1996-2023 (Fuente: INE, 2024).

En cuanto a la economía, en 2017, la estructura laboral de La Serranía se distribuyó en diversos sectores según los datos proporcionados por Banyuls en 2018. Las actividades económicas mayoritarias se relacionan directa o indirectamente con el medio natural, especialmente el sector primario.

La agricultura es un pilar fundamental en La Serranía, abarcando el 25% del empleo. Adaptándose a las variadas condiciones climáticas y orográficas de la región, predominan los cultivos de secano como almendros, olivos y viñas, que prosperan en los terrenos más elevados. La ganadería, aunque en declive, se ha concentrado en explotaciones de mayor tamaño, con un enfoque en ovino, porcino y avícola. A pesar de esta reducción, la ganadería sigue siendo una parte importante de la economía rural de la comarca. El aprovechamiento forestal, sin embargo, se encuentra en constante regresión, reflejando los cambios en el uso del suelo y las prácticas económicas locales.

En el sector secundario, que emplea al 16% de la población, la industria de la alimentación y la extracción mineral son las principales actividades. La comarca cuenta con recursos minerales como arcilla, arenas caoliníferas y caolín.

Aunque la industria extractiva fue en su día uno de los motores económicos de La Serranía, su importancia ha disminuido con el tiempo. Sin embargo, a partir de esta industria ha surgido una nueva fuente de ingresos: el turismo minero, que permite a los visitantes explorar, disfrutar y aprender sobre la historia minera de la región.

El sector terciario o de servicios es el más significativo, representando el 50% del empleo en la comarca. El turismo rural es particularmente destacado, con La Serranía siendo una de las comarcas provinciales con los valores más altos de turismo rural, abarcando el 22.5% del total provincial. La economía de La Serranía refleja una adaptación a sus condiciones naturales y un cambio gradual en sus actividades principales, con una creciente relevancia del turismo rural y la diversificación de sus fuentes de ingresos.

3.2. Descripción de hidrografía

La hidrografía superficial se caracteriza por el protagonismo que toma el río Turia, que recorre la comarca en dirección NO-SE (ver Figura 17). Sobre este río vierten las aguas los ríos Tuéjar (por la margen izquierda) y Reatillo (por la margen derecha), ambos de carácter permanente, siempre que la pluviometría se lo permita. También encontramos cursos de agua esporádicos, como la rambla de Castellarda o de Artaj.

Además, existen dos infraestructuras hidráulicas, los embalses de Benagéber y Loriguilla; la primera de especial relevancia en la comarca puesto que garantiza el abastecimiento de agua a Valencia y su área metropolitana, además de posibilitar el riego de extensas zonas de Camp de Túria y de L'Horta.

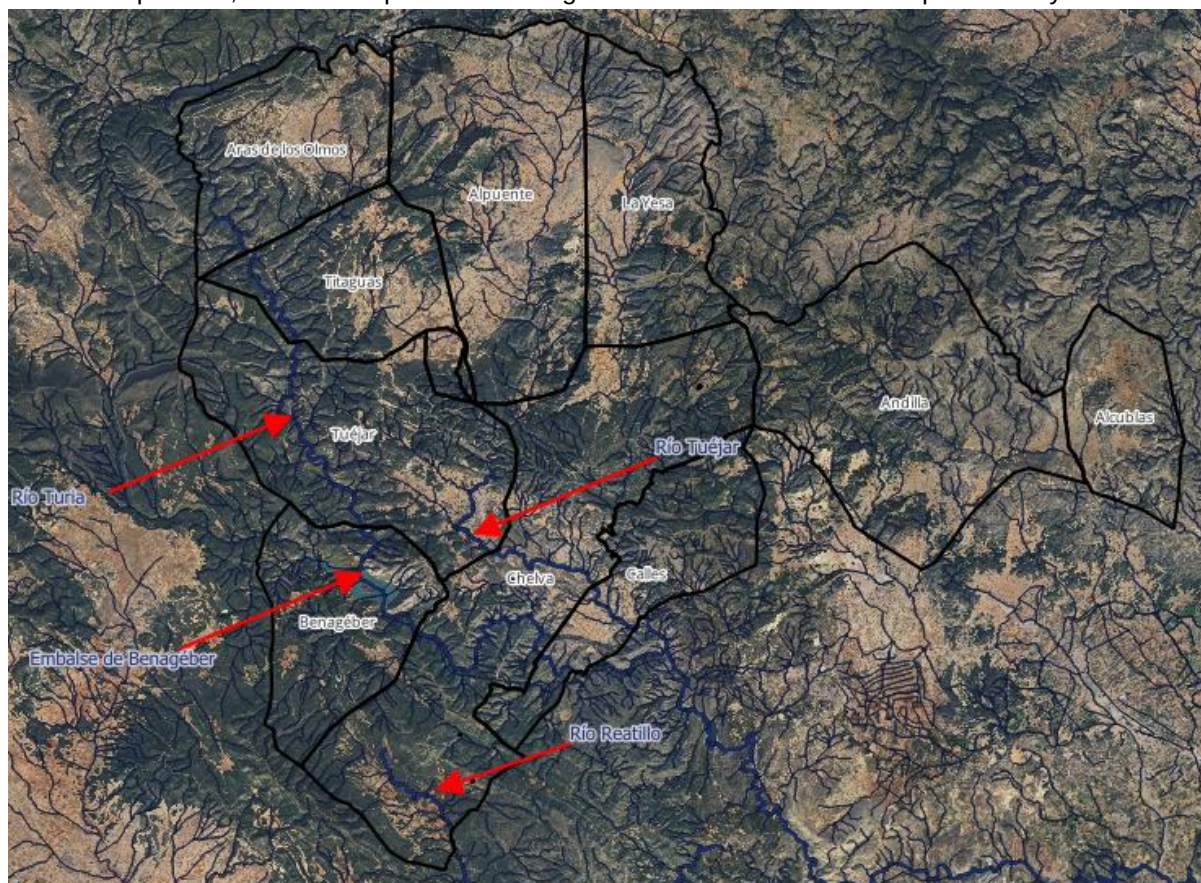


Figura 17. Masas de agua superficiales en Andilla y municipios anejos, Valencia (Fuente: CNIG).

Con respecto a las masas de agua subterráneas, se reparten principalmente en cuatro acuíferos (Figura 18): “Alpuente” (código ES080MSBT080-123), “Las Serranías” (código ES080MSBT080-132), “Liria-Casinos” (código ES080MSBT080-131), “Buñol-Cheste” (código ES080MSBT080-140). Todos ellos son mixtos, es decir, poseen una parte libre (en contacto directo con la atmósfera y el exterior) y otra confinada (en su límite superior o techo, el agua está a una presión superior a la atmosférica); excepto el de “Liria-Casinos”, que es únicamente libre. En cuanto a la extracción de los mismos, en el de “Alpuente” y “Las Serranías” no sufren presiones, puesto que el volumen que se extrae es inferior a su disponibilidad, por el contrario, “Liria-Casinos” y “Buñol-Cheste” la cantidad extraída es superior a la disponible. “Alpuente” es el único cuyas captaciones se orientan al consumo urbano, mientras que los tres restantes se enfocan en el uso agrícola mayoritariamente, y en menor medida el urbano e industrial. Existen además dos acuíferos más que apenas ocupan una pequeña parte de la superficie de los municipios de la comarca, son Mira (código ES080MSBT080-134) y Jérica (código ES080MSBT080-125).

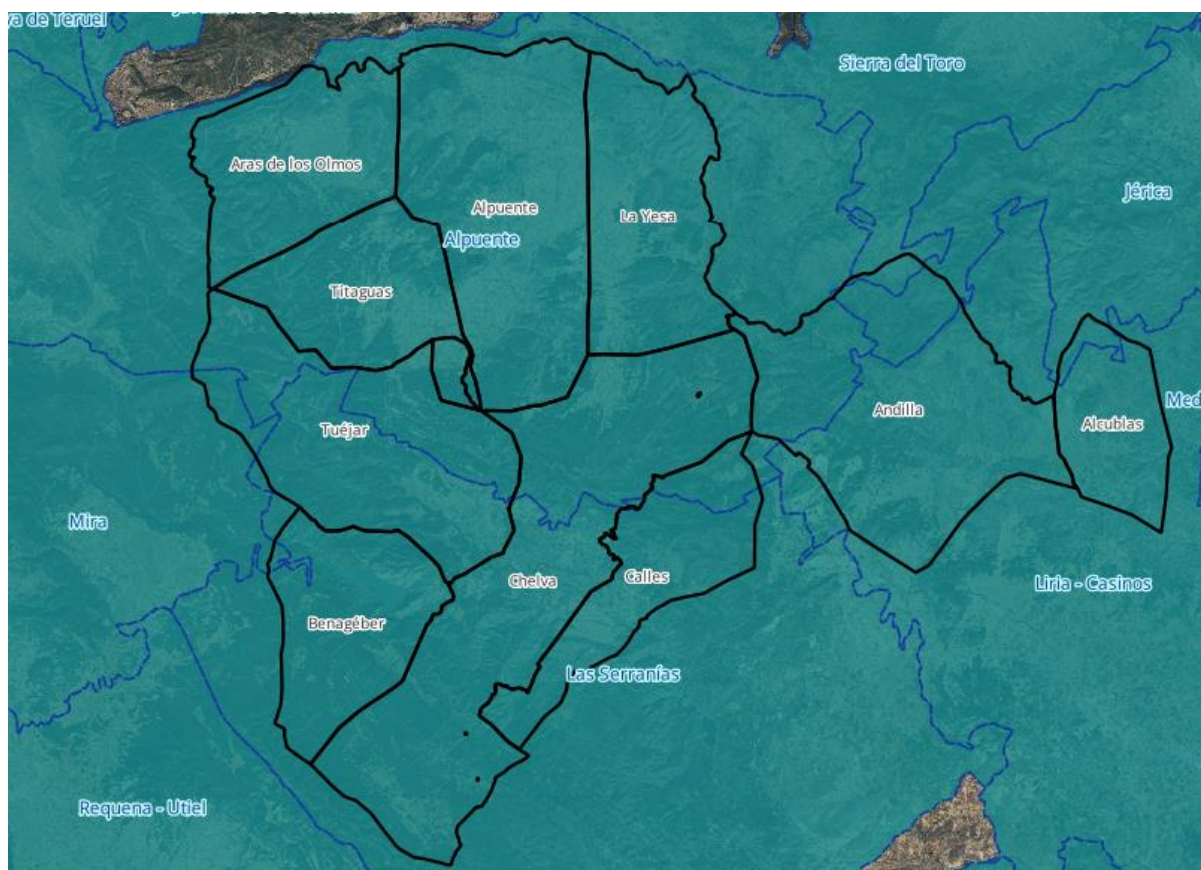


Figura 18. Masas de agua subterráneas en Andilla y municipios anexos, Valencia (Fuente: MITECO).

3.3. Descripción orográfica y geológica

En esta comarca de orografía montañosa coinciden sierras de orientación ibérica (NO-SE) junto con valles de origen fluvial (Banyuls et al., 2018) y resalta su elevada altitud, cuyo mínimo es 150 m en la localidad de Pedralba, tanto que el punto de mayor altitud se da en el Alto del Sancho con 1500 m. La Serranía posee un conjunto de sierras que van disminuyendo su altitud en dirección norte sur. dentro de los relieves que conforman la comarca, destacan las muelas (relieves tabulares en forma de mesa o muela, formada por una superficie horizontal limitada por escarpes) y el cañón del Turia, una extensa hendidura en rocas calizas formada por el paso del río, llegando a formar en ciertos tramos gargantas que superan los 200 metros de profundidad.

En cuanto a la geología del territorio, se divide en tres sectores marcados por la distribución topográfica. Aparecen materiales cretácicos, así como de transición entre este periodo y el Jurásico, destacando la presencia de calizas, dolomías y margas. La extensión de estas estructuras se interrumpe en la parte central (Tuéjar-Chelva) donde afloran materiales blandos como margas, arcillas y conglomerados procedentes del Triásico. Para una visión más detallada de la geología de la zona, ver la Figura 19.

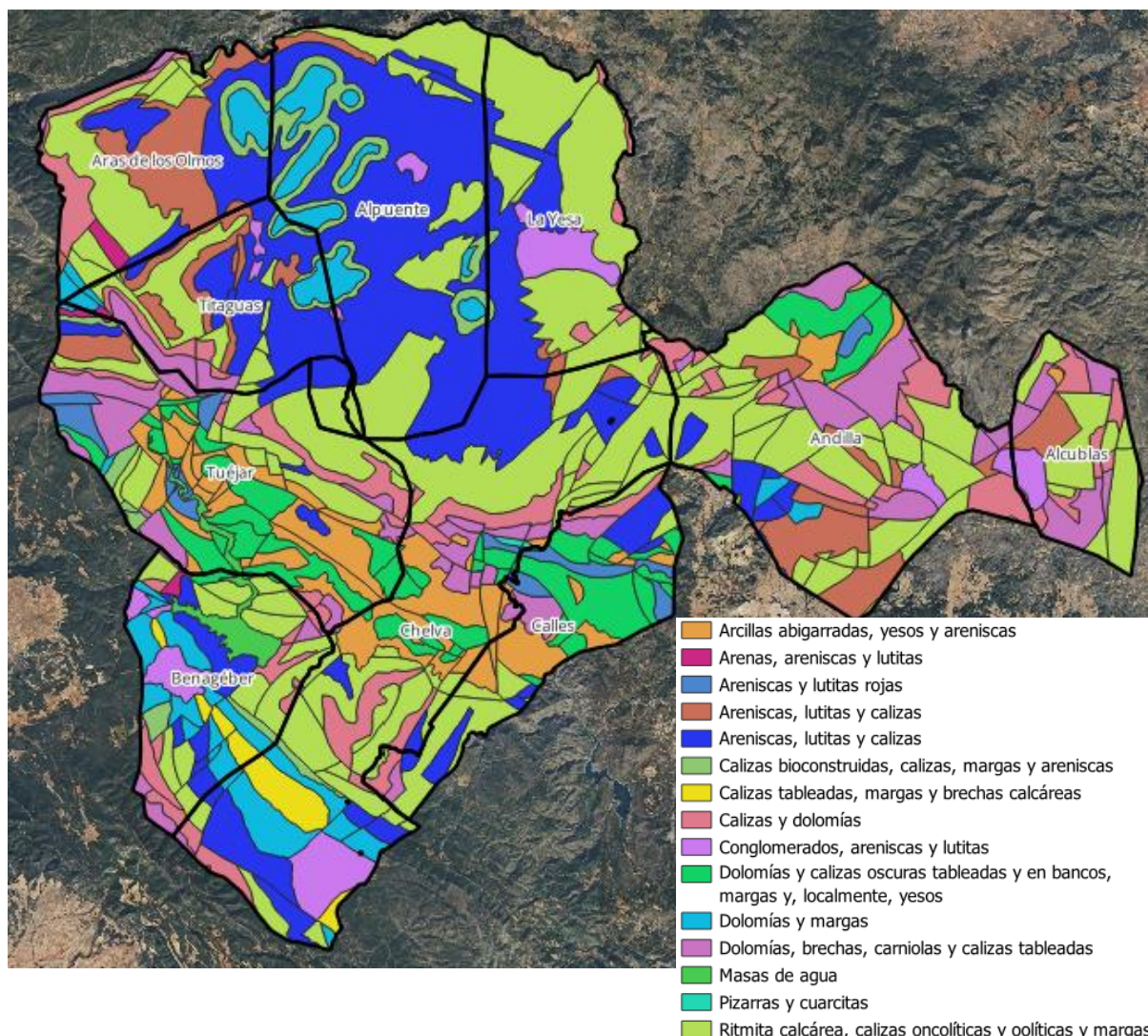


Figura 19. Unidades geológicas de Andilla y municipios anexos, Valencia (Fuente: *Infraestructura de Dades Espacials Valenciana*).

3.4. Descripción de clima

La comarca de La Serranía, situada en una zona de transición entre las tierras bajas litorales y la continentalidad de montaña, presenta un clima típicamente mediterráneo. Esta región se caracteriza por sus suaves temperaturas y variaciones pluviométricas a lo largo del año.

Las precipitaciones en la comarca son escasas, generalmente inferiores a los 500 mm anuales como se muestra en la Tabla 2. Sin embargo, hay leves variaciones entre los municipios. Andilla y Pedralba, por ejemplo, registran las mínimas precipitaciones de la comarca con aproximadamente 400 mm anuales. En contraste, Sot de Chera destaca por tener precipitaciones mucho mayores, alcanzando los 580 mm anuales según Banyuls et al. (2018).

Tabla 2. Tabla climática de Aras de los Olmos para el periodo 1991-2021. Fuente: elaboración propia con los datos de es.climate-data.org.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Temperatura media (°C)	4,1	4,9	8,0	10,7	14,8	20,0	23,0	22,4	18,1	13,8	7,5	4,7	12,7
Temperatura mín. (°C)	0,0	0,2	2,5	4,9	8,5	13,2	16,2	16,2	12,5	8,9	3,4	0,6	7,3
Temperatura máx. (°C)	9,3	10,4	13,9	16,7	20,9	26,6	30,2	29,3	24,2	19,4	12,4	9,8	18,6
Precipitación (mm)	31	30	42	60	62	37	20	36	46	52	41	35	492
Humedad(%)	71%	64%	60%	59%	56%	49%	46%	51%	59%	65%	70%	72%	

Por lo general, el clima en La Serranía es suave y cálido. La temperatura media anual es de 13,9 °C, y la precipitación total anual alcanza los 483,8 mm. Al igual que en gran parte de la Península Ibérica, las variaciones tanto de precipitaciones como de temperaturas son notables a lo largo del año y entre diferentes localidades, ya que la altitud influye directamente en la temperatura.

Durante los meses de verano, la comarca experimenta una acusada sequía estival (Figura 20), especialmente en julio, que es el mes más cálido y con menor precipitación. Aun así, las temperaturas de verano no son excesivamente altas, oscilando entre los 22 y 25 °C.

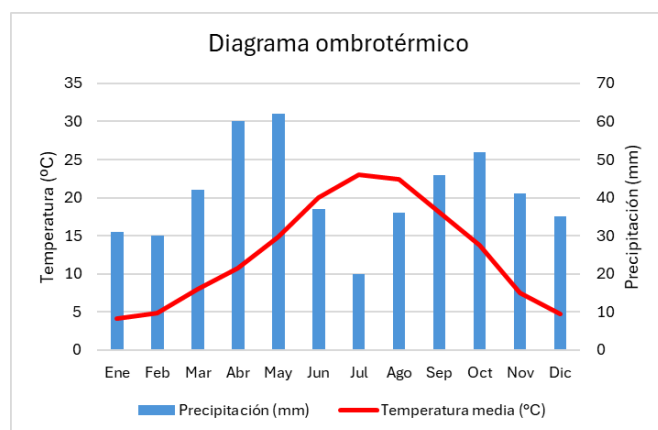


Figura 20. Diagrama ombrotérmico de Aras de los Olmos. (Fuente: Elaboración propia con los datos de es.climate-data.org).

En contraste, la primavera y el otoño son las estaciones con mayor pluviometría. Mayo, junto con abril y octubre, son los meses más lluviosos, proporcionando el agua necesaria para los cultivos y la vegetación de la región. En invierno, las temperaturas descienden notablemente, situándose entre los 4 y 10 °C, mientras que la pluviometría se mantiene relativamente alta (Banyuls et al., 2018). Este clima invernal es crucial para el crecimiento de las trufas.

3.5. Descripción vegetación

La comarca de La Serranía se distingue por su vasto paisaje agroforestal (Figura 21). Esta región es conocida por ser la comarca valenciana con mayor superficie forestal, abarcando un impresionante 71 % de su extensión total, equivalente a aproximadamente 100.176 hectáreas (Banyuls et al., 2018).

Dentro de esta superficie forestal, el 73 % está cubierto por arbolado, predominando las coníferas (Banyuls et al., 2018). Entre estas, el pino carrasco (*Pinus halepensis*) es la especie más extendida, ocupando más del 50 % de la superficie forestal arbolada. Otras especies de coníferas que también se

encuentran en menor medida incluyen el pino rodeno (*Pinus pinaster*), el pino salgareño (*Pinus nigra*) y el pino silvestre (*Pinus sylvestris*). Además, existen presencias puntuales de sabinas (*Juniperus* sp.).

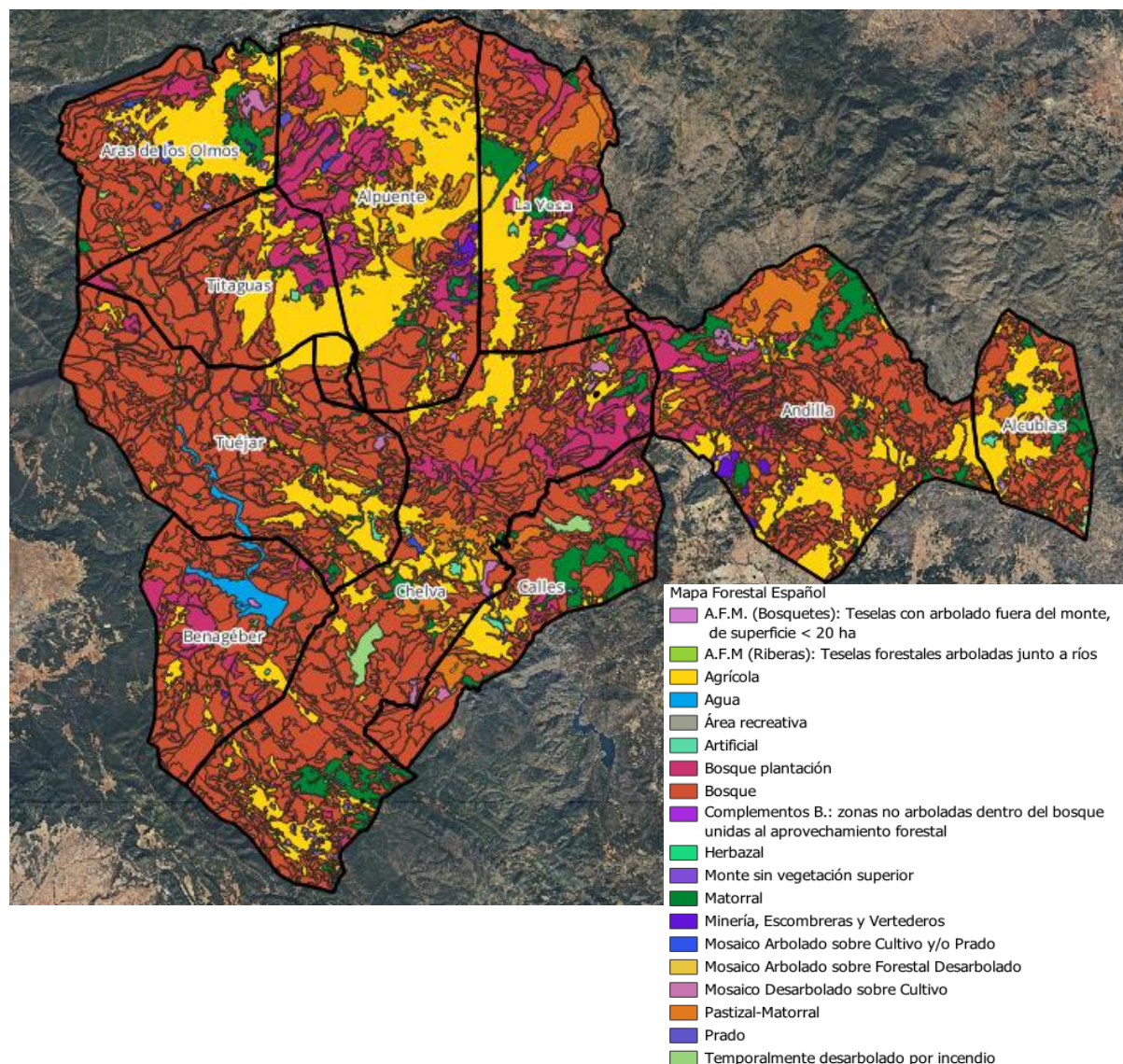


Figura 21. Mapa Forestal Español en Andilla y municipios anexos, Valencia (Fuente: MITECO).

La comarca no solo se limita a las coníferas. Los encinares (*Quercus ilex*) también tienen una notable presencia, siendo Los Serranos la comarca con mayor cobertura de esta especie. Los bosques mixtos de coníferas y frondosas constituyen el segundo grupo más abundante, mientras que las masas puramente de frondosas son las menos frecuentes.

Además, a lo largo de los cauces de los ríos Turia, Tuéjar y Reatillo, se pueden encontrar bosques de ribera, aportando una rica diversidad vegetal al paisaje. También existen pequeñas extensiones de otras frondosas como eucaliptos (*Eucalyptus* sp.), algarrobos (*Ceratonia siliqua*) y madroños (*Arbutus unedo*), aunque en menor cantidad.

La gestión y conservación de este vasto patrimonio forestal se enmarca dentro del Plan de Actuación Territorial Forestal (PATFOR). De las 91.884 hectáreas incluidas en el PATFOR, casi toda la superficie,

unas 80.804 hectáreas, son montes gestionados. Este plan es crucial para mantener el equilibrio ecológico y promover un uso sostenible de los recursos forestales.

Paulatinamente, el bosque natural está invadiendo y sustituyendo los campos agrícolas abandonados, cuya superficie está viéndose reducida cada año (Tabla 3).

Tabla 3. Estructura de vegetación los municipios de Andilla y municipios anexos (Valencia) por áreas según el MFE (Fuente: MITECO).

Estructura	Area (ha)	Area (%)
Área recreativa	7,9	0,0
Monte sin vegetación superior	10,4	0,0
Herbazal	25,3	0,0
Prado	70,1	0,1
Mosaico Arbolado sobre Cultivo y/o Prado	197,6	0,2
Mosaico Arbolado sobre Forestal	201	0,2
Desarbolado		
A.F.M. (Riberas): Teselas forestales arboladas junto a ríos	315,8	0,3
Minería, Escombreras y Vertederos	375,1	0,4
Artificial	391,2	0,4
Temporalmente desarbolado por incendio	403,5	0,4
A.F.M. (Bosquetes): Teselas con arbolado fuera del monte, de superficie < 20 ha	476,3	0,5
Mosaico Desarbolado sobre Cultivo	628,2	0,6
Agua	709,5	0,7
Complementos B.: zonas no arboladas dentro del bosque unidas al aprovechamiento forestal	1263,2	1,3
Matorral	5076	5,1
Pastizal-Matorral	5567,5	5,6
Bosque plantación	8485,9	8,5
Agrícola	21499,3	21,6
Bosque	53829,1	54,1
Total general	99532,9	100,0

3.6. Espacios protegidos

En cuanto a los espacios protegidos que se encuentran sobre los municipios del presente documento (ver Documento de Planos), se han tenido en cuenta los Hábitats de Interés Comunitario, Red Natura 2000, los Espacios Naturales Protegidos, las vías pecuarias y la Red de Reservas de la Biosfera.

Los Hábitats de Interés Comunitario del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE proporcionados por MITECO (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/habitat.html>) abarcan parte de la superficie de los municipios. Sin embargo, en la mayoría de ellos no incluyen las parcelas (Figura 22). Además, como se muestra en la Tabla 4 no hay ninguno de interés prioritario que afecte a las parcelas del aprovechamiento.

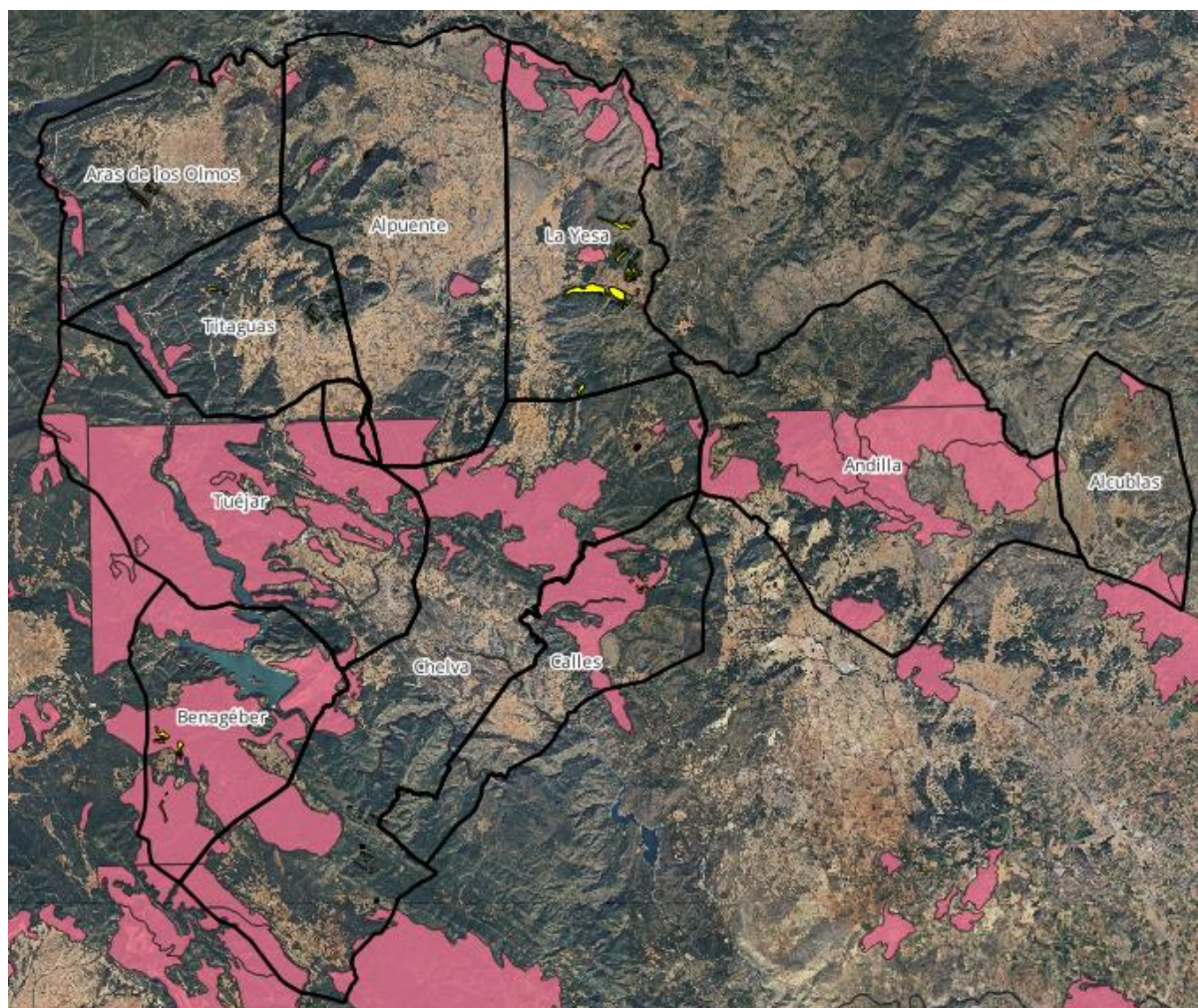


Figura 22. Hábitats de Interés Comunitario en los municipios del aprovechamiento de Andilla (en rosa). En amarillo las parcelas de aprovechamiento.

Tabla 4. Hábitats de Interés Comunitario en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En negrita los que coinciden con las parcelas.

Municipio	Hábitat del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE	Nombre del tipo de Hábitat según el Documento Técnico de Interpretación Español	Código identificador de la cartografía	Prioritario
Alcublas	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae.	28260012	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834033: Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae	28260003	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034: Quercetum rotundifoliae	28250015	No
	9533: Pinedas mediterráneas de pino negral (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>)	853310: Aceri-Quercenion fagineae	26250053 y 28260014	Sí
Alpuente	9561: Sabinars albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856111: Juniperetum hemisphaerico-thuriferae	27250006	Sí

	4090: Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga	309088: Saturejo gracilis-Erinaceetum anthyllidis	27250011	No
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856111: Juniperetum hemisphaerico-thuriferae	27250012	No
	6175: Pastizales psicroxerófilos supra-oromediterráneos	517524: Festucetum hystricis		
	6175: Pastizales psicroxerófilos supra-oromediterráneos	517524: Festucetum hystricis	27250015	No
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856111: Juniperetum hemisphaerico-thuriferae		
	6213: Pastizales y prados xerofíticos basófilos cántabro-pirenaicos	521310: Xerobromenion		
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834033: Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae	27250014, 27250030 y 27250034	No
Andilla	4090: Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga	309080: Saturejo gracilis-Erinaceenion anthyllidis	28260001, 28260010	No
	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae	27260012	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034: Quercetum rotundifoliae		No
	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae.	28260006, 28260008, 28260009	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834033: Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae	28260003, 28250016	No
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856130: Rhamno-Quercion cocciferae	28260002	Sí
Aras de los Olmos	5333: Fruticedas termófilas	433317: Querco cocciferae-Pistacietum lentisci	26250044	No
	6420: Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas	542015: Cirsio monspessulani-Holoschoenetum	26250046	No
	7220: Manantiales petrificantes con formación de tuf (<i>Cratoneurion</i>)	622021: Eucladio-Adiantetum capilli-veneris	26250045	Sí
	5335: Retamares y matorrales de genisteas	433532: Hedero helici-Cytisetum heterochroi (patentis)	26250058	No
	5335: Retamares y matorrales de genisteas	433532: Hedero helici-Cytisetum heterochroi (patentis)	26250049	No

	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856131: Buxo sempervirentis-Juniperetum phoeniceae		Sí
	8211: Vegetación casmofítica calcícola del Mediterráneo occidental	721153: Jasonio glutinosae-Teucrietum thymifolii	26250059, 26250060	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034: Quercetum rotundifoliae	27250002	No
	9533: Pinedas mediterráneas de pino negral (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>)	853310: Aceri-Quercenion fagineae	26250053	Sí
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856111: Juniperetum hemisphaerico-thuriferae	27250006	Sí
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856131: Buxo sempervirentis-Juniperetum phoeniceae	26250050	Sí
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856132: Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae	26250052, 26250057	Sí
Benagéber	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae.	27260001, 27260015, 27260016, 27260036	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034: Quercetum rotundifoliae	27270002	No
Calles	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae.	27260029	No
	6420: Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas	542015: Cirsio monspessulani-Holoschoenetum	27260014	No
	92A0: Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	82A060: Salicion triandro-neotrichae		No
	6420: Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas	542015: Cirsio monspessulani-Holoschoenetum	27260030	No
	92A0: Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	82A061: Salicetum discoloro-angustifoliae		
	92D0: Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos	82D033: Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri		
	92A0: Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	82A040: Fraxino-Ulmenion minoris	27260033, 27260034	No
Chelva	4090: Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga	309070: Lavandulo lanatae-Echinospartion (Genistion) boissieri	27270005	Sí
	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae	27270004, 27260015, 27260016, 27260036	No

	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae	27260012	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034: Quercetum rotundifoliae		No
	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae	27260006, 27260010, 27260011, 27260016, 27260023, 27260025	No
	92A0: Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	82A040: Fraxino-Ulmenion minoris	27260033	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034: Quercetum rotundifoliae	27270002	No
La Yesa	6175: Pastizales psicroxerófilos supra-oromediterráneos	517524: Festucetum hystericis	27250015	No
	6213: Pastizales y prados xerofíticos basófilos cántabro-pirenaicos	521310: Xerobromenion		
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856111: Juniperetum hemisphaerico-thuriferae		
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834033: Junipero thuriferae-Quercetum rotundifoliae	27250014, 27250029	No
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856111: Juniperetum hemisphaerico-thuriferae	27250022, 27250023	No
Titaguas	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae.	27250032, 27250033	No
	5335: Retamares y matorrales de genisteas	433532: Hedero helici-Cytisetum heterochroi (patentis)	26250061	No
	6420: Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	542010: Peucedano hispanici-Sonchetum aquatilis		Sí
	7220: Manantiales petrificantes con formación de tuf (<i>Cratoneurion</i>)	622021: Eucladio-Adiantetum capilli-veneris		
	8210: Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica	7211B4: Polypodietum serrati		
	8211: Vegetación casmofítica calcícola del Mediterráneo occidental	7211B1: Asplenietum hispanici		
		721153: Jasonio glutinosae-Teucrietum thymifolii		

	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856132: Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae		
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856131: Buxo sempervirentis-Juniperetum phoeniceae		
	8211: Vegetación casmofítica calcícola del Mediterráneo occidental	721153: Jasonio glutinosae-Teucrietum thymifolii	26250060	No
	9533: Pinedas mediterráneas de pino negral (<i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i>)	853310: Aceri-Quercenion fagineae	26250053	Sí
Tuéjar	4030: Brezales secos europeos	303063: Erico scopariae-Cistetum populifolii	26250068	No
	-	303062: Erico scopariae-Arctostaphyletum crassifoliae	26250070	No
	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae	27260001, 27260003, 27260006, 27260019, 27260020, 27260021, 27260025, 27260036, 27260039, 27260040, 27260041	No
	5210: Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.	421014: Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae.	27250033	No
	6420: Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	542010: Peucedano hispanici-Sonchetum aquatilis		Sí
	7220: Manantiales petrificantes con formación de tuf (<i>Cratoneurion</i>)	622021: Eucladio-Adiantetum capilli-veneris		
	8210: Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica	7211B4: Polypodietum serrati		
	8211: Vegetación casmofítica calcícola del Mediterráneo occidental	7211B1: Asplenietum hispanici		
		721153: Jasonio glutinosae-Teucrietum thymifolii		
	9561: Sabinas albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856132: Rhamno lycioidis-Juniperetum phoeniceae		

	9561: Sabinars albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	856131: Buxo sempervirentis-Juniperetum phoeniceae		
	6420: Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas	542015: Cirsio monspessulani-Holoschoenetum	27260002	No
	92A0: Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	82A060: Salicion triandro-neotrichae		
	8211: Vegetación casmofítica calcícola del Mediterráneo occidental	7211B6: Saxifragetum latepetiolatae	26260031	No
	8211: Vegetación casmofítica calcícola del Mediterráneo occidental	721172: Campanulo hispanicae-Saxifragetum valentinae	26260030	No
	8220: Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica	722097: Pterogonio-Polypodietum vulgaris 722023: Asplenietum septentrionali-foresiaci	26250069	No
	8220: Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica	722097: Pterogonio-Polypodietum vulgaris	26260029	No
	9230: Bosques galaico-portugueses con <i>Quercus robur</i> y <i>Quercus pyrenaica</i>	823028: Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae		
	92A0: Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>	82A060: Salicion triandro-neotrichae	27250031	No
	9340: Bosques de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	834034: Quercetum rotundifoliae	26250067	No
	9533: Pinedas mediterráneas de pino negral (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>)	853310: Aceri-Quercenion fagineae	26250072	Sí
	92D0: Galerías y matorrales	82D013: Tamaricetum gallica	27260004	No
	6420: Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas	542015: Cirsio monspessulani-Holoschoenetum	27260044	No
	92D0: Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos	82D033: Rubo ulmifolii-Nerietum oleandri		
	9533: Pinedas mediterráneas de pino negral (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>)	853310: Aceri-Quercenion fagineae	26250053	Sí

Con respecto a la Red Natura 2000, la información se ha obtenido del servicio WMS del MITECO (<https://wms.mapama.gob.es/sig/Biodiversidad/RedNatura/wms.aspx?request=getcapabilities&Service=WMS>), coincidiendo las parcelas con 3 espacios protegidos de esta red, como se muestra en la Figura 23 y en la Tabla 5.

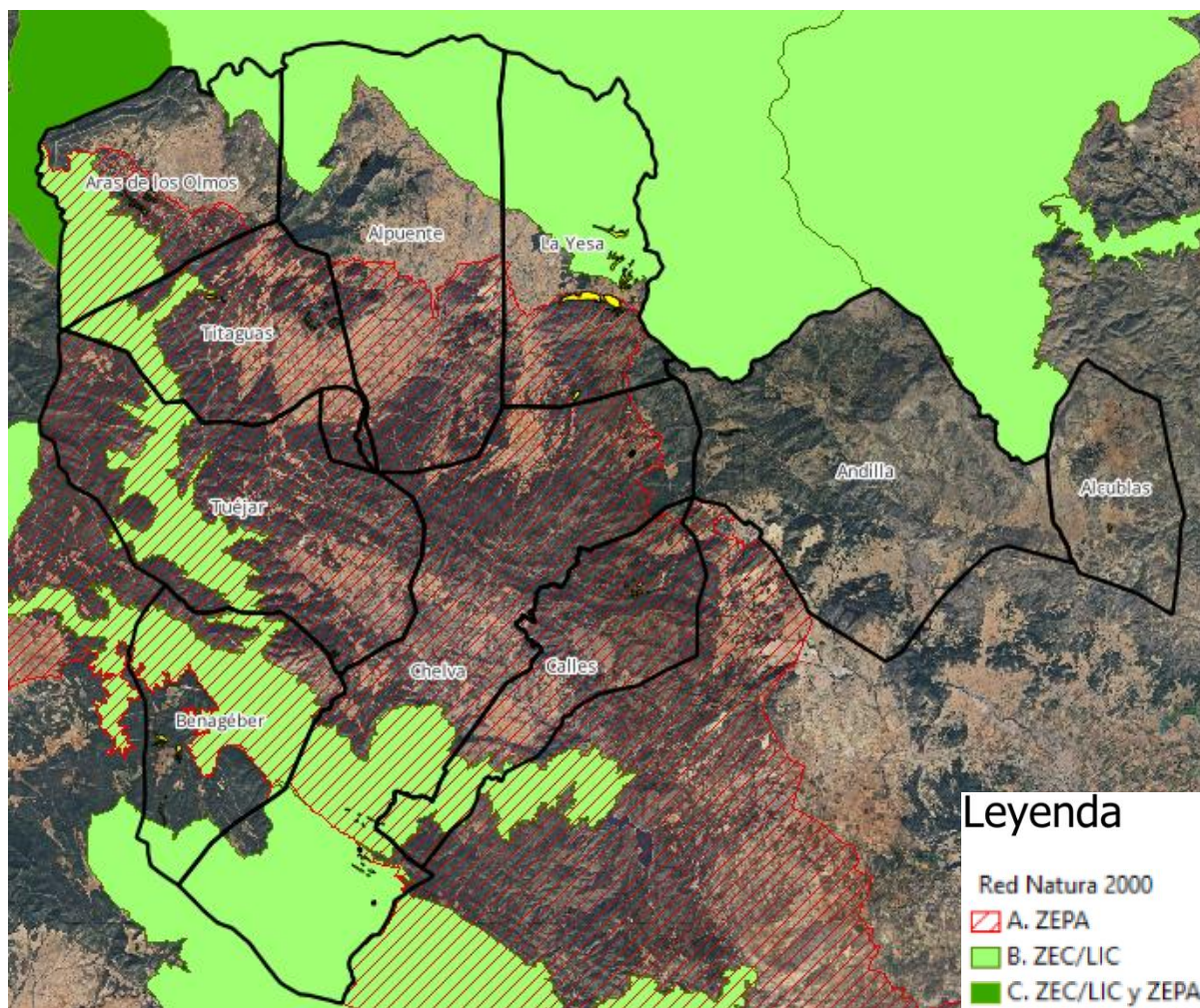


Figura 23. Red Natura 2000 en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En amarillo las parcelas de aprovechamiento.

Tabla 5. Red Natura 2000 en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En negrita los que coinciden con las parcelas.

Municipio	Clasificación	Nombre del espacio	Código identificador de la cartografía
Alcublas	-	-	-
Alpuente	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Sabinar de Alpuente	ES5233008
Andilla	-	-	-
Aras de los Olmos	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Alto Turia	ES5232006
	ZEC/LIC	Sabinar de Alpuente	ES5233008
Benagéber	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Alto Turia	ES5232006
Calles	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Alto Turia	ES5232006

Chelva	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Alto Turia	ES5232006
La Yesa	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Sabinar de Alpuente	ES5233008
Titaguas	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Alto Turia	ES5232006
Tuéjar	ZEPA	Alto Turia y Sierra del Negrete	ES0000449
	ZEC/LIC	Alto Turia	ES5232006

Las Red General de Vías Pecuarias que atraviesa la zona se ha visualizado desde el servicio WMS del MITECO (<https://wms.mapama.gob.es/sig/Biodiversidad/ViasPecuarias/wms.aspx?>), son las que se muestran en la Tabla 6. En todos los casos las vías transcurren por el borde de las parcelas, a excepción de una parcela en el municipio de Titaguas que es atravesada por una vereda (Figura 24).

Tabla 6. Vías pecuarias en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En negrita los que coinciden con las parcelas.

Municipio	Nombre de la vía	Código identificador de la cartografía
Alcublas	Cañanda Real de Zaragoza a Valencia	46018009300
	Cañanda Real de Zaragoza a Valencia / Cordel de Segorbe	46018009400
	Cordel de Aragón a Valencia	46018048300
	Cordel de Segorbe	46018053100
	Vereda de Aliagas Royas	46018058500
Alpuente	Cañada de Castilla	46036004501
	Vereda de Alpuente	46036058601
Andilla	Cañanda Real de Aragón	46038006801
	Colada de Segorbe	46038031800
Aras de los Olmos	Cañanda Real de Castilla	46041007201
	Cordel de Castilla	46041048701
	Cordel de la Covatilla	46041050300
	Paso de la Cruz de las Ánimas o Paso Medio	46041057200
Benagéber	Cordel de Castilla	46050048701
	Vereda de Cortes	46050062000
Calles	Colada de Calles a Utiel	46079022500
	Cordel de Chelva a Domeño	46079048900
Chelva	Cordel de Domeño	46106049300
	Cordel del Mas del Pinar	46106055101
	Vereda de Titaguas	46241072101
La Yesa	Cañada de Castilla	46262004502
	Vereda de Alpuente	46262058601
	Vereda de los Planos	46262068100
Titaguas	Cordel Nº 14 o de Aras de Alpuente a Domeño	46241056600
	Vereda de Alpuente	46241058601

	Vereda de Titaguas	46241072101
Tuéjar	Vereda de Domeño	46247062400
	Vereda de Talayuelas	46247072000
	Vereda de Titaguas	46247072101

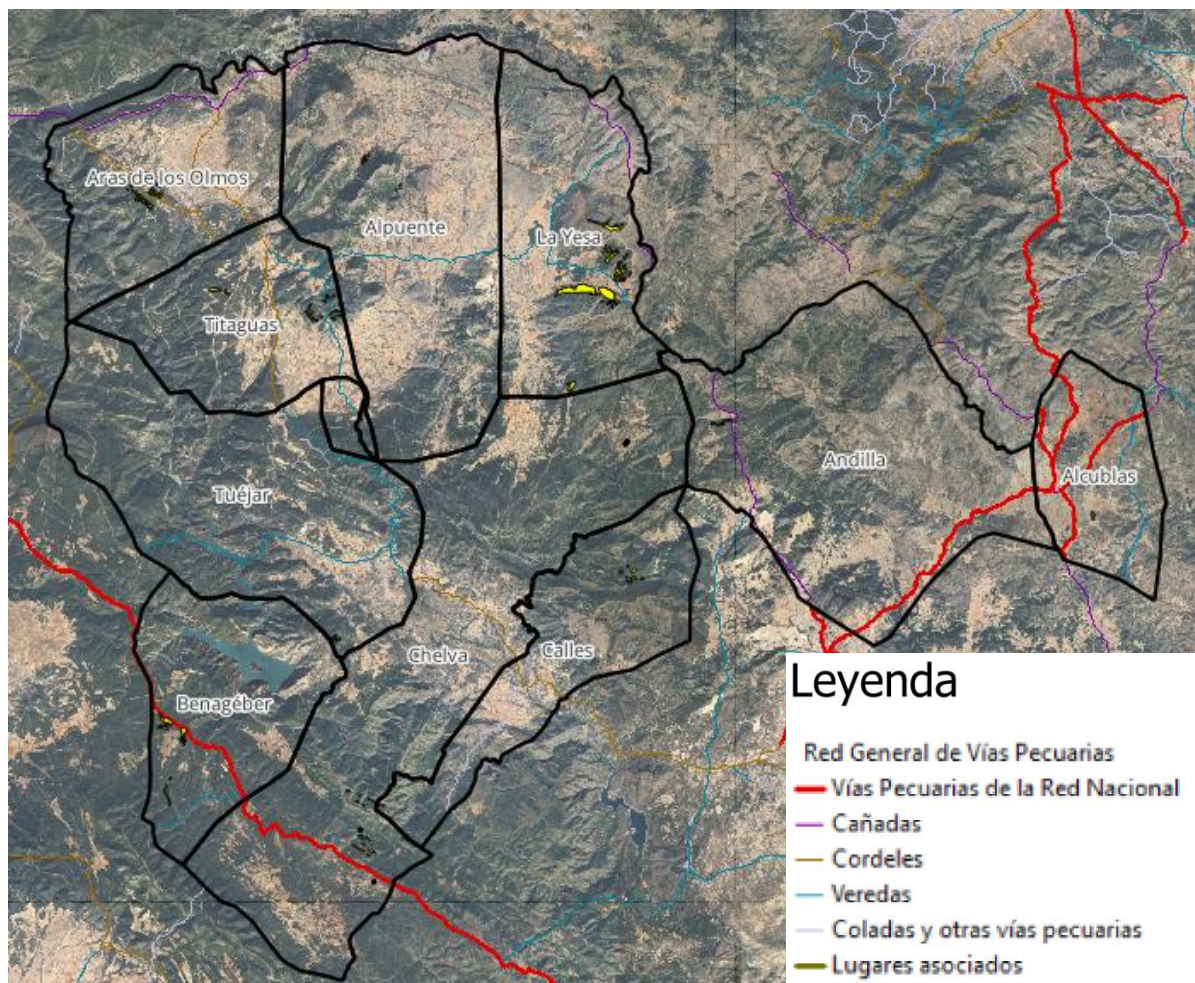


Figura 24. Vías pecuarias en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En amarillo las parcelas de aprovechamiento.

En cuanto a los espacios naturales protegidos (MITECO, <https://wms.mapama.gob.es/sig/Biodiversidad/ENP/wms.aspx?request=getcapabilities&service=wms>), no coincide con las parcelas objeto de aprovechamiento (Figura 25), como se refleja en la Tabla 7.

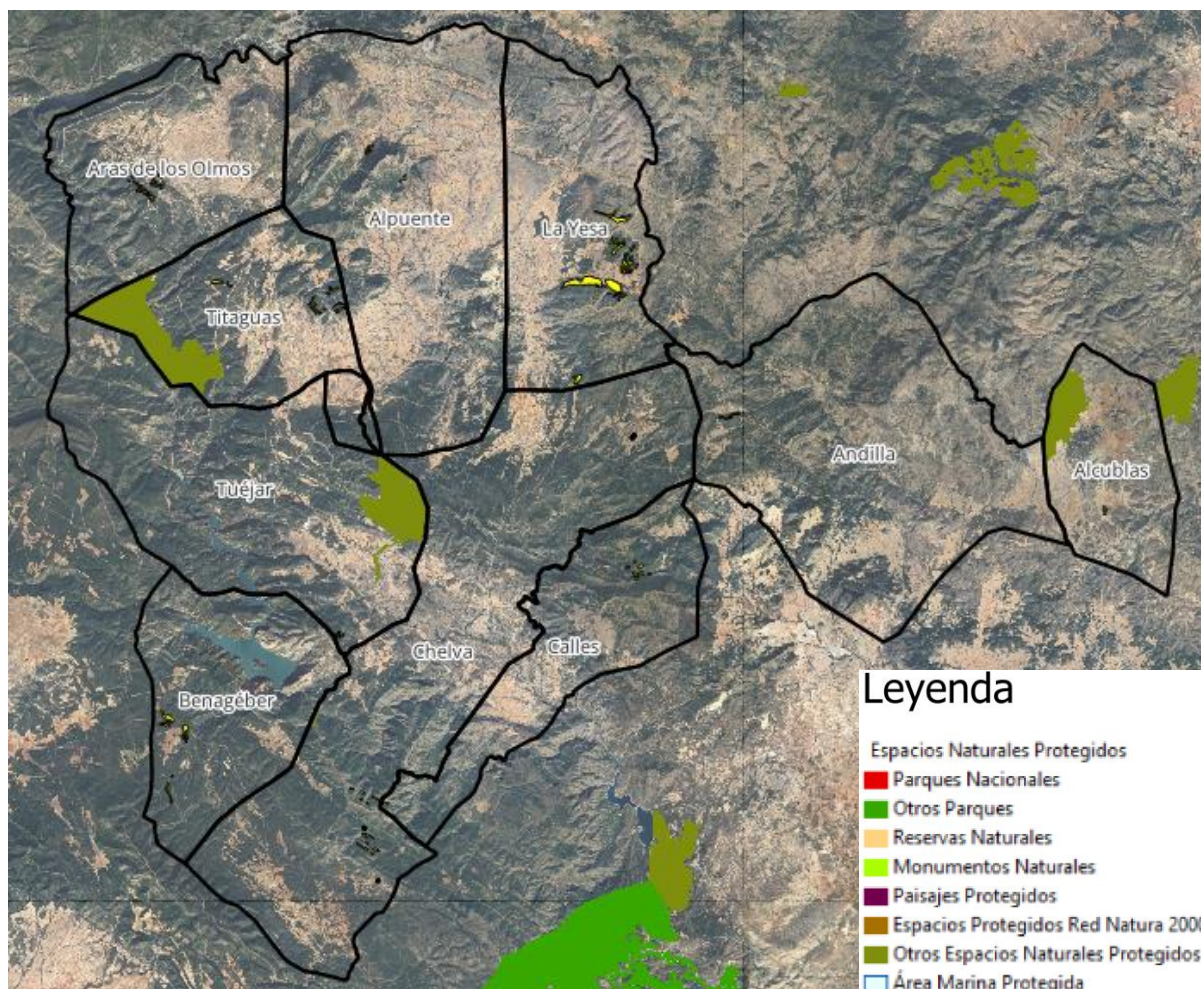


Figura 25. Espacios Naturales Protegidos en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En amarillo las parcelas de aprovechamiento.

Tabla 7. Espacios Naturales Protegidos en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En negrita los que coinciden con las parcelas.

Municipio	Figura de Protección	Nombre del espacio	Código del espacio
Alcublas	Paraje Natural Municipal	Solana y Barranco Lucía	ES523105
Alpuente	-	-	-
Andilla	-	-	-
Aras de los Olmos	-	-	-
Benagéber	-	-	-
Calles	-	-	-
Chelva	-	-	-
La Yesa	-	-	-
Titaguas	Paraje Natural Municipal	La Caballera	ES523245
Tuéjar	Paraje Natural Municipal	Nacimiento del Río Tuéjar	ES523243

Por último, se ha comprobado si algún municipio pertenece a alguna Reserva de la Biosfera según el MITECO

(<https://wms.mapama.gob.es/sig/Biodiversidad/MAB/wms.aspx?request=getcapabilities&Service=WMS>) y 5 de los 10 municipios sí pertenecen (Figura 26 y Tabla 8).

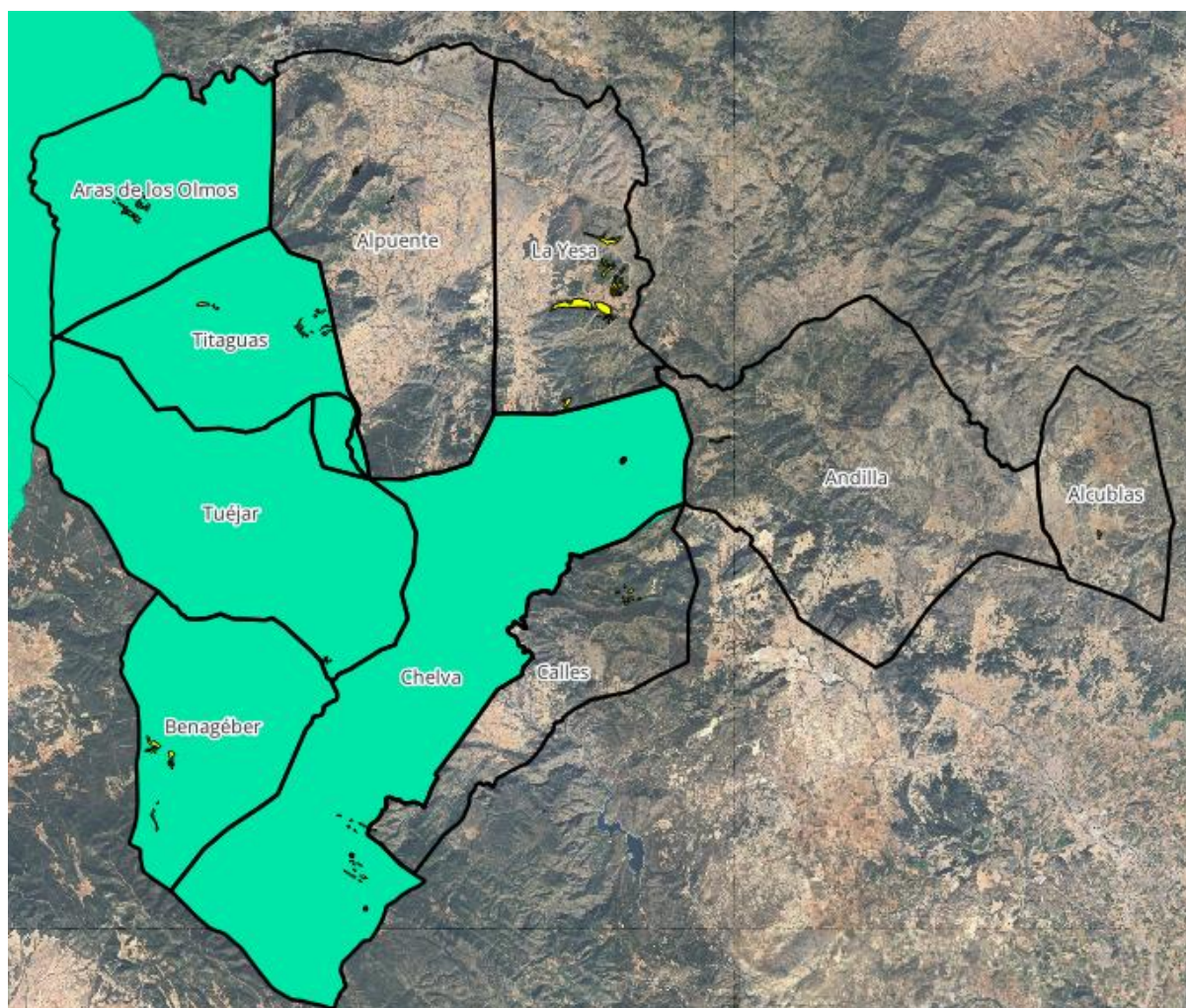


Figura 26. Reservas de la Biosfera (verde) en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En amarillo las parcelas de aprovechamiento.

Tabla 8. Reservas de la Biosfera en los municipios del aprovechamiento de Andilla. En negrita los que coinciden con las parcelas.

Municipio	Nombre de la Reserva
Alcublas	-
Alpuente	-
Andilla	-
Aras de los Olmos	Alto Turia
Benagéber	Alto Turia
Calles	-
Chelva	Alto Turia
La Yesa	-
Titaguas	Alto Turia
Tuéjar	Alto Turia

4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE ELEGIDA

4.1. Introducción a la truficultura

Entender la biología y las condiciones necesarias para el cultivo de trufas es esencial para garantizar una cosecha exitosa. Por ello, se presenta una breve introducción al respecto:

La truficultura se trata del cultivo de trufas, hongos del género *Tuber*, sobre árboles conocidos como huéspedes. Las trufas son hongos ascomicetos hipogeos que se desarrollan bajo el suelo. Este hongo se compone de dos partes principales: el micelio y el carpóforo. El micelio, análogo a las raíces de los árboles, es utilizado por el hongo para buscar alimento. El carpóforo, también llamado cuerpo de fructificación, es la parte que conocemos como trufa. La trufa tiene una capa externa áspera, el peridio, formado por pequeñas pirámides con un número de caras variables, y una parte interna, la gleba. La gleba se divide en una zona fértil, donde se encuentran las esporas, y una zona estéril, que permite la respiración, la secreción de desechos y la absorción de nutrientes.

El micelio de algunos hongos se asocia con las raíces de las plantas, formando lo que se conoce como micorrizas, mediante una simbiosis obligada, porque no puede completar su ciclo de vida sin estar asociado a una planta huésped que le aporte carbohidratos (Franco et al., 2018). Las esporas, o células sexuales del hongo, permiten la formación de nuevas micorrizas, esenciales para el intercambio de nutrientes con el árbol huésped. Esta simbiosis beneficia tanto al hongo como al árbol, mejorando la resistencia a factores climáticos adversos como la sequía, aumentando la resistencia frente a enfermedades y ampliando la superficie de suelo para la nutrición. Esto resulta en una mejor alimentación tanto para el hongo como para la planta.

La trufa negra se asocia con varias especies de árboles, incluyendo quercíneas (encinas, quejigos, coscojas, rebollos y robles), avellanos, carpes, castaños, cedros, tilos, hayas, pinos y estepas (Oria et al., 2007 y Cocina, 2022).

4.2. Selección de planta huésped

De las especies vegetales con las cuales se asocia *T. melanosporum* que previamente se han mencionado (encinas, quejigos, coscojas, rebollos, avellanos, carpes, castaños, cedros, tilos, hayas y pinos).

A nivel asociación planta-hongo, podría plantarse con todas las especies, ya que la asociación funciona bien, sin embargo en esta región deberíamos descartar al avellano, que tiene un requerimiento de suelo poco adecuado para la zona. En España, el árbol más recomendado para el cultivo de trufas es principalmente la encina, debido a su mejor adaptación al clima y suelo que requiere la trufa, y a su elevada producción.

Por el contrario, tal y como señalan dos truficultoras de la zona con amplia experiencia (Cocina, 2022 y Espinosa, 2022), el quejigo y el avellano son susceptibles a la contaminación debido a su rápido crecimiento de raíces, en contraste con el lento desarrollo del micelio de *Tuber melanosporum*, lo cual se traduce en una lenta colonización por *T. melanosporum* y la contaminación por otros hongos más veloces. La coscoja, aunque útil especialmente en lugares con menor pluviometría, presenta mucho rebrote basal, lo cual supone un desafío de poda y complicaciones para los perros truferos debido a dichos rebrotes.

Las demás especies no son tan típicas de la comarca de La Serranía, por lo que su crecimiento se vería más limitado, al igual que la producción de trufas.

4.3. Descripción de la especie

La trufa negra es conocida por su forma irregular y redondeada, que varía en función a la textura edáfica, posee una superficie rugosa al tacto. Su tamaño puede variar entre 3 y 6 centímetros de diámetro, y su peso oscila entre 20 y 200 gramos (fungo.es y Oria et al., 2007).

El nombre "trufa negra" proviene del color que adquiere al alcanzar su madurez. Durante su desarrollo, la trufa pasa por varias fases de color: comienza siendo roja, luego se vuelve de un tono pardo oscuro, y finalmente alcanza un color marrón negruzco. La gleba de color oscuro está surcada con venas blanquecinas que forman un intrincado laberinto.

Presenta un sabor intenso, con matices ligeramente amargos y picantes, lo que la convierte en un ingrediente muy apreciado en la alta cocina.

Una característica notable de la trufa negra es su capacidad de liberar sustancias alelopáticas, que inhiben el crecimiento de hierbas competidoras de agua y nutrientes a su alrededor, esto también cambia la estructura del suelo a una más suelta y oxigenada. Este fenómeno, conocido como "quemado" o "calvero", es a menudo una pista importante para localizar estas preciadas trufas.

La trufa negra, sigue un ciclo de vida estrechamente ligado a las estaciones del año. En primavera, durante los meses de marzo, abril y mayo, las suaves temperaturas y las abundantes precipitaciones crean el ambiente ideal para que las esporas de las trufas germinen, así como para que se desarrollen los primordios (estructura inicial que da origen a un cuerpo fructífero). En esta época, las micorizas y el micelio comienzan a desarrollarse vigorosamente. Si las lluvias no son suficientes, el riego se convierte en una necesidad crucial.

A partir de abril, las trufas empiezan a formarse, alcanzando su punto álgido en mayo. Durante el verano, aunque el crecimiento es lento, es vital continuar regando para asegurar el engorde de las trufas.

En otoño, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, las temperaturas siguen siendo suaves y las precipitaciones abundantes. Este es el período en el que las trufas comienzan a madurar lentamente, alcanzando su punto óptimo de recolección en noviembre. Sin embargo, la cosecha puede comenzar en septiembre y extenderse hasta marzo, ya que no todas las trufas maduran al mismo tiempo.

En una plantación de trufas, los primeros signos de éxito aparecen entre los 3 y 6 años, cuando comienzan a formarse los "quemados" en el suelo. Sin embargo, es importante estar atentos, ya que estos quemados no siempre indican la presencia de *Tuber melanosporum*, la preciada trufa negra, sino que pueden ser causados por otras especies.

Las primeras trufas suelen aparecer entre los 4 y 8 años, con las primeras cosechas al final de la temporada, en febrero. La plantación empieza a ser realmente rentable a partir de los 8 años, cuando la producción se estabiliza y aumenta.

5. INVENTARIO

5.1. Diseño

Una vez se tiene la información básica de partida, se diseñaron los inventarios en campo en todos los municipios, teniendo en cuenta los distintos condicionantes que pudieran interferir en el desarrollo del proceso de inventario. La estimación de la producción de la materia prima, es decir, la trufa en este caso, no se ha podido calcular en campo, ya que la fecha en la que se realizaron los inventarios estaba fuera de la época de recolección.

Los inventarios en campo de Andilla y municipios anexos se centraron en cuantificar la vegetación existente en los bancales donde los pinos y/o matorrales que han invadido estos espacios deben eliminarse. A partir de esta información, se estudia la viabilidad y la forma en la que se puede llevar a cabo el proceso de recuperación de los bancales abandonados. Asimismo, se ha tenido en cuenta la aptitud trufera del territorio media y alta, clasificada por la Generalitat Valenciana.

Para el diseño del inventario de Andilla, el muestreo elegido es el sistemático, mediante 35 parcelas circulares de radio 10 m. La ubicación de las parcelas se ha determinado en base a una malla de 200 x 200 m sobre la zona de estudio. Se ha tenido en cuenta (1) que la pendiente sea <20% y (2) que el acceso a los bancales sea bueno, se atendió (3) a la clasificación del suelo según su aptitud trufera, que debido a que la superficie de la aptitud alta es bastante superior a la aptitud media (198,4 ha frente a 70,2 ha) y se trata de rodales muy separados en el espacio, se ha considerado más adecuado equilibrar el número de parcelas a estudiar en lo que se refiere a esta aptitud, como 20 parcelas para alta y 15 para media.

La información que se ha recogido en los inventarios sobre la vegetación leñosa y arbórea ha sido la siguiente: área basimétrica de la parcela con el relascopeo de Bitterlich, N° de pies por cada clase diamétrica (CD) establecida y altura de dos individuos representativos de cada CD tomada con un hipsómetro Vértex. En cuanto al matorral se ha identificado en cada parcela la clase diamétrica media de diámetro basal medio a la que pertenecen, altura máxima y media y su fracción de cabida cubierta.

La variable sobre la que se ha muestreado ha sido el área basimétrica (la suma de las secciones normales (a 1,30 m) de todos los árboles existentes en una hectárea) de las especies maderables que se han desarrollado en las parcelas. Los datos obtenidos en el inventario han sido un promedio de 19,37 m²/ha, con una desviación estándar de 8,16 m²/ha y un coeficiente de variación del 42,11%. El error de muestreo es de $\pm 2,76$ m²/ha, lo que equivale a un error relativo del 7,12%.

5.2. Resultados del inventario

A partir del inventario, se ha podido obtener información interesante de cara a la hora de recuperar los bancales abandonados para su plantación trufera. El entorno, como ya se ha mencionado anteriormente, se ubica en una zona más montañosa con diferentes condiciones climatológicas, por lo tanto las especies presentes en este espacio son diversas. Se ha visto *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus thurifera* y *Quercus ilex*.

Se ha calculado el volumen total con corteza de todas las especies maderables presentes en los rodales, puesto que puede suponer un beneficio económico para las empresas madereras cercanas interesadas en aprovechar la madera como biomasa y de esta manera sean ellos los encargados de llevárselo del monte a coste 0. Para ello se han empleado las tarifas de cubicación de la provincia de Valencia (MITERD, 2024b). La forma de cubicación de cada especie se ha escogido según lo descrito en el Anexo 6 del documento de Descripción de los códigos de la base de datos Sig del Cuarto Inventario Forestal Nacional (MITERD, 2024a).

La forma de cubicación seleccionada para *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus nigra* es la nº 5, ya que al ser árboles que se han crecido de manera natural en una masa muy densa, no han sido podados ni en muchos casos han podido crecer con rectitud. En el caso de *Quercus ilex*, la forma de cubicación es la nº4. La tarifa de cubicación de *Juniperus oxycedrus* no existe, por lo que se ha asemejado a la de *Juniperus thurifera*, que en ambos casos se usará la forma de cubicación nº 5.

Una vez escogidas las formas de árboles, se accede a las tarifas de cubicación y se calculan los valores de volumen. Como diámetro de cada clase diamétrica se ha escogido el centro de cada clase diamétrica tomada, es decir: 10, 16, 25 y 35.

Tras el inventario se conoce la densidad de arbolado y su volumen referido a la hectárea, tal y como se refleja en la Tabla 9 y Tabla 10. Según la aptitud trufera, la media presenta valores ligeramente más altos de densidad y volumen. Sin embargo, la superficie de aptitud media (70,2 ha) es muy inferior a la alta (198,4 ha), por lo que los valores absolutos serán inferiores. Cabe destacar que en ambas zonas algunos pies estaban muertos por rotura o caída, y en algunas parcelas había habido aprovechamientos y quedaban los tocones en el suelo.

Tabla 9. Información de la vegetación maderable de las parcelas de inventario de aptitud trufera media. G: área basimétrica y VCC: volumen con corteza.

Especie	Suma de Nº pies (pies/ha)	Suma de G (m2/ha)	Suma de VCC (m3/ha)
Enebro rojo (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	64	0,5	1,3
<12	64	0,5	1,3
Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	543	17,5	57,9
<12	160	1,3	3,9
12-20	191	3,8	12,7
20-30	128	6,3	20,3
>30	64	6,2	21,1
Pino rodeno (<i>Pinus pinaster</i>)	128	5,5	33,4
<12	32	0,3	0,6
12-20	32	0,6	3,2
20-30	32	1,6	8,8
>30	32	3,1	20,7
Encina (<i>Quercus ilex</i>)	160	2,0	3,9
<12	96	0,8	1,5
12-20	64	1,3	2,3
Total general	895	25,6	96,5

Tabla 10. Información de la vegetación maderable de parcelas de inventario de aptitud trufera alta. G: área basimétrica y VCC: volumen con corteza.

Especie	Suma de Nº pies (pies/ha)	Suma de G (m2/ha)	Suma de VCC (m3/ha)
---------	------------------------------	----------------------	------------------------

Enebro rojo (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	64	0,9	3,5
<12	32	0,3	0,8
12-20	32	0,6	2,7
Sabina albar (<i>Juniperus thurifera</i>)	64	0,9	3,5
<12	32	0,3	0,8
12-20	32	0,6	2,7
Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	256	10,0	33,5
<12	32	0,3	0,7
12-20	96	1,9	6,8
20-30	96	4,7	15,8
>30	32	3,1	10,2
Pino laricio (<i>Pinus nigra</i>)	319	8,8	29,7
<12	32	0,3	0,7
12-20	191	3,8	12,8
20-30	96	4,7	16,2
Pino rodeno (<i>Pinus pinaster</i>)	128	5,5	27,4
<12	32	0,3	0,8
12-20	32	0,6	2,4
20-30	32	1,6	6,9
>30	32	3,1	17,4
Total general	831	26,1	97,8

Destaca que en la aptitud trufera alta aparecen especies que no están en los de altitud media, como la sabina albar (*Juniperus thurifera*) y pino laricio (*Pinus nigra*), por el contrario, la encina (*Quercus ilex*) solamente está en aptitud media.

Sobre los matorrales, se trata de especies variadas, siendo la mayoría los de talla baja (brezos, romeros, aliagas y jaras), y otras especies leñosas como los enebros incrementan la altura media de la vegetación arbustiva las parcelas (ver Tabla 11). La fracción de cabida cubierta es muy variable según la parcela.

Tabla 11. Altura y fracción de cabida cubierta de los matorrales de las parcelas de inventario en Andilla.

Aptitud	Promedio de altura máxima	Promedio de altura media	Promedio de FCC
Alta	2,6	1,2	55,3
Media	3,1	1,4	51,3
Total general	2,8	1,3	53,5

Como datos finales, se puede ver en las Tabla 12 y Tabla 13 que la cantidad total de volumen maderable a eliminar se estima en 6.771,2 m³ de madera, procedentes de 62.829 pies en las parcelas de aptitud trufera media. En las de aptitud trufera alta estos valores casi se triplican, como se ha comentado con anterioridad, debido a su mayor extensión en el territorio a 164.875 pies de volumen maderable 19.400,7 m³. El destino de esta madera va a ser para biomasa, puesto que muchos de los troncos son de pequeñas dimensiones, y los que alcanzan un mayor diámetro al haberse desarrollado de forma natural, son muy ramosos y muchos han crecido revirados, por lo que no sería una madera de calidad.

Tabla 12. Datos finales del inventario de Andilla y municipios anexos en zona de aptitud trufera media.

Enebro rojo (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	Densidad	64 pies/ha
		4493 pies
	Volumen	1,3 m3/ha
		89,1 m3
Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	Densidad	543 pies/ha
		38119 pies
	Volumen	57,9 m3/ha
		4068,0 m3
Pino rodeno (<i>Pinus pinaster</i>)	Densidad	128 pies/ha
		8986 pies
	Volumen	33,4 m3/ha
		2342,9 m3
Encina (<i>Quercus ilex</i>)	Densidad	160 pies/ha
		11232 pies
	Volumen	3,9 m3/ha
		271,2 m3
Pies total por ha		895 pies/ha
Pies total		62829 pies
Volumen total por ha		96,5 m3/ha
Volumen total		6771,2 m3

Tabla 13. Datos finales del inventario de Andilla y municipios anexos en zona de aptitud trufera alta.

Enebro rojo (<i>Juniperus oxycedrus</i>)	Densidad	64 pies/ha
		12698 pies
	Volumen	3,5 m3/ha
		702,9 m3
Sabina albar (<i>Juniperus thurifera</i>)	Densidad	64 pies/ha
		12698 pies
	Volumen	3,5 m3/ha
		702,9 m3
Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	Densidad	256 pies/ha
		50792 pies
	Volumen	33,5 m3/ha
		6655,1m3
Pino laricio (<i>Pinus nigra</i>)	Densidad	319 pies/ha
		63291 pies
	Volumen	29,7 m3/ha
		5899,7 m3
Pino rodeno (<i>Pinus pinaster</i>)	Densidad	128 pies/ha
		25396 pies
	Volumen	27,4 m3/ha
		5440,0 m3
Pies total por ha		831 pies/ha
Pies total		164875 pies
Volumen total por ha		97,8 m3/ha
Volumen total		19400,7 m3

Teniendo en cuenta las distintas densidades de las especies, la biomasa total es de 53,4 t/ha en las parcelas de aptitud trufera media y 54,1 en las de aptitud alta (Tabla 14).

Tabla 14. Biomasa por hectárea del inventario de Andilla y municipios anexos.

	APTITUD MEDIA			APTITUD ALTA		
	Densidad (kg/m ³)	VCC (m ³ /ha)	Biomasa (t/ha)	Densidad (kg/m ³)	VCC (m ³ /ha)	Biomasa (t/ha)
<i>Pinus halepensis</i>	540	57,9	31,3	540	33,5	18,1
<i>Pinus nigra</i>	580	0,0	0,0	580	29,7	17,2
<i>Pinus pinaster</i>	520	33,4	17,4	520	27,4	14,2
<i>Juniperus thurifera</i>	650	0,0	0,0	650	3,5	2,3
<i>Juniperus oxycedrus</i>	650	1,3	0,8	650	3,5	2,3
<i>Quercus ilex</i>	1000	3,9	3,9	1000	0,0	0,0
			53,4			54,1

6. PLAN DE APROVECHAMIENTO

La combinación perfecta de suelo, clima y manejo adecuado es la clave para el éxito en su cultivo.

6.1. Climatología de la zona de plantación

Dentro de la Península Ibérica crece de forma natural en los terrenos calizos de la cuenca mediterránea, dado su carácter calcáreo. La trufa negra encuentra su hogar en tres tipos principales de climas: el mediterráneo subatlántico, el oceánico y el semicontinental. El clima mediterráneo subatlántico se caracteriza por veranos secos con tormentas ocasionales, noches frescas e inviernos fríos. El clima oceánico ofrece inviernos suaves y lluviosos, mientras que los veranos son templados y húmedos. Por otro lado, el clima semicontinental tiene menos humedad y más frío. Adaptada a condiciones climáticas extremas, la trufa negra soporta fríos intensos en invierno y sequías en verano. Sin embargo, su crecimiento puede verse limitado por un exceso de frío o una prolongada sequía estival.

En cuanto a la climatología, la trufa negra requiere inviernos fríos y veranos con días calurosos y noches frescas. Durante la primavera (abril-mayo), se forman los primordios, por lo que si se prolongan las heladas hasta estas fechas es muy probable que la producción del año disminuya.

Este hongo necesita entre 400 y 900 mm de precipitación anual. Las lluvias son determinantes en primavera y verano, teniendo que haber de 80 a 100 mm en época estival (Franco et al., 2018) y si no se alcanza se debe regar (ver apartado 6.5.4. Riego), sin embargo, no se deben hacer riegos excesivos en verano ya que se puede inundar el terreno perjudicando la producción, además esto provoca que se contaminen más fácilmente por otras especies.

De acuerdo con Cocina (2022), la temperatura media anual debe estar entre 8,6°C y 14,8°C y la media del mes más cálido entre 14,7°C y 23,5°C, mientras que la del mes más frío ha de situarse entre 1 y 8,2°C. El rango de temperaturas máximas absolutas es entre 35 °C y 42°C y mínimas absolutas entre -9 °C y -25 °C (Espinosa, 2022).

La altitud óptima de desarrollo se da entre los 800 y los 1200 metros, ya que a mayor altitud las trufas se hielan y a menor altitud se secan en verano, a pesar de que con el cambio climático estos valores están aumentando poco a poco.

Aunque son preferibles las orientaciones soleadas, no siempre son esenciales, dependiendo de otros factores como la altitud y precipitación. Si estos valores son bajos, se pueden poner en umbría facilitando la permanencia de agua en el suelo (Espinosa, 2022).

6.2. Preparación del terreno

Previamente a la realización de la plantación, se debe realizar un estudio detallado del suelo para conocer cuál es el estado físico-químico actual del mismo para garantizar unas condiciones óptimas. En base a esto se van a determinar cuáles son los parámetros que deben modificarse, en caso de que existan, y si la plantación es viable en cuanto al tipo de suelo de la parcela.

6.2.1. Parámetros físicos del suelo

La pendiente ideal del terreno es del 5 al 15%, lo que facilita el drenaje y previene el encharcamiento. Además, para evitar que el terreno se inunde, el suelo debe estar descompactado y tener una textura más bien franca y aireada, como señalan Oria et al., 2007, Cocina, 2022 y Espinosa, 2022. Esto permite que el hongo se desarrolle adecuadamente.

Es crucial que el suelo tenga poca arcilla para evitar la compactación y el encharcamiento. Sin embargo, la pedregosidad también juega un papel importante, si el suelo tiene muchas piedras, la elevada presencia de arcilla no es necesariamente un problema (hay truferas naturales en terrenos con arcilla >40%; Espinosa, 2022), ya que las piedras ayudan a drenar el agua y evitar su compactación. Pero si el suelo es solo de arcilla, puede encharcarse, lo que no es favorable para el crecimiento de las trufas. Por otro lado, tener cierta pedregosidad superficial es adecuado de cara a disminuir la evaporación en verano, proteger frente a erosión, y regular la temperatura de superficie del suelo.

En caso de tener elevada pedregosidad en la tierra, se debe estudiar cada caso por individual, ya que en ocasiones es suficiente solamente con despedregar con una máquina despedregadora. Mientras que, si se tritura la piedra cambia la estructura del suelo y modifica sus propiedades, lo cual a veces puede resultar positivo, pero en otras ocasiones empeora el cultivo.

6.2.2. Parámetros químicos del suelo

La trufa negra prospera en suelos calcáreos con un pH entre 7,5 y 8,5, y según mencionan Cocina (2022) y Espinosa (2022), la presencia de caliza activa debe estar alrededor del 30%, mientras que los carbonatos totales pueden alcanzar un valor del 70%. Esto es debido a que la planta no puede captar nutrientes y es el hongo quien le ayuda. La prueba para detectar carbonatos es sencilla: sirve con añadir ácido clorhídrico al suelo, y si borbotea, los carbonatos están presentes. La baja presencia de caliza activa no impide su plantación, pues se pueden hacer aportaciones carbonatadas al suelo para suplir esta carencia.

En cuanto al fósforo asimilable debe estar entre 5 y 20 ppm, si el valor fuera más alto se pueden plantar leguminosas que lo reducen. Si la cantidad es insuficiente, se recomienda una dosis de fósforo de 100 kg/ha (Del Hoyo, 2020). En cuanto al potasio entre el 0,01% y el 0,03% (Cocina, 2022; Inotruf, s.f.).

Además, el suelo debe contener cierta cantidad de materia orgánica. Un suelo con buena materia orgánica proporciona los nutrientes necesarios para el hongo. Este valor suele estar comprendido entre el 1 y el 10% (Espinosa, 2022; Inotruf, s.f.). No conviene aportar fertilizantes, ya que esto puede provocar que la simbiosis planta-hongo se rompa por existir suficientes nutrientes en el suelo para la planta.

6.2.3. Actuaciones para evitar la contaminación

La preparación del suelo es una de las etapas más influyentes para el éxito en el cultivo de trufas negras. Para evitar contaminantes, es decir, hongos competidores, es esencial elegir cuidadosamente el terreno y seguir ciertos procedimientos.

Para minimizar la presencia de hongos contaminantes, lo ideal es plantar en campos que previamente tenían plantas endomicorrícicas, como cereales, leguminosas, forrajeras, frutales, vid, olivos o almendros. Los hongos que se desarrollan asociados a estos cultivos no compiten con *Tuber melanosporum*, como lo indican Oria et al. (2007) y Cocina (2022).

En contraste, si el terreno anteriormente estaba ocupado por árboles como avellanos, pinos, encinas, robles o coscojas, la cantidad de contaminantes puede ser muy alta, pues son especies que se asocian con hongos ectomicorrícicos que sí compiten con *T. melanosporum*. Para solucionar esto, se recomienda arrancar estos árboles y quemar sus raíces. Además, como indica Cocina (2022), si antes había frutales, sus raíces también deben ser eliminadas porque suelen aparecer hongos saprófitos como *Armillaria mellea*, que pueden dañar las plantas truferas. Si son zonas donde las plantas ectomicorrícicas llevan desde siempre, es complicado que la plantación tenga éxito porque habrá muchas esporas contaminantes en el suelo. En nuestro caso como los pinos han salido “recientemente” (previamente los bancales no tenían vegetación forestal), con esta solución valdría.

Después, se debe labrar el terreno y plantar cereales durante varios años, especialmente en la zona de influencia de las raíces (área de radio de 2,5 veces la altura del arbolado) de los árboles anteriores, como mínimo durante dos años. Si es necesario, dejar una zanja para evitar que las raíces del monte cercano lleguen a la plantación. Esta zanja debe alcanzar la roca madre o al menos 50 cm de profundidad (Cocina, 2022).

Si el subsolado no es posible, se puede pasar el subsolador cada dos años alrededor de los bordes de la parcela para romper las raíces externas que puedan invadir la plantación. Es muy importante limpiar el cultivador después de este proceso para evitar la contaminación en otras áreas.

Otra consideración importante es la gestión de los rebrotes en las paredes de bancales o cercanías, ya que las plantas que tienen la capacidad de rebrotar siguen vivas y pueden ser portadoras de contaminantes. También hay que tener en cuenta las aguas de escorrentía de la lluvia, ya que pueden traer esporas contaminantes desde el bosque, incluso si este no está directamente pegado a la parcela, en estos casos la canalización del agua o la creación de la zanja es esencial. Es imprescindible evitar la contaminación por *Tuber brumale*, otro tipo de trufa que puede crecer fácilmente y desplazar a *Tuber melanosporum*. La preparación adecuada del suelo y la prevención de contaminantes son esenciales para asegurar una cosecha exitosa y saludable de trufas negras.

Para proteger la plantación, es importante vallar el área y evitar que los animales silvestres traigan contaminantes. La vigilancia de las plantas de vivero es esencial para evitar contaminaciones.

Dado que este hongo se encuentra en encinas jóvenes, a partir de los 15 años comienza a aumentar la contaminación por otras especies y a partir de los 20-24 años la plantación suele dejar de producir

trufa por contaminación de otras plantas. Esto por ahora es inevitable, ya que la trufa negra se desarrolla en plantaciones más bien jóvenes, pero sí se puede prevenir por lo menos los primeros años principalmente impidiendo la contaminación.

6.2.4. Limpieza de vegetación

En la comarca de La Serranía, muchas parcelas abandonadas han sido invadidas por vegetación natural, especialmente con pinos. Para asegurar el desarrollo adecuado de la trufa negra, es fundamental eliminar esta vegetación.

Una vez confirmado que el terreno es apto para la trufa negra, se procede a retirar la vegetación. Se debe tener en cuenta que, si es necesario cortar arbolado de parcelas de suelo forestal, se debe obtener permiso de la Conselleria de Medio Ambiente. Además, se debe pedir una declaración responsable de roturación de terreno forestal en terreno agrícola, en propiedad particular.

Acerca de la metodología para la eliminación de la vegetación, para parcelas con vegetación más densa, como pinos y arbustos grandes (Figura 27), es ideal usar una motosierra. Para los matorrales más pequeños, una motodesbrozadora o desbrozadora de martillos es la herramienta adecuada.



Figura 27. Vegetación de una parcela con matorral abundante (Fuente: propia).

Los tocones restantes deben destocharse o quemarse para evitar el rebrote y la persistencia de hongos contaminantes. El método más efectivo para destochar es usar una retroexcavadora, asegurando que las parcelas estén completamente limpias y listas para la plantación de trufa negra. Después de esta operación, se recomienda esperar entre 3 y 5 años para prevenir la contaminación por otros hongos, que debería complementarse con la siembra de una o dos cosechas de cereal, como se menciona en el apartado 6.2.3. *Actuaciones para evitar la contaminación*. Este paso no solo ayuda a estabilizar el suelo, sino que también contribuye a limpiar el terreno de posibles propágulos de otros hongos. Al eliminar esporas, micorizas y micelios competidores, se crea un entorno más favorable para que las plántulas micorizadas de trufa puedan establecerse y prosperar sin competencia. Si la parcela está dominada solo por matorrales, un año de espera es suficiente.

Tal y como se comentó en el apartado 5.2. *Resultados del inventario*, la biomasa de pino carrasco es de 16,2 t/ha, hasta alcanzar 14391,8 t (ver Tabla 15) en total en todos los municipios. Esta cantidad será apeada por las empresas madereras locales que quieran llevárselo para su aprovechamiento como biomasa. Dada la alta extensión del terreno debería dividirse en zonas (lotes) con cantidades de biomasa similares para facilitar su retirada desde las empresas más cercanas a cada una.

Tabla 15. Biomasa total del inventario de Andilla y municipios anexos.

Municipio	Aptitud	Área (ha)	Biomasa Pinus halepensis (t)	Biomasa Pinus nigra (t)	Biomasa Pinus pinaster (t)	Biomasa Juniperus thurifera (t)	Biomasa Juniperus oxycedrus (t)	Biomasa Quercus ilex (t)	Biomasa total (t)
Alcublas	Media	3,0	93,8	0,0	52,1	0,0	2,5	11,7	160,1
Alpuente	Alta	6,5	117,6	112,0	92,6	14,8	14,8	0,0	351,7
Andilla	Alta	5,4	97,7	93,0	76,9	12,3	12,3	0,0	292,2
Aras de los Olmos	Alta	30,8	557,2	530,6	438,8	70,1	70,1	0,0	1666,7
Benageber	Media	30,0	938,0	0,0	521,0	0,0	25,4	25,4	1509,7
Calles	Media	12,5	390,8	0,0	217,1	0,0	10,6	48,8	667,2
Chelva	Media	14,6	456,5	0,0	253,6	0,0	12,3	56,9	779,3
La Yesa	Media	7,5	234,5	0,0	130,3	0,0	6,3	29,3	400,3
La Yesa	Alta	130,7	2364,4	2251,4	1862,2	297,3	297,3	0,0	7072,7
Titaguas	Alta	25,0	452,3	430,7	356,2	56,9	56,9	0,0	1352,9
Tuéjar	Media	2,6	81,3	0,0	45,2	0,0	2,2	10,1	138,8
									14391,8

6.2.5. Vallado

El terreno, como ya se ha mencionado anteriormente, debería vallarse por diversos motivos, como proteger frente a robos debido al alto precio de este producto y evitar fauna salvaje que pueda estropear la plantación reciente, escarbar y destrozar las trufas y traer contaminación de otros hongos. Conviene que sea de material resistentes y duraderos en el tiempo para evitar o reducir su mantenimiento o sustitución a lo largo de la vida útil de la plantación.

6.2.6. Labores de acondicionamiento del suelo (labrado y zanjado)

El método más efectivo para preparar el suelo en cultivos de trufas es el subsolado cruzado con rejonas (labor vertical). Este proceso implica labrar el suelo verticalmente a una profundidad de unos 50 cm, lo que rompe los horizontes y descompacta la tierra, facilitando el crecimiento de las raíces y el drenaje del agua. Es preferible utilizar herramientas de rejonas en lugar de vertederas, ya que estas últimas pueden invertir los horizontes del suelo, afectando negativamente el desarrollo de las trufas. Se recomienda realizar esta labor en la primavera previa a la plantación, utilizando maquinaria ligera y trabajando sobre suelo seco para evitar la compactación. Antes de plantar, puede ser útil pasar un cultivador para nivelar el terreno y romper los terrones de tierra. Si se forma una suela de labor, se debe subsolar nuevamente. Al realizar este trabajo, es cuando se debe tener cuidado con la pedregosidad que aparece en el suelo, por si es elevada, se necesita aplicar un despedregado y/o triturado de la piedra con trituradora de martillos fijos.

Debido a la cercanía del monte, es aconsejable hacer una zanja de al menos 50 cm en los bordes de la parcela en el momento del labrado, para evitar que las raíces externas invadan la plantación.

6.3. Marcado y ahoyado

En la truficultura, los marcos de plantación se establecen a densidad final, es decir, el número definitivo de ejemplares desde el inicio. El tamaño de los marcos varía según el espacio disponible y la densidad deseada. Las densidades pueden oscilar desde 200 pies por hectárea, con un marco de 7x7 metros, hasta 830 pies por hectárea, con un marco de 4x3 metros (Oria et al., 2007; Inotruf, s.f.).

Martín (2021) destaca que los marcos más utilizados en este tipo de cultivo son de 6x6 metros, lo que equivale a unos 280 pies por hectárea. Sin embargo, hay una tendencia creciente entre los truficultores a reducir los marcos para aumentar la producción de trufas. Un marco de 5x5 metros, equivalente a 400 pies por hectárea, puede ser ideal, ya que permite una buena producción sin que los árboles compitan por luz solar ni espacio.

La elección del mejor marco de plantación debe adaptarse a las condiciones del truficultor, el tiempo disponible, los recursos y la fertilidad de la tierra. Una vez seleccionado el marco adecuado, se procede al replanteo.

El marcado de las ubicaciones para las encinas se puede hacer a mano, utilizando jalones y cuerdas, o con un tractor, dependiendo del tamaño de la parcela. Primero, se marcan líneas longitudinales y luego líneas transversales, separadas por la distancia del marco de plantación, en este caso, 5 metros. En cada cruce de las líneas se colocará una encina.

Después del marcaje, se hacen los agujeros donde se colocarán las plantas. Este trabajo puede hacerse de manera manual, usando azadón, pala o ahoyadora de barrena manual, o de manera mecanizada con una ahoyadora. Cuanto más amplio sea el agujero, mejor, ya que proporciona más espacio para que las raíces crezcan con facilidad.

6.4. Plantación, protectores y riego de asentamiento

El otoño, especialmente el mes de octubre, es la época ideal para plantar. Las temperaturas moderadas y las lluvias otoñales permiten un buen establecimiento de las plántulas, asegurando que al verano siguiente hayan desarrollado un sistema radicular robusto para sobrevivir.

La plantación puede realizarse directamente con bellotas, garantizando que la planta no introduzca contaminantes. Sin embargo, lo más común es utilizar plántulas de vivero (de una o dos savias), ya micorizadas con trufa negra, para adelantar la producción. Las plántulas de dos savias son preferibles, ya que la raíz de la encina crece lentamente y, con solo un año, aún no está lista para el campo.

Inmediatamente después de la plantación, es crucial instalar protectores y tutores. Estos elementos dirigen el crecimiento de la planta y la protegen frente a inclemencias climáticas, como el exceso de calor o frío, reduciendo la pérdida de agua por evapotranspiración. También resguardan a las plántulas de posibles daños causados por la fauna. Se recomienda mantener estos protectores durante 1,5 a 2 años, retirándolos en primavera u otoño, cuando las condiciones ambientales aún no son demasiado duras para la planta.

Finalmente, se instala la infraestructura de riego y se realiza un riego de asentamiento para asegurar que las plantas tengan el agua necesaria para establecerse adecuadamente.

6.4.1. Control de calidad de la planta

Al igual que son necesarios los análisis de suelo, también lo son los análisis de la planta, para que cumpla con los criterios de comercialización correspondientes, según el Real Decreto 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción. De acuerdo con

Espinosa (2022), la raíz de la encina se debe poseer elevado número de raíces tróficas (con las que se alimentan), 1 raíz pivotante y 1 tallo principal.

Además de la propia planta, conviene comprobar que las micorrizas de la encina son adecuadas, esto es, que tenga un mínimo de 30% de los ápices (meristema apical de la raíz) micorrizado con *T. melanosporum*. A partir del 30-40% de micorrización en planta joven, siempre que no haya apenas contaminación, se puede desarrollar la planta con trufas sin problemas. Puede tener un máximo de 20-30% de ápices con otras especies que no sean *T. melanosporum*, siempre que no sean otras especies de género *Tuber*, *Hebeloma* o *Trichophaea*. Por consiguiente, se desestimará el lote de vivero si se da algunas de las siguientes condiciones (Espinosa, 2022):

- presencia de otras especies de trufas
- >50% de especies contaminantes
- <10% micorrización con *T. melanosporum*
- Planta <900 ápices

6.5. Cuidado de la plantación

6.5.1. Época de tratamientos culturales

Cuando comienzan a salir los quemados es cuando tenemos que dejar de hacer las labores culturales durante todo el año y concentrarlos al final de la campaña de la trufa (sobre el mes de marzo). Dichas labores culturales incluyen las podas, los laboreos, el control de plagas, el mantenimiento del riego o la colocación de nidos. Se prefiere esta época para evitar dañar los primordios que darán lugar a las trufas que se recolectarán.

6.5.2. Labrado del terreno

El manejo del suelo es un aspecto crítico en el cultivo de trufas. En algunas regiones de España, los agricultores dejan de labrar cuando comienza la producción, pero esto puede variar según las condiciones de la parcela. En otros lugares, sin labranza, las trufas no crecen adecuadamente, ya que la aireación y esponjamiento del suelo son esenciales.

El laboreo se recomienda hacerlo con la frecuencia de 1 vez al año, aunque en cultivos con riego por goteo y suelo bien aireado, se puede disminuir el labrado a cada 2 años. Se debe hacer en tempero, esto es, que el grado de humedad de la tierra, al igual que su soltura obtenida está en un estado óptimo. El laboreo permite que la humedad aguante más tiempo retenida en el suelo, ayuda a producir más trufas y airea la tierra. Existen dos tipos de laboreo que cada uno realiza según su preferencia. Por un lado, se encuentra el laboreo total (fuera de las encinas y del quemado), en el que no se debe profundizar mucho en los quemados (10-15 cm) aunque en zonas de mucho frío o mucho calor conviene labrar un poco más profundo (hasta 20 cm como máximo) para hundir un poco más las trufas y evitar las chapas (trufas superficiales que están más a la intemperie), que se pueden ver afectadas por agentes bióticos como la mosca, el escarabajo... y abióticos como la temperatura, ya que el suelo actúa a modo de tampón térmico). Por otro lado, existe el laboreo parcial donde no se entra a los quemados. La elección del tipo de laboreo depende de cada truficultor, así como la frecuencia, algunos labran 2 veces al año y desbrozan, mientras que otros a partir de que se comienza la plena producción de trufa (a partir del décimo año aproximadamente), se reduce hasta que sea necesario por el crecimiento de malas hierbas.

Puede realizarse con cultivador, chisel, escarificador o maquinaria similar, aunque siempre se recomienda además llevar a cabo escardas manuales con azada alrededor de la planta.

6.5.3. Aporte de nidos

Para incrementar la producción de trufas, se emplea la técnica de incorporación de esporas mediante la creación de nidos o aportes. Esta práctica asegura un suministro constante de esporas y favorece un crecimiento uniforme y sostenido de la producción de trufas. Estos nidos consisten en una mezcla de turba, un material orgánico de color pardo oscuro y rico en carbono, junto con las esporas específicas que se desean añadir. Es esencial evitar la incorporación de esporas de otras especies de trufa en los nidos, ya que esto puede contaminar el cultivo y reducir la producción.

Preferentemente, los nidos deben ser colocados manualmente utilizando una azada, aunque existe un apero para el tractor que sirve para esta función.

Este método es especialmente recomendable en suelos arcillosos, donde el uso de una ahoyadora puede compactar demasiado las paredes del nido, dificultando el crecimiento de las trufas. Además, se sugiere realizar esta tarea en tempero, cuando el suelo tiene una humedad óptima para facilitar la manipulación y evitar la compactación.

En ausencia de riego, es beneficioso mezclar la tierra del suelo con el sustrato del nido. Esta combinación ayuda a mantener la humedad necesaria para el desarrollo adecuado de las trufas.

Para prevenir contaminaciones y asegurar una alta producción, se recomienda adquirir las esporas y mezclarlas con el sustrato en lugar de utilizar trufas directamente. Este enfoque reduce el riesgo de introducir esporas no deseadas.

Los nidos se comienzan a poner tras el cuarto año, la frecuencia de colocación varía, por ejemplo, Franco et al. (2018) recomiendan ponerlos cada 3 años y a partir del año 20 de la plantación reducirlo a 4, debido a que la materia orgánica edáfica será suficiente. Espinosa (2022) y otros truficultores de la zona recomiendan colocarlos anualmente áreas donde se han producido las trufas, tras finalizar la temporada de recolección como se mencionó en el apartado 6.5.1. *Época de tratamientos culturales*. Otras fuentes, sin embargo, dicen que la posición se ha de rotar para aportar esporas en toda la superficie radicular.

6.5.4. Riego

La instalación de un sistema de riego es indispensable si lo que se busca es una producción año tras año (Cocina, 2022; Espinosa, 2022; Magarzo et al., 2023). La cantidad de agua que se debe aplicar a la plantación es crucial para el crecimiento adecuado de las encinas. Se recomienda aplicar entre 30 y 40 litros por metro cuadrado al mes, ya sea mediante precipitaciones o riego. Si las precipitaciones no alcanzan este nivel, se debe complementar con riego para evitar limitar el crecimiento de las encinas.

En los meses de verano, es especialmente importante que no haya un déficit de agua por periodos superiores a 20-25 días. Si se presenta tal déficit, se debe aplicar riego hasta alcanzar los valores recomendados de 30-40 litros por metro cuadrado al mes (Inotruf, s.f.). Esto asegura que las plantas tengan suficiente agua para desarrollarse adecuadamente durante las épocas más secas del año.

Se recomienda comenzar con el riego desde el momento de la plantación, ya que se encarga de eliminar bolsas de aire que hayan quedado alrededor de las raíces, hidrata las raíces ayudando a reducir el estrés del trasplante y mejora el contacto con los nutrientes al asentar el suelo. Este riego se asentamiento permite adelantar la producción de trufas los primeros años (Cocina, 2022).

A pesar de que el coste de instalación de ambos métodos es similar (Espinosa, 2022 y Magarzo et al., 2023) se ha comprobado que el riego por goteo es más eficaz que el riego por microaspersión en términos de consumo de agua y aprovechamiento por la planta (hasta en un 40% más de efectividad la de goteo frente a microaspersión). El riego por microaspersión puede ser menos eficiente debido a factores como el viento, que desvía las gotas de agua a áreas no deseadas, reduciendo así la cantidad de agua que llega directamente a las raíces de las plantas. Esta diferencia de efectividad no solo optimiza el uso del agua, sino que también contribuye a un ahorro significativo en recursos hídricos, haciendo del riego por goteo una opción preferible para los cultivadores de trufas. Además, el riego por aspersión puede ser dañado o movido por la fauna.

Si se coloca riego por goteo, conviene que los tubos de goteo se coloquen abarcando toda la superficie radicular del árbol, donde se producen los quemados, esto puede hacerse de manera circular en radios concéntricos. También se pueden disponer en varias líneas paralelas a lo largo de la parcela. Se deben colocar unos 100-120 goteros/árbol).

Como mínimo hacen falta 1.000.000 L de agua para regar una hectárea de trufa. Ocasionalmente, la fuente de abastecimiento de agua se encuentra cerca de la parcela, por ejemplo un río o una balsa de riego, sin embargo, si esto no es así, el procedimiento para construir un pozo según la normativa en materia en la Comunidad Valenciana (Orden 14/2022, de 5 de diciembre, Real Decreto 863/1985, de 2 de abril y Orden 14/2011, de 31 de marzo), es el siguiente: (1) se pide permiso al Ayuntamiento correspondiente y éste compruebe si se cumplen los requisitos de la legislación, (2) se realiza un estudio hidrogeológico, (3) autorización administrativa de la oportuna Confederación y (4) legalizar la perforación del pozo ante el Ayuntamiento mediante la documentación y tasas convenientes.

6.5.5. Podas

En cuanto a las podas, no son del todo limitantes para el desarrollo de la trufa, sin embargo, no debe ser muy drástica, pues si son muy intensas, el árbol puede desviar la energía hacia la producción de hojas en detrimento del hongo.

Las podas han de ser graduales y proporcionales a las características del árbol. Su objetivo debe ser airear el árbol para que la luz llegue al quemado y mejorar su sanidad vegetal. De acuerdo con Espinosa (2022) y Oria et al. (2007), las podas de formación se pueden comenzar a los 3 años y poco a poco ir pasando a podas de mantenimiento. Durante los primeros años, estas podas de formación se centran en eliminar rebrotes basales y realzar la formade la encina. Se suele realizar en época invernal, en parada vegetativa. Las podas de mantenimiento comenzarán a partir de los 6 años aproximadamente, combinadas todavía con las podas de formación, si siguen siendo necesarias, hasta que dejen de serlo.

Una de las ventajas de esta especie, es que una encina adulta (15-20 años) no requiere podas anuales, sería suficiente haciéndolo cada 3-4 años por su lento crecimiento. Se debe aplicar un cicatrizante en la herida evitando la entrada de patógenos, al menos en las ramas >2cm de diámetro.

Se recomienda que el máximo de poda en adultos sea del 30% de la copa en una sola vez, puesto que superar este valor puede suponer la disminución de la producción los dos siguientes años. No obstante, la poda debe adaptarse a la zona donde se ubica la plantación, por ejemplo si está en una región donde sus propias condiciones limitan el desarrollo de la planta, como es una zona soleada y cálida o con suelos someros, la poda debe ser baja (García, 2018). En cuanto a la forma de poda, depende de cada persona, algunos prefieren hacerlo en forma de cono invertido, mientras que otros lo prefieren en copa redondeada; las investigaciones del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA; 2018) muestran que ambos tipos mantienen las mismas dimensiones del árbol, pero la poda en

copa redondeada permite una mayor asimilación de carbono, aunque la poda en cono invertido consume menos agua porque tiene menores pérdidas (transpiración).

Otra recomendación es podar las ramas más antiguas (Morcillo, 2016), ya que estas no suelen realizar la fotosíntesis y de esta manera cogen los azúcares que producen las nuevas hojas, reduciendo el intercambio de nutrientes con el hongo. Esto debe hacerse principalmente en el interior de la copa, pues posibilita la entrada de más luz y lluvia. Otros truficultores optan por hacer podas de tipo “paraguas” cortando el ápice para que la copa crezca a lo ancho.

6.5.6.Recolección del fruto

La recolección una vez comience su época se puede hacer con ayuda de perros truferos entrenados (Figura 28) y un machete truero (Figura 29) para destapar las trufas. Normalmente se realiza semanalmente, ya que cada árbol produce en distinto momento, no producen todos a la vez. Después de hacer el agujero para sacar la trufa hay que volver a taparlo con la misma tierra que se ha retirado. Conforme lo indicado por Oria et al. (2007) y Franco et al. (2018) si buscando trufas, se descubre alguna que se encuentre en un periodo de maduración previo al momento adecuado de su recolección, se deben recoger todas, debido a que las conexiones miceliales se rompen y ya no van a poder seguir desarrollándose.



Figura 28. Demostración de recolección de trufas con perro.



Figura 29. Machete truero con trufas (Fuente: propia).

La trufa puede crecer hasta una profundidad máxima de 30 cm, normalmente se recogen en los 10 primeros cm, aunque según el cuidado que se dé al terreno, por ejemplo el labrado, esta profundidad puede ser mayor.

Para su comercialización se siguen los criterios de la normativa europea “UNECE STANDARD FFV-53 concerning the marketing and commercial quality control of truffles”.

6.6. Seguimiento de la plantación

A partir de los 3-4 años de la plantación, es fundamental llevar a cabo un seguimiento riguroso de los parámetros del suelo para asegurar que las condiciones sean adecuadas para el crecimiento óptimo de las plantas y determinar si se requieren correcciones o enmiendas. Esto debe realizarse en particular si se han aplicado correcciones previas a la plantación. Este seguimiento debe realizarse periódicamente, idealmente cada dos años, para garantizar que todo esté en orden.

Por otro lado, conviene hacer un análisis de micorrizas para garantizar que siguen teniendo valores aceptables para la viabilidad del cultivo de trufas.

En las Figura 30 y Figura 31 se puede ver una plantación de encina (*Quercus ilex*) en estado joven y cuando ya son adultas, respectivamente. Se aprecia además la ausencia de vegetación en el suelo.



Figura 30. Plantación trufera joven de *Quercus ilex* en Andilla (Valencia) (Fuente: propia).



Figura 31. Plantación trufera adulta de *Quercus ilex* en Andilla (Valencia) (Fuente: propia).

6.7. Plagas

El principal daño que limita la productividad de estos cultivos es el escarabajo *Leiodes cinnamomea* que, según los truficultores locales de Valencia se combate con un cebo a ras de suelo y actualmente parece que se mantiene más en la zona norte, por Teruel. Por otro lado, cabe destacar que el empleo de pesticidas no se permite en plantaciones truferas, por lo que se deberán tomar todas las precauciones posibles para evitar la aparición de seres vivos no deseables.

7. ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN DE TRUFAS Y SU PRECIO

La información con respecto a la producción de trufas es muy opaca debido a su alto valor en el mercado. Además, es altamente variable, tanto por las condiciones climáticas anuales y las edáficas, como por los cuidados que se le hayan dado a lo largo de los meses. Pocas veces más del 40% de las encinas plantadas dan buenas producciones, una trufera puede dar entre 26 y 60 kg/ha y año (Oria et al., 2007), aunque suele tener unos valores medios de 25 kg/ha y año (Franco et al., 2018).

El precio de mercado de la trufa negra oscila entre 350 y 1200 €/kg (Espinosa, 2022), por lo que si la plantación tiene éxito, la inversión será sumamente valiosa. Dicha variación no se produce únicamente entre diferentes años, sino que dentro de una misma época de recolección fluctúa en función de varios factores, tales como la cercanía a la navidad, si es final de temporada, o si ha sido un año de sequía. Por ejemplo, según un truficultor de la zona, en un año de sequía a final de temporada, se ha vendido la trufa a unos 950 €/kg. Aunque otras fuentes anteriores mencionan que el precio medio de la trufa negra es de 400€/kg (Gené et al., 2008; Franco et al., 2018).

8. ESTUDIO ECONÓMICO

El presupuesto para la ejecución de las actuaciones del presente proyecto es muy variable. Recuperar 1 ha de un terreno abandonado puede costar desde cientos de euros, a decenas de miles, según las

características climatológicas, edafológicas y estado inicial de la parcela. Por ello se ha intentado hacer una estimación aproximada del coste de 1 ha, considerando unas condiciones estándar en las actuaciones que se deben realizar para su recuperación. En función de si la parcela se sitúa en una zona de alta o media aptitud trufera, la distinción en el gasto y en el ingreso se ha reflejado en la realización o no de enmiendas (aplicadas en las de aptitud trufera media), siendo además la producción de trufas más temprana y algo mayor en la de aptitud trufera alta. En cuanto a las enmiendas, no necesariamente deberían ser de carácter químico el tratamiento requerido, aunque se ha simulado de esta manera para manifestar la diferencia entre ambos tipos de aptitud trufera de algún modo.

Se ha supuesto un precio medio de la trufa de unos 700 €/kg, y una producción media de 25 kg/ha y año en los años de máxima producción. Los primeros años desde que comienzan a salir trufas se ha considerado un aumento progresivo hasta alcanzar el máximo, es decir, comienza en el cuarto año con 5 kg/ha, el quinto año sube a 10 kg/ha, el sexto a 15 kg/ha, el séptimo 20 kg/ha y el octavo a 25 kg/ha. Esto es para una trufera en terreno de aptitud alta, en una de aptitud media se ha dejado como máximo de producción 20 kg/ha y se ha retrasado un año el comienzo de la plantación.

Se ha calculado los ingresos económicos totales a lo largo de la vida útil de la plantación, que se ha estimado en unos 25 años. A partir de esta edad, como ya se ha mencionado, la plantación deja de producir por pérdida de micorrizas de *Tuber melanosporum* y sustitución por otras especies. En el año de la inversión se ha descontado el dinero que se obtiene de la venta de la madera apeada.

Los gastos anuales se han estimado teniendo en cuenta que se hace un labrado cada año, aporte de nidos anual a partir del 3º año, poda de formación anual entre el 3 y el año 6, poda de mantenimiento anual del año 6 al 15 y a partir de aquí cada 3 años. También se han incluido enmiendas en parcelas de aptitud media cada 2 años, control de calidad de planta y de suelo cada 2 años.

La inversión inicial es de 27.056,95 € por hectárea en una parcela de aptitud trufera media, mientras que en la alta es ligeramente menor (25.695,62 €) por la ausencia de enmiendas. A pesar de este elevado coste, los beneficios serán mucho mayores. En términos absolutos las ganancias acumuladas finales (Tabla 19), sin contar los costes anuales correspondientes, son de 273.000,00 € en una hectárea de la parcela de aptitud media y 350.000,00 € en la parcela de aptitud alta. Esta diferencia se debe a que las condiciones edáficas naturales y climáticas de esta última son más adecuadas para su desarrollo, por lo tanto su producción se prevé que sea más alta. El beneficio económico del propietario al final de la vida útil de la plantación es de 109.510,85 €/ha para las parcelas de aptitud media y 190.752,18 €/ha para la alta.

Con objeto de conocer la rentabilidad económica, se ha calculado el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Para que la plantación sea rentable, el VAN debe ser superior a 0 y el TIR debe ser mayor que la tasa de descuento utilizada, que en este caso será del 4%. Tal y como se refleja en la Tabla 16. El resultado que se obtiene es de un VAN positivo muy alto, y una TIR superior a la tasa de interés. En el Anexo I. Estudio económico se detalla toda la información con respecto a este epígrafe.

Tabla 16. VAN y TIR de 1 ha de plantación trufera (*Tuber melanosporum*) sobre encina (*Quercus ilex*) en la comarca de La Serranía, Valencia, sobre terreno de aptitud trufera media y alta.

	Aptitud trufera	
	Media	Alta
Tasa de interés (i)	0,04	0,04
Nº años (n)	25	25
Inversión inicial (IO)	27.056,95 €	24.244,13 €

VAN	93.142,27 €	137.018,68 €
TIR	9%	15%

9. INSCRIPCIÓN COMO PROYECTO DE ABSORCIÓN DE CO₂

Además del cultivo de trufas, la inscripción de la plantación como Proyecto de Absorción de CO₂ del MITECO puede ser una estrategia beneficiosa. Dado que la planta huésped en el cultivo de trufas es una especie arbórea forestal, esta inscripción permite aprovechar las capacidades naturales de las plantas para absorber dióxido de carbono y contribuir a la mitigación del cambio climático.

Para inscribir la plantación como un Proyecto de Absorción de CO₂, se puede utilizar la calculadora del MITECO disponible en el siguiente enlace: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/calculadoras.html#proyectos-de-absorcion-de-co2>. En función al periodo de permanencia de la masa forestal y el número de árboles plantados, se calcula una estimación de las toneladas de CO₂ que va a ser capaz de absorber la plantación hasta su momento de corta, lo cual puede ser vendido en el mercado de carbono y recuperar parte de la inversión.

Esta asegura que la plantación no solo contribuya a la producción de trufas, sino también a la reducción de CO₂ en la atmósfera, alineándose con los objetivos ambientales y de sostenibilidad.

10. BIBLIOGRAFÍA

Banyuls, J., Barba, E., Cano E., Farinós J., Gallego, J.R., Gil, I., Gomis, A., Iranzo, E., Jiménez, J.L., March, I., Cubas, J.M., Membrado-Tena, J.C., Mollá, A., Montesinos, À., Montesinos, J., Obiol, S., Pascual, J.A., Pastor, J.M., Piqueras, J., Pitxer, J.V., Rovira, A., Sánchez, A., Serrano, J., Simó, C., Soler, Á., Villar, A.I. & Yagüe, R. (2018). La Serranía. Estudios comarcales de la provincia de Valencia. Universidad de Valencia. Diputación de Valencia.

[https://datos.divaladl.es/userfiles/1078/Documentos/95b0193abeEC_serranos_OK.pdf]

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). (2018). Jornada de presentación de proyectos de I+D+i FITE sobre Trufa y Truficultura. Sarrión (Teruel).

Cocina, L. LuzCocina MicoLab (2022) Conceptos básicos de truficultura. Youtube. [<https://www.youtube.com/watch?v=9eglhGZasA&list=PLZR8TbEIHtgFhyVrY5xtd8fZzSmbLX85M>]

Cultivar Trufas (2024). Calci-truff(50L). [<https://www.cultivartrufas.com/>]

Del Hoyo, A. (2020). Proyecto de una plantación trufera de 1,2 ha en Huerta del Rey (Burgos). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Encitruf. (2024). Protector. [<https://shop.encitruf.es/>]

Espinosa, V. INGENIEROS FORESTALES (2022) Café forestal “Gestión de plantaciones para la producción de trufa”. Youtube. [<https://www.youtube.com/watch?v=uCTusoY49pc>]

Franco, I., Olaizola, J., Santos, L., Hernández, M., Fernando, L., Mediavilla, O., De la Parra, B., Cuesta. & Oria, J.A. (2018). Manual técnico para la gestión de plantaciones truferas. Diputación de Palencia.

García, J. (2018). La poda en plantaciones de encina, roble y coscoja con trufa. [<https://www.cultivosforestales.com/es/blog/la-poda-en-plantaciones-de-encina-roble-y-coscoja-con-trufa/>]

Gené, J., Lletjós, R., Porcar, J., Sió, J., Cardoner, E., Barniol, J., Fonts, A., Riera, S., Minguet, J.S. & Masses, J.M. (2008). El cultivo de la trufa negra. Departamento de Agricultura, Alimentación y Desarrollo Rural, Barcelona. Cataluña.

Generador de Precios, CYPE. (2024). Tubería de riego por goteo [<https://www.generadordeprecios.info>]

Infraestructura de Dades Espacials Valenciana -IDEV-. (2024). [<https://descargas.icv.gva.es/>]

Inotruf. (s.f.). Guía de la truficultura. [<https://www.inotruf.com/>]

Instituto Nacional de Estadística. (2024). Cifras oficiales de población de los municipios españoles [www.ine.es].

Madrigal J., Romero-Vivó M. & Rodríguez F. (2019). Definición y recomendaciones técnicas en el diseño de puntos estratégicos de gestión.

Magarzo, A., Alba, S., Santos del Blanco, L., Franco Manchón, I., Olaizola, J., Martín Pinto, P., & Mediavilla, O. (2023). Effect of irrigation methods on black truffle production. *Agronomy*, 13(10), 2505. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102505>

Martín, M. (2021). Plagas y enfermedades asociadas a plantaciones truferas. Universidad de Zaragoza

Micología Forestal Aplicada -Micofora-. (2024). Carrasca trufera = *Quercus ilex* x *Tuber melanosporum*. [<https://micofora.com/>]

MicoLab. (2024). Tarifas de servicios. [<https://www.micolab.com/tarifas/>]

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico -MITERD- (2024a). Cuarto Inventario Forestal Nacional. Descripción de los códigos de la base de datos Sig. [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/documentador_sig_tcm30-536622.pdf]

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico -MITERD- (2024b). Indicadores dendrométricos de la provincia de Valencia [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/46_Valencia_tcm30-293889.pdf]

Morcillo, M. (2016). ¿Cómo podar las encinas truferas? Micofora. [<https://micofora.com/>]

Oria, J.A., García, C., Martín, P., Martínez, A., Olaizola, J., De la Parra, B., Fraile, B. & Álvarez M.A. (2007). Hongos y setas. Tesoro de nuestros montes. 275 pp. Palencia, España.

Prodel Agrícola. (2024). Superfosfato de cal 18% en polvo fertilizante saco 25 kg. [<https://prodelagricola.com/>]

RS ingeniería. (2024). Cuánto cuesta hacer un pozo de agua. [<https://www.rs-ingenieria.es/cuanto-cuesta-hacer-un-pozo-de-agua/>]

Sociedad para el Desarrollo de la Provincia de Burgos -SODEBUR-. (2024). Estudio económico. [<https://sodebur.es/>]

TRAGSA. (2024). Tarifas TRAGSA 2024. (2024)
[<https://tarifas.tragsa.es/prestowebisapi.dll?FunctionGo&id=34139&cod=Tragsa2024-1,0929&path=Tragsa2024W-Act-no-sujetas-Trgsa-Resto.cfg>]

ANEXO I. ESTUDIO ECONÓMICO

1. COSTES ECONÓMICOS

En las dos siguientes tablas se reflejan todos los gastos que conlleva una plantación trufera estándar, en terreno de aptitud trufera media (Tabla 17) y alta (Tabla 18), clasificadas por el tipo de acción en la que se requieren. Exceptuando el control de calidad del suelo y de planta en campo, las podas, la aportación de nidos, el labrado y las enmiendas, que se necesitarán a lo largo de toda la vida útil de la plantación, el resto de unidades se utilizarán exclusivamente en la preparación inicial de la plantación como gasto de inversión.

Tabla 17. Costes por actuación por ha para realizar una plantación trufera (*Tuber melanosporum*) sobre encina (*Quercus ilex*) en terreno de aptitud trufera media en la comarca de La Serranía, Valencia (Fuente: MicoLab, TRAGSA, RS ingeniería, Generador de Precios, Encitruf, Micología Forestal Aplicada -Micofera-, Prodel Agrícola, Cultivar Trufas y Sociedad para el Desarrollo de la Provincia de Burgos -SODEBUR-).

Actuación	Nombre	Descripción	Ud	Cantidad	Precio	Importe
Control de calidad previo a la plantación	Análisis previos	Análisis previos de calidad de suelo para aptitud de cultivo trufero	ud	1	250	250,00
	Control de calidad de lote de vivero completo	Control de calidad de lote de vivero completo	lote	1	744	744,00
Enmiendas	Superfosfato de cal	Superfosfato de cal 18% en polvo fertilizante saco 25 kg	ud	4	20	80,00
	Enmienda caliza	Enmienda caliza 2400kg/ha	ud	20	8	160,00
Vallado	Suministro de malla anudada cinegética 200*17*30	Suministro de malla anudada cinegética 200*17*30 a pie de obra. Incluido alambre, tensores y elementos de sujeción malla poste teniendo en cuenta que los postes estarán cada 5m y dos riostras cada 100 m.	m	400	8,77	3508,00
	Colocación cerram.c/malla ganadera 1,5 m altura. p.mad.anc 20%	Colocación de cerramiento a base de postes sin tornear de madera de pino tratada en autoclave uso IV, de 8-10 cm de diámetro y 2 m de altura, con 5 m de separación y anclados el 20% (en los lugares donde sea necesario o en cambios de dirección) con un dado 0,35x0,35x0,35 m de hormigón no estructural HNE-15 árido de 40 mm, para malla anudada o ganadera de 1,5 m de altura, con dos riostras cada 100 m. No incluye la malla ganadera, ni alambre, ni tensores, ni elementos de sujeción.	m	400	12,39	6412,00
Preparación del terreno	Subsolado doble pase, suelo tránsito, pte<= 20%	Preparación de suelo tránsito mediante subsolado hasta una profundidad de 50 cm, con doble pase, empleando los rejoneros externos del tractor, siguiendo curvas de nivel y de forma que el surco que se ha realizado en un sentido de la marcha vuelva a ser trabajado en el otro sentido por el otro rejón, en pendiente inferior o igual al 20%.	km	8,4	140,02	1176,17
	Despedregado, terreno cultivo, con	Despedregado de terrenos de cultivo mediante dos pasadas de tractor con rastrillo de 10-12	ha	1	468,17	468,17

	rastrillo 10-12 dientes	dientes. Quedando limitado a aquellas piedras que puedan recogerse con el trabajo normal del rastrillo. No se incluye el arranque de piedras que requieran trabajos especiales, pero si el apilado en cordones distanciados como máximo 50 m.				
	Excavación mecánica zanja, terreno tránsito	Excavación mecánica en zanja en terreno tránsito con retroexcavadora hasta 4 m de profundidad. Con la perfección que sea posible a máquina. Para cimentaciones y obras de fábrica. Acopio a pie de máquina, medido sobre perfil	m3	50	5,15	257,50
Plantación	Encina inoculada	Encina inoculada con Tuber melanosporum	ud	420	9,5	3990,00
	Apertura hoyo 60x60x60, suelo slto-tránsito, pte<= 30%	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto o tránsito y pendiente inferior o igual al 30%.	ud	400	1,43	572,00
	Tapado hoyos 60x60, suelo slto-tránsito, dens<= 700 ho/ha	Tapado de hoyos de 60x60 cm abiertos con anterioridad, en suelo suelto o tránsito, con una densidad menor o igual a 700 hoyos/ha. Se recoge la posibilidad de aportar tierra de lugares próximos al hoyo. Esta tarifa se utilizará en caso de que la labor de tapado del hoyo sea independiente de la apertura y la plantación.	ud	400	0,79	231,48
	Plantación bandeja <= 250 cm³, en suelo mecanizado	Plantación manual de un millar de plantas en bandeja con envase rígido o termoformado con capacidad <= 250 cm³ en suelo preparado mecánicamente. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo.	mil	0,4	578,7	316,00
	Protector 60 cm doble cámara	Protector 60 cm doble cámara	mil	0,4	1000	400,00
	Distribución de tubo protector 60 cm D <=500 m pendiente <= 50%	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	mil	0,4	32,66	13,06
	Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.	mil	0,4	1302,72	521,09
Riego	Tubería de riego por goteo	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con goteros integrados, situados cada 30 cm.	m	400	1,82	728,00
	Pozo de sondeo	Pozo de sondeo realizado a roto percusión de 30 metros entubado en 180 mm en PVC 10 Atm	ud	1	1950	1950,00

Poda	Poda encina o alcornoque, proyección copa <= 36 m²	Poda de encinas, alcornoques o arboles de porte similar en terrenos adehesados o similares, cuya proyección de copa menor o igual a 36 m².	ud	400	15,09	6036,00
	Realces hasta 1 m, en árboles de 2 m	Corta de ramas bajas de árboles, hasta una altura de 1 m. del suelo. Altura máxima del arbolado de 2 m.	pie	400	0,76	304,00
Aporte de nidos	Sustrato con esporas para truficultura	Sustrato especial para truficultura, que ya tiene incorporado el inoculo de Tuber melanosporum en la cantidad necesaria para generar nuevas micorrizas y aportar el sexo complementario para que la trufa fructifique.	ud	80	15	1200,00
Control de calidad posterior a la plantación	Planta de al menos 3 años en plantación	Planta de al menos 3 años en plantación. El informe incluirá las especies micorrícicas encontradas, el porcentaje presente de cada una y las mejoras y recomendaciones de manejo.	ud	10	62	620,00

Tabla 18. Costes por actuación por ha para realizar una plantación trufera (Tuber melanosporum) sobre encina (Quercus ilex) en terreno de aptitud trufera alta en la comarca de La Serranía, Valencia (Fuente: MicoLab, TRAGSA, RS ingeniería, Generador de Precios, Encitrufr, Micología Forestal Aplicada -Micofera-, Prodel Agrícola, Cultivar Trufas y Sociedad para el Desarrollo de la Provincia de Burgos -SODEBUR-).

Actuación	Nombre	Descripción	Ud	Cantidad	Precio	Importe
Control de calidad previo a la plantación	Análisis previos	Análisis previos de calidad de suelo para aptitud de cultivo trufero	ud	1	250	250,00
	Control de calidad de lote de vivero completo	Control de calidad de lote de vivero completo	lote	1	744	744,00
Vallado	Suministro de malla anudada cinegética 200*17*30	Suministro de malla anudada cinegética 200*17*30 a pie de obra. Incluido alambre, tensores y elementos de sujeción malla poste teniendo en cuenta que los postes estarán cada 5m y dos riostras cada 100 m.	m	400	8,77	3508,00
	Colocación cerram.c/malla ganadera 1,5 m altura. p.mad.anc 20%	Colocación de cerramiento a base de postes sin tornear de madera de pino tratada en autoclave uso IV, de 8-10 cm de diámetro y 2 m de altura, con 5 m de separación y anclados el 20% (en los lugares donde sea necesario o en cambios de dirección) con un dado 0,35x0,35x0,35 m de hormigón no estructural HNE-15 árido de 40 mm, para malla anudada o ganadera de 1,5 m de altura, con dos riostras cada 100 m. No incluye la malla ganadera, ni alambre, ni tensores, ni elementos de sujeción.	m	400	16,03	6412,00
Preparación del terreno	Despedregado, terreno cultivo, con rastrillo 10-12 dientes	Despedregado de terrenos de cultivo mediante dos pasadas de tractor con rastrillo de 10-12 dientes. Quedando limitado a aquellas piedras que puedan recogerse con el trabajo normal del rastrillo. No se incluye el arranque de piedras que requieran	ha	1	468,17	468,17

		trabajos especiales, pero si el apilado en cordones distanciados como máximo 50 m.				
	Subsolado doble pase, suelo tránsito, pte<= 20%	Preparación de suelo tránsito mediante subsolado hasta una profundidad de 50 cm, con doble pase, empleando los rejoneros externos del tractor, siguiendo curvas de nivel y de forma que el surco que se ha realizado en un sentido de la marcha vuelve a ser trabajado en el otro sentido por el otro rejón, en pendiente inferior o igual al 20%.	km	8,4	140,02	1176,17
	Excavación mecánica zanja, terreno tránsito	Excavación mecánica en zanja en terreno tránsito con retroexcavadora hasta 4 m de profundidad. Con la perfección que sea posible a máquina. Para cimentaciones y obras de fábrica. Acopio a pie de máquina, medido sobre perfil	m3	50	5,15	257,50
Plantación	Encina inoculada	Encina inoculada con Tuber melanosporum	ud	420	9,5	3990,00
	Apertura hoyo 60x60x60, suelo slto-tránsito, pte<= 30%	Apertura o remoción mecanizada de un hoyo aproximadamente de 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terreno suelto o tránsito y pendiente inferior o igual al 30%.	ud	400	1,43	572,00
	Tapado hoyos 60x60, suelo slto-tránsito, dens<= 700 ho/ha	Tapado de hoyos de 60x60 cm abiertos con anterioridad, en suelo suelto o tránsito, con una densidad menor o igual a 700 hoyos/ha. Se recoge la posibilidad de aportar tierra de lugares próximos al hoyo. Esta tarifa se utilizará en caso de que la labor de tapado del hoyo sea independiente de la apertura y la plantación.	ud	400	0,79	231,48
	Plantación bandeja <= 250 cm³, en suelo mecanizado	Plantación manual de un millar de plantas en bandeja con envase rígido o termoformado con capacidad <= 250 cm³ en suelo preparado mecánicamente. No se incluye el precio de la planta, el transporte, ni la distribución de la misma en el tajo.	mil	0,4	578,7	316,00
	Protector 60 cm doble cámara	Protector 60 cm doble cámara	mil	0,4	1000	400,00
	Distribución de tubo protector 60 cm D <=500 m pendiente <= 50%	Reparto dentro del tajo, con distancia menor o igual de 500 m, de tubo protector de 60 cm, en terreno con pendiente inferior o igual al 50%.	mil	0,4	32,66	13,06
	Colocación tubo protector 60 cm de altura sin tutor	Colocación de tubo protector biodegradable de hasta 60 cm de altura, para la protección de planta de repoblación. No se incluye ni el precio del tubo, etc., ni el transporte de los mismos al tajo.	mil	0,4	1302,72	521,09
Riego	Tubería de riego por goteo	Tubería de riego por goteo, formada por tubo de polietileno, color negro, de 12 mm de diámetro exterior, con	m	400	1,82	728,00

		goteros integrados, situados cada 30 cm.				
	Pozo de sondeo	Pozo de sondeo realizado a roto percusión de 30 metros entubado en 180 mm en PVC 10 Atm	ud	1	1950	1950,00
Poda	Poda encina o alcornoque, proyección copa <= 36 m²	Poda de encinas, alcornoques o arboles de porte similar en terrenos adehesados o similares, cuya proyección de copa menor o igual a 36 m².	ud	400	15,09	6036,00
	Realces hasta 1 m, en árboles de 2 m	Corta de ramas bajas de árboles, hasta una altura de 1 m. del suelo. Altura máxima del arbolado de 2 m.	pie	400	0,76	304,00
Aporte de nidos	Sustrato con esporas para truficultura	Sustrato especial para truficultura, que ya tiene incorporado el inoculo de <i>Tuber melanosporum</i> en la cantidad necesaria para generar nuevas micorrizas y aportar el sexo complementario para que la trufa fructifique.	ud	80	15	1200,00
Control de calidad posterior a la plantación	Planta de al menos 3 años en plantación	Planta de al menos 3 años en plantación. El informe incluirá las especies micorrícicas encontradas, el porcentaje presente de cada una y las mejoras y recomendaciones de manejo.	ud	10	62	620,00

Para el cálculo de los ingresos y gastos se ha supuesto un precio medio de la trufa de unos 700 €/kg, y una producción media de 25 kg/ha y año en los años de máxima producción. Los primeros años desde que comienzan a salir trufas se ha considerado un aumento progresivo hasta alcanzar el máximo, es decir, comienza en el cuarto año con 5 kg/ha, el quinto año sube a 10 kg/ha, el sexto a 15 kg/ha, el séptimo 20 kg/ha y el octavo a 25 kg/ha. Esto es para una trufera en terreno de aptitud alta, en una de aptitud media se ha dejado como máximo de producción 20 kg/ha y se ha retrasado un año el comienzo de la plantación.

Se ha calculado los ingresos económicos totales a lo largo de la vida útil de la plantación, que se ha estimado en unos 25 años. A partir de esta edad, como ya se ha mencionado, la plantación deja de producir por pérdida de micorrizas de *Tuber melanosporum* y sustitución por otras especies. En el año de la inversión se ha descontado el dinero que se obtiene de la venta de la madera apeada.

Los gastos anuales se han estimado teniendo en cuenta que se hace un labrado cada año, aporte de nidos anual a partir del 3º año, poda de formación anual entre el 3 y el año 6, poda de mantenimiento anual del año 6 al 15 y a partir de aquí cada 3 años. También se han incluido enmiendas en parcelas de aptitud media cada 2 años, control de calidad de planta y de suelo cada 2 años.

La inversión inicial es de 27.056,95 € por hectárea en una parcela de aptitud trufera media, mientras que en la alta es ligeramente menor (25.695,62 €) por la ausencia de enmiendas. A pesar de este elevado coste, los beneficios serán mucho mayores. En términos absolutos las ganancias acumuladas finales (Tabla 19), sin contar los costes anuales correspondientes, son de 273.000,00 € en una hectárea de la parcela de aptitud media y 350.000,00 € en la parcela de aptitud alta. Esta diferencia se debe a que las condiciones edáficas naturales y climáticas de esta última son más adecuadas para su desarrollo, por lo tanto su producción se prevé que sea más alta. El beneficio económico del propietario al final de la vida útil de la plantación es de 109.510,85 €/ha para las parcelas de aptitud media y 190.752,18 €/ha para la alta.

Tabla 19. Flujos de caja de 1 ha de plantación trufera (*Tuber melanosporum*) sobre encina (*Quercus ilex*) en la comarca de La Serranía, Valencia, sobre terreno de aptitud trufera media y alta.

	APTITUD TRUFERA MEDIA			APTITUD TRUFERA ALTA		
Año	Gastos totales (€)	Ingresos totales (€)	Flujos de caja (€)	Gastos totales (€)	Ingresos totales (€)	Flujos de caja (€)
0	27.056,95 €	- €	- 27.056,95 €	25.695,62 €	1.451,49 €	- 25.695,62 €
1	1.176,17 €	- €	- 1.176,17 €	1.176,17 €	- €	- 1.176,17 €
2	1.176,17 €	- €	- 1.176,17 €	1.176,17 €	- €	- 1.176,17 €
3	2.590,17 €	- €	- 2.590,17 €	2.350,17 €	- €	- 2.350,17 €
4	2.680,17 €	- €	- 2.680,17 €	2.680,17 €	3.500,00 €	819,83 €
5	3.790,17 €	3.500,00 €	- 290,17 €	3.550,17 €	7.000,00 €	3.449,83 €
6	8.412,17 €	7.000,00 €	- 1.412,17 €	8.412,17 €	10.500,00 €	2.087,83 €
7	9.522,17 €	10.500,00 €	977,83 €	9.282,17 €	14.000,00 €	4.717,83 €
8	8.412,17 €	14.000,00 €	5.587,83 €	8.412,17 €	17.500,00 €	9.087,83 €
9	9.522,17 €	14.000,00 €	4.477,83 €	9.282,17 €	17.500,00 €	8.217,83 €
10	8.412,17 €	14.000,00 €	5.587,83 €	8.412,17 €	17.500,00 €	9.087,83 €
11	9.522,17 €	14.000,00 €	4.477,83 €	9.282,17 €	17.500,00 €	8.217,83 €
12	8.412,17 €	14.000,00 €	5.587,83 €	8.412,17 €	17.500,00 €	9.087,83 €
13	9.522,17 €	14.000,00 €	4.477,83 €	9.282,17 €	17.500,00 €	8.217,83 €
14	8.412,17 €	14.000,00 €	5.587,83 €	8.412,17 €	17.500,00 €	9.087,83 €
15	3.486,17 €	14.000,00 €	10.513,83 €	3.246,17 €	17.500,00 €	14.253,83 €
16	2.376,17 €	14.000,00 €	11.623,83 €	2.376,17 €	17.500,00 €	15.123,83 €
17	9.522,17 €	14.000,00 €	4.477,83 €	9.282,17 €	17.500,00 €	8.217,83 €
18	2.376,17 €	14.000,00 €	11.623,83 €	2.376,17 €	17.500,00 €	15.123,83 €
19	3.486,17 €	14.000,00 €	10.513,83 €	3.246,17 €	17.500,00 €	14.253,83 €
20	2.376,17 €	14.000,00 €	11.623,83 €	2.376,17 €	17.500,00 €	15.123,83 €
21	3.486,17 €	14.000,00 €	10.513,83 €	3.246,17 €	17.500,00 €	14.253,83 €
22	2.376,17 €	14.000,00 €	11.623,83 €	2.376,17 €	17.500,00 €	15.123,83 €
23	9.522,17 €	14.000,00 €	4.477,83 €	9.282,17 €	17.500,00 €	8.217,83 €
24	2.376,17 €	14.000,00 €	11.623,83 €	2.376,17 €	17.500,00 €	15.123,83 €
25	3.486,17 €	14.000,00 €	10.513,83 €	3.246,17 €	17.500,00 €	14.253,83 €
TOTAL	163.489,15 €	273.000,00 €	109.510,85 €	159.247,82 €	351.451,49 €	190.752,18 €

Con objeto de conocer la rentabilidad económica, se ha calculado el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Para que la plantación sea rentable, el VAN debe ser superior a 0 y el TIR debe ser mayor que la tasa de descuento utilizada, que en este caso será del 4%. Tal y como se refleja en la Tabla 16. El resultado que se obtiene es de un VAN positivo muy alto, y una TIR superior a la tasa de interés.

Tabla 20. VAN y TIR de 1 ha de plantación trufera (*Tuber melanosporum*) sobre encina (*Quercus ilex*) en la comarca de La Serranía, Valencia, sobre terreno de aptitud trufera media y alta.

	Aptitud trufera	
	Media	Alta
Tasa de interés (i)	0,04	0,04
Nº años (n)	25	25

Inversión inicial (IO)	27.056,95 €	24.244,13 €
VAN	93.142,27 €	137.018,68 €
TIR	9%	15%