

Trabajo Fin de Grado

Análisis de la viabilidad económica de una
plantación trufera como opción de negocio en las
zonas despobladas.

Analysis of the economic viability of a truffle
plantation as a business option in unpopulated áreas.

Autor/es

Rubén Conejos Esteban

Director/es

Encarna Raquel Esteban Gracia

Grado en Administración y Dirección de Empresas

Año 2020/2021

INDICE

Resumen	3
1. Introducción.	4
2. Evolución de las trufas.	5
2.1. Evolución histórica de las trufas.	5
2.1.1. Tipos de trufas.	6
2.1.2. Características y propiedades de la trufa negra.	6
2.2. El negocio de la trufa en España.	7
2.2.1. Inicios de la trufa España.	7
2.2.2. Condiciones para el desarrollo de la trufa España.	7
2.2.3. Desarrollo de plantaciones truferas España y producción estimada.	8
2.2.4. Expectativas de futuro del sector de la truficultura España.	9
2.3. Evolución del sector en la provincia de Teruel.	10
3. Problemáticas del sector.	11
3.1. Volatilidad de precios.	12
3.2. Producto perecedero.	14
3.3. Impactos climáticos en la producción trufera.	15
3.4. Otras dificultades de la producción trufera.	16
4. Viabilidad económica de una explotación trufera tipo.	18
4.1. Pasos para alcanzar una plantación trufera tipo.	18
4.2. Resultados económicos de la actividad.	23
4.2.1. Valoración terreno e instalación de la plantación.	23
4.2.2. Mantenimiento y costes de recolección.	24
4.2.3. Beneficios explotación trufera tipo.	25
4.2.4. Beneficios explotación trufera no tipo.	26
5. Conclusiones.	28
6. Bibliografía.	30

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo mostrar el sector de la truficultura como una opción de negocio en aquellas zonas más afectadas por la despoblación y demostrar que existen alternativas a los cultivos tradicionales que no han logrado generar empleo. El principal producto que se va a tratar es la trufa negra, ya que es el que mejor se adapta a estas zonas y que mayor valor genera. Para realizarlo se ha llevado a cabo un estudio de las condiciones óptimas en las que se desarrolla el cultivo, así como un análisis de la superficie que sería óptima para este en Aragón. Finalmente se han establecido las actuaciones que se necesitan en una plantación trufera tipo para que genere los mayores beneficios posibles, así como una comparación de este tipo de truficultura intensiva frente a la extensiva.

Palabras clave

Trufa negra, despoblación, Gúdar-Javalambre y plantación trufera tipo.

Abstract

This Final Degree Project aims to show the truffle sector as a business option in those areas most affected by depopulation and to demonstrate that there are alternatives to traditional crops that have failed to generate employment. The main product to be treated is the black truffle, since it is the one that best adapts to these areas and that generates the greatest value. To do this, a study of the optimal conditions in which the crop is developed has been carried out, as well as an analysis of the surface that would be optimal for it in Aragon. Finally, the actions that are needed in a typical truffle plantation have been established so that it generates the greatest possible benefits, as well as a comparison of this type of intensive versus extensive truffle farming.

Key words

Black truffle, depopulation, Gúdar-Javalambre and type truffle plantation.

1. Introducción.

En la actualidad la truficultura es un sector que genera mucha riqueza en la provincia de Teruel, es un sector que está en constante crecimiento sobre todo en aquellas zonas en las que las condiciones son más favorables para el desarrollo de este hongo, la comarca de Gúdar-Javalambre (Teruel) es la cuna de la trufa en España, gracias a este valioso hongo la comarca ha conseguido poner freno a la despoblación, la trufa genera empleo en la provincia no solo a los propios truficultores sino que abarca a un amplio abanico de profesionales que se ven involucrados en el desarrollo de la actividad y que gracias a ella les permite desarrollar su vida laboral y familiar en su lugar de origen.

Las expectativas de crecimiento del sector de la trufa en España son esperanzadoras cada vez se está consolidando con mayor fuerza este cultivo sobre todo en aquellas zonas en las que tradicionalmente se buscaban trufas de manera silvestre y debido a los factores climáticos ya no se produce este hongo y se tiene que recurrir a la plantación de fincas de carrascas truferas, además, este hongo tiene una gran demanda a nivel internacional lo que produce que España sea uno de los países que más trufa exporta a nivel mundial y cabe destacar que Teruel es el principal exportador a nivel nacional.

El objetivo de este trabajo es mostrar la viabilidad económica del sector de las trufas como opción de negocio en las zonas despobladas. Como objetivos específicos a lo largo de este trabajo se va a analizar la relevancia del sector de la trufa y su evolución en el caso de la provincia de Teruel. Además, se realiza un estudio de viabilidad económica de los rendimientos de este sector en una explotación tipo.

A lo largo del trabajo se establecerán los factores que han determinado la evolución de este cultivo, el impacto que ha tenido en España y sobre todo en la zona en la que nos encontramos que es Teruel, así como las dificultades que surgen a este cultivo en la actualidad y en el futuro y finalmente se procederá a establecer un modelo estándar de cultivo de trufa en el cual se le plantean diferentes escenarios dependiendo de los cuales se mostrara que el cultivo es viable y que dependiendo de las actuaciones que llevemos a cabo se generara más o menos valor.

En definitiva, lo que cabe señalar es que el negocio de la trufa, en la actualidad es rentable ahora bien hay que señalar que hay llevar a cabo una gran inversión durante los primeros años de la implantación del cultivo, mucho trabajo y dedicación pero finalmente se obtienen unos resultados bastante esperanzadores.

2. Evolución de las trufas.

En este apartado se pretende dar a conocer la evolución que ha presentado las trufas, nos centraremos principalmente en el caso de la trufa negra o ‘tuber melanosporum’. Vamos a analizar desde su origen, mencionaremos las distintas clases de trufas que más valor económico presentan y explicaremos en mayor profundidad las características y propiedades de la trufa negra.

A continuación profundizaremos en el mercado de la trufa en España y finalmente nos centraremos en la evolución que experimenta este sector en la provincia de Teruel.

2.1. Evolución histórica de las trufas.

El nombre de trufa proviene del latín, tuber la cual sirvió de molde para el resto de lenguas tartufo, truffe, etc. Se tienen datos de la existencia de trufas desde hace miles de años ya se encuentran citas de su consumo en Egipto y los griegos y romanos ya las introdujeron en mayor medida en su gastronomía. Sin embargo, en la Edad media apenas se encuentran referencias, debido a que la iglesia católica considero a este hongo como algo peligroso al desconocerse su origen y vincularla con la brujería¹.

Durante la época renacentista como consecuencia de la apertura cultural, científica y gastronómica, se encuentran muchas más referencias sobre las trufas su consumo se extendió a lo largo de toda Europa, su gran demanda conllevó a que este producto fuera consumido por aquellas personas que tuvieran un nivel económico y de estatus alto. *En la época moderna, a finales del siglo XIX, Brillat-Savarin, en su libro “Filosofía del Gusto” las califica como “el diamante negro de la cocina” cuya expresión es muy utilizada para referirnos a este hongo*². En España, la trufa paso desapercibida hasta que los catalanes comenzaron a introducirla en su cocina, los truferos franceses ya recolectaban este hongo de manera furtiva en nuestro territorio, cosa de la cual los españoles nos percatamos y se empezó a una recolección por parte de empresarios y agricultores españoles. Estadísticas que muestren la superficie de trufas cultivadas y cantidades producidas a nivel mundial es todavía escasa e imprecisa, por lo que existe una gran divergencia entre en los datos obtenidos. Según Morcillo (2013), en la actualidad su cultivo está extendido en distintos continentes y está en auge, aumentando el número de hectáreas, aunque su estimación es difícil. Los principales productores

¹ Inotruf. Historia de la trufa. <https://www.inotruf.com>

² Inotruf. Historia de la trufa. <https://www.inotruf.com/historia-trufa>

siguen siendo España e Italia, pero cabe señalar que España será uno de los principales productores durante los próximos años debido a la gran cantidad de plantaciones y, además, se estiman que a nivel mundial se obtendría 345 toneladas como consecuencia del incremento de estas plantaciones.

2.1.1. Tipos de trufas.

Las trufas se clasifican dentro del reino fungí, genero Tuber, y se encuentran documentadas más de 150 tipos diferentes de trufas. Sin embargo, en este estudio solo se va a hacer referencia a las más apreciadas gastronómicamente. Entre las más apreciadas encontramos la trufa blanca (Tuber magnatum), la trufa negra de invierno (Tuber melanosporum), la trufa de verano (Tuber aestivum), la trufa de otoño (Tuber brumale) y, finalmente, la trufa china (Tuber indicum). Cabe destacar que dentro de todas éstas, las más caras en términos económicos son la trufa blanca debido a su dificultad de recolección, ya que no se ha conseguido su cultivo y se desarrolla de manera silvestre, y la trufa negra debido a su potente aroma que es mucho mayor y más agradable al olfato que las del resto de especies. Cabe señalar también que las principales especies de trufa cultivadas en España son la trufa de verano, la trufa brumale y la trufa negra de invierno, pero la gran mayoría de producción es de la trufa melanosporum debido a su mayor rentabilidad.

En este TFG nos vamos a basar en la Trufa de invierno por su gran adaptación al terreno español y por su garantía de existo que en la actualidad presenta este cultivo en España y sobre todo en la provincia de Teruel.

2.1.2. Características y propiedades de la trufa negra.

La trufa negra es un hongo subterráneo que vive asociado a las raíces de algunos árboles principalmente encinas y robles, esta simbiosis entre el hongo y el árbol es mutuamente beneficiosa ya que el árbol obtiene nutrientes mientras que el hongo consigue desarrollarse gracias al árbol.

Las principales características que diferencian a la tuber melanosporum del resto de trufas, se encuentran en primer lugar en el precio, cantidad, calidad y condiciones para su desarrollo. Sobre todo, lo que la diferencia del resto es su aroma y su sabor. Externamente este hongo está recubierto por protuberancias rugosas de color negro y en su interior se puede apreciar su color negro con un entreverado blanco. Su tamaño y forma es variable y se pueden encontrar ejemplares muy uniformes y de gran tamaño así

como trufas pequeñas y de forma irregular (el tamaño medio se encuentra entorno a los 50 y 100 gramos). Finalmente, esta trufa madura durante los meses de invierno (entre noviembre y marzo en Europa).

2.2. El negocio de la trufa en España.

2.2.1. Inicios de la trufa España.

En España la cultura de la trufa no se ha dado a conocer hasta hace relativamente poco tiempo. La primera referencia que se tiene acerca de la truficultura se remonta a 1797 en el diccionario universal de la agricultura, pero es en 1900 cuando se produce la primera publicación española específica sobre la trufa: Trufas, Setas, espárragos y Fresas, editado en Barcelona (Bellpuig, 1900). Cabe destacar la existencia de documentos de finales del siglo XVIII, en los que se hacía las primeras referencia del comercio de trufas en Vic (Barcelona). A su vez, las primeras zonas de España donde hay constancia de gente buscando trufas silvestres, se sitúa en Centelles (Barcelona) y Graus (Huesca), donde ya se recolectaban trufas a principios del siglo XX, esto se debió a que la poblaciones locales se percataron de la entrada de truferos procedentes del territorio francés y fue entonces cuando a los españoles se les despertó el interés acerca de este producto y fue a partir de ese momento cuando comienza la actividad de recolección en la mayor parte del territorio español³. Durante las últimas décadas se ha experimentado un gran avance en el sector de la trufa en España, esto se debe a gente pionera que apostó por la implantación de este cultivo en el que vieron que podía tener un alto potencial económico, social y ecológico en aquellas zonas poco favorables a la implantación de cultivos tradicionales, y el cual la trufa se adaptaba de una manera excepcional a este tipo de condiciones tan desfavorables, por todo ello debemos tener en alta consideración a todas aquellas personas y entidades que han conseguido dar a conocer este cultivo y que gracias a ellos se ha logrado la supervivencia de pequeños municipios rurales que estaban condenados a desaparecer debido a la escasez de oportunidades laborales.

2.2.2. Condiciones para el desarrollo de la trufa España.

Las condiciones ecológicas en las que se desarrollan las trufas en España son terrenos calizos en los que predomine la presencia de carbonatos y un pH entorno al 7.5 y 8.5, el suelo debe ser filtrante, permeable y aireado. Estas características de suelo dan como consonancia un potencial agrícola muy limitado, son aquellos campos que no son

³ Inotruf. Historia de la trufa. <https://www.inotruf.com/historia-trufa>

capaces de producir más 2000 kg de cereal por hectárea. Además, el clima en el que se desarrolla este hongo debe ser un clima mediterráneo templado húmedo o frío subhúmedo, en los que deben predominar unos veranos calurosos y con tormentas estivales e inviernos fríos con heladas frecuentes, la pluviometría para su desarrollo debe estar entorno 425-900 mm, las lluvias deben ser abundantes durante los meses de junio hasta finales de agosto⁴. El tipo de terrenos en los que se desarrolla la trufa tampoco fructifican otros cultivos como el olivo y el almendro debido a las condiciones de altitud ya que la trufa se desarrolla en torno a 800 y 1200 metros y esto genera la pérdida de almendras y olivas como consecuencia de las heladas que se producen cuando dichos arboles empiezan a florecer.

Por todo lo mencionado anteriormente las comunidades autónomas que mejor adaptan a estas características son Castilla-León, Aragón, Catalunya, Castilla la Mancha y el interior de la Comunidad Valenciana.

2.2.3. Desarrollo de plantaciones truferas en España y producción estimada.

Las primeras plantaciones truferas que se llevaron a cabo en España fueron una en, 'El Toro' (Castellón) en el año 1964 y la plantación de 'Arotz' la cual es la más grande del mundo con unas 600 hectáreas de este cultivo realizada en Soria entre los años 70 y 80. Las plantaciones de carrascas truferas están aumentando considerablemente entorno a unas 40.000 y 50.0000 plantas anuales (García Rodríguez, 1994). En 1999 se estimaba que había unas 1300 hectáreas de este cultivo mientras que la superficie actual en España se estima en alrededor de 10.000 ha, que producen el 60% del total de la trufa, y cada año se establecen alrededor de 500 nuevas hectáreas de cultivo, por otra parte, la trufa silvestre ha ido en decremento en las últimas décadas, y actualmente representa el 40% del total de trufa comercializada (Reyna et al., 2004). La producción española de trufa supone del orden del 25% de la producción mundial, un negocio que el de la trufa mueve cerca de 7,5 millones de euros al año en España.

La obtención de esta planta se produce a través de los viveros de carácter privado, en la actualidad los viveristas están obligados a comprobar el resultado de sus plantas lo que certifica que dicha planta posee el hongo de la trufa negra en sus raíces, cosa que antiguamente no se realizaba, y dejaba a la buena fe de los compradores y vendedores la garantía de calidad de la planta. Esto, en ocasiones, ocasionaba problemáticas ya que

⁴ Micología forestal y aplicada. Cultivo de la trufa negra. <https://micofora.com/cultivo-de-tuber-melanosporum>

la planta vendida por el viverista no era buena y por tanto se generaban numerosas pérdidas económicas para el productor.

El incremento de plantaciones truferas durante los últimos años indica que la truficultura es una actividad sostenible ya que, siendo propia de terrenos calizos donde se infiltra el agua que llega a los acuíferos, y al no requerir para su producción de la utilización de abonos ni pesticidas, permite mantener la calidad del agua infiltrada y elimina los riesgos de erosión en terrenos abandonados al ponerlos en cultivo. Es bastante difícil establecer la cantidad exacta de trufa que se produce en España dada la falta de transparencia de los mercados y la poca aportación de información de los truferos acerca de la producción obtenida como consecuencia del miedo que genera que puedan robarle su cosecha. Sin embargo, la cantidad de producción estimada oscila entre los 7000 kg y los 126.000 Kg con media en 40.240 Kg/año (Reyna et al., 2004).

2.2.4. Expectativas de futuro del sector de la truficultura España.

En lo referido a la producción de manera silvestre se espera que la producción sea mínima durante los periodos venideros debido a la no limpieza de las masas forestales en las cuales se desarrolla el hongo y las condiciones climáticas que cada vez son más adversas para el desarrollo de este hongo con veranos menos lluviosos y muy cálidos lo que genera la poca fructificación del hongo. Además, el predominio de prácticas abusivas como la recolección sin perro y sin la herramienta reglamentaria que se produce en el entorno silvestre favorece la desaparición de la trufa silvestre.

En cuanto a la producción mediante las plantaciones truferas España, el potencial es muy elevado con la existencia de suelos calizos y áreas climáticamente adecuadas lo que genera que haya un amplio recorrido en cuanto a la implantación de este cultivo, en la actualidad se planta a un ritmo de 50.000 plantas anuales (García Rodríguez, 1994).

Uno de los principales riesgos que presenta la truficultura española es el impacto del cambio climático que, previsiblemente, va a generar una importante transformación de las condiciones climáticas en España. Estos impactos pueden restringir las posibles zonas de cultivo e incluso llegar a su desaparición en el largo plazo. Otro riesgo importante en cuanto la truficultura Española es la aparición de productos similares a la trufa negra como es el caso de la trufa china o la trufa brumal que afecta en gran medida a los viveristas ya que pueden inocular sus plantas con este hongo y generar una pérdida a los agricultores debido a que estas especies tienen mucha mayor facilidad de

propagación que la trufa negra. Todo esto repercutirá en el consumidor final, ya que adquirirá un producto que realmente no es trufa melanosporum.

Por todo lo citado anteriormente, España se encuentra en una posición muy competitiva con respecto al cultivo de la trufa negra, posicionándose en un nivel similar a países como Francia e Italia, con una cultura de la trufa mucho mayor que la española tanto a nivel de investigaciones acerca del cultivo como en producción.

2.3. Evolución del sector en la provincia de Teruel.

La mayor superficie dedicada al cultivo de trufas en España se encuentra en Aragón, se calcula que en la actualidad de la superficie dedicada al cultivo de la trufa negra en Aragón, un 85% está en Teruel, un 15% en Huesca y un 5% en la provincia de Zaragoza. Por lo tanto, la provincia de Teruel es la mayor productora de trufa a nivel nacional y también la que más superficie dedica a su cultivo, localizado sobre todo en la sierra de Gúdar-Javalambre, el Maestrazgo y las zonas montañosas del Bajo Aragón y del Matarraña (Albisu et al. 2016).

Actualmente Teruel no sabe con precisión las hectáreas plantadas, según las predicciones actualmente se considera que hay unas 10.000 ha plantadas y que más de la mitad de ellas se encuentran ubicadas en la comarca de Gúdar-Javalambre. El desarrollo de este cultivo depende en muchos casos de la rentabilidad cultivos alternativos, pero en el caso de Teruel debido a sus condiciones climáticas y de terreno no hay la existencia de otro cultivo más rentable que la trufa negra (Albisu et al., 2016).

En Teruel se ha llevado a cabo un proyecto de regadío social que es posiblemente el más ambiciosos de toda Europa, con un presupuesto de 16 millones de Euros, dicho proyecto abarcará 849 hectáreas comprendidas entre los municipios de Sarrion, Albentosa, Manzanera y la Puebla de Valverde, se esperaba que este proyecto estuviera operativo ya en 2019 pero actualmente aún se están llevando a cabo los procesos pertinentes para llevar el agua a las distintas fincas.

Teruel sigue mostrando un alto potencial de superficies aptas para el cultivo de la trufa del 1.480.900 hectáreas que presenta Teruel, 741.409 serían óptimas aun para la implantación de este cultivo por lo que este cultivo puede beneficiar aun a mucha población que quiera apostar por este cultivo (Albisu et al., 2016).

Un ejemplo a seguir es el caso de Sarrión, un pequeño pueblo de la provincia de Teruel situado en la comarca de Gúdar-Javalambre. En este municipio se ha apostado por este

cultivo y ha permitido impulsar esta zona, que estaba abocada a la despoblación debido a las pocas alternativas laborales que se presentan en estas zonas rurales. La densidad de población de esta comarca es una de las más bajas de EU con solo 3,4 habitantes por kilómetro cuadrado, sin embargo, gracias al cultivo de la trufa se están logrando fijar población tanto en este municipio como en muchos de los pueblos que se encuentran alrededor de Sarrión.

En el caso de Sarrión, la trufa ha permitido impulsar también al resto de negocios como son los turísticos. Los turistas se acercan a visitar una de las comarcas truferas que más producción genera a nivel mundial, y por ejemplo, en Sarrión se celebra anualmente la Feria Monográfica de la trufa (Fitruf) que reúne a más de 22.000 personas. Además, también se ha mejorado la comunicación y transmisión entre los productores de trufas surgiendo la asociación de recolectores y productores denominada 'Atruter' la cual está compuesta por más de 500 miembros, y en la cual se proporciona información que de manera individual sería mucho más difícil de obtener. La trufa de Teruel también ha beneficiado a empresas que se dedicaban a sectores totalmente distintos a la truficultura pero que han visto la oportunidad de negocio en este sector.

Sin embargo, uno de los principales problemas que presenta la trufa es su desconocimiento por parte del mercado Español y Turolense y la exportación masiva de este producto a otros países. Por lo tanto, un reto por abordar es lograr que las empresas de la zona procesen la trufa y consigan abrirse un mercado en nuestra zona. Un ejemplo a seguir es el caso de la empresa 'Manjares de la tierra' que ha apostado íntegramente por la trufa, esta empresa lleva a cabo todo el proceso que está relacionado con la trufa desde su recolección hasta su venta al consumidor final. También, para dar a conocer más el producto de nuestra tierra, se ha llevado a cabo la denominación de 'La Trufa Negra de Teruel', para así tener más fuerza a la hora de promocionar este producto que es la trufa.

3. Problemáticas del sector.

A pesar de que el sector de la trufa es bastante rentable, también surgen bastantes problemas como por ejemplo la volatilidad de los precios. Además, efectos como el cambio climático o posibles cambios en patrones de consumos y/o producción pueden generar otros nuevos. Estos son algunos de los problemas que hay en la actualidad:

3.1. Volatilidad de precios.

El sector de la trufa presenta una gran oscilación en cuanto a la estructura de precios que se atribuye a este hongo sobre todo en el caso de la trufa negra. La variación se debe muchas veces a factores climáticos ya que aunque el ser humano intenta imitar a la naturaleza para generar las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo no todo se puede controlar y esto afecta en gran medida a este cultivo. A pesar de que se produce con un sistema de riego por microaspersión, como si fuera la lluvia de una tormenta, no se puede reproducir el ambiente fresco que surge tras ella y además se genera muchas más circunstancias climáticas que puede alterar el ciclo de vida de la trufa. Esto condiciona el precio de la trufa y genera la fuerte volatilidad en los mismos. La evolución de este cultivo es muy variante porque es un cultivo que aunque siempre hagas lo mismo en su cuidado cada año sucede una cosa totalmente distinta, por ello, en muchas ocasiones algunas regiones productoras como Francia e Italia tienen una buena producción mientras que en España es muy pobre.

También cabe destacar que los precios oscilan en la misma campaña dependiendo del tipo de trufa que se comercializa, la trufa que más se demanda en el mercado es aquella que presenta un tamaño medio entre 40 y 80 gramos que posea una forma redondeada y que no presente picos ni malformaciones, esto puede generar que en un kilo de trufas el precio fluctúe de unos 150 a 200 euros, esto es un problema ya que a los productores les genera unos grandes costes económicos como consecuencia de que el mercado demanda este producto y el resto de producción ya no está tan solicitada y su precio es mucho inferior, antiguamente todo era trufa y su precio no variaba tanto en el mismo producto⁵. Un ejemplo de los precios puede observarse en la Tabla 1.

⁵ Micología forestal y aplicada. Precios y volúmenes de trufa en la campaña 2018-19 en España y Francia. <https://micofora.com/precios-y-volumenes-de-trufa-en-la-campana-2018-19-en-espana-y-francia>

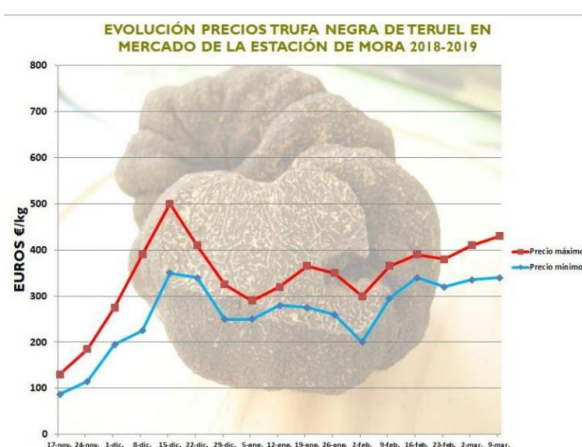
Tabla 1. Precios de la Trufa Negra según mercado y características

Mercado	Fecha	Producto	Min €/kg	Max €/kg	Cantidad (kg)
Estación de Mora	09-feb-19	Tuber melanosporum. Teruel(España)	295	365	
Vic	09-feb-19	Tuber melanosporum. España	180	280	
Carpentras	08-feb-19	Tuber melanosporum	450	600	160
	08-feb-19	Tuber melanosporum(Al detalle)	600	900	9,5
Jarnac	05-feb-19	Tuber melanosporum(Al detalle)	400	650	3,6
Lalbenque	05-feb-19	Tuber melanosporum	600	800	28
	05-feb-19	Tuber melanosporum(Al detalle)	900	1100	2
Montagnac	10-feb-19	Tuber melanosporum	420	450	17
Richerenches	09-feb-19	Tuber melanosporum	400	470	300
Sarlat	06-feb-19	Tuber melanosporum(Al detalle)	600	700	4
Ste.Alvère	04-feb-19	Tuber melanosporum(Al detalle)	600	1000	24
St.Jean-d'Angély	04-feb-19	Tuber melanosporum(Al detalle)	350	850	27
Uzès	08-feb-19	Tuber melanosporum	350	450	48

Fuente: micofora.com

En uno de los mercados que más cantidad de trufa se vende a nivel mundial es el mercado de la Estación de Mora de Rubielos (Teruel) en él se aprecia claramente esta oscilación de precios dependiendo de las condiciones de producción que se generan durante esa campaña que se repercute en su precio medio y también se observa la diferencia entre la calidad del producto. La oscilación de precios puede observarse en la Figura 1.

Figura 1. Evolución de precios de la Trufa Negra en la estación de Mora de Rubielos (Teruel)



Fuente: trufadeteruel.com

Otra característica del mercado español en cuanto al precio de la trufa, es que siempre presenta un precio menor que los mercados internacionales como los de Francia o Italia. Esto es debido a que la trufa española es comercializada bajo el nombre de trufa del perigord y esto es un problema para los productos españoles ya que no presentan una identidad de marca que les diferencie del resto, aunque el producto es de la misma calidad, el mercado francés se aprovecha de una diferenciación que ha conseguido a lo largo de su historia. Una de las alternativas sería conseguir dar a conocer el producto español a nivel nacional e internacional para conseguir solucionar esta problemática.

3.2. Producto perecedero.

Otro de los grandes problemas que presenta la trufa es que se trata de un producto perecedero y su almacenamiento prolongado en el tiempo no es posible, o bien es muy limitado. Esto genera que tanto para el productor como para el comprador almacenar este producto de manera fresca sea muy complejo y su única alternativa sea mediante productos en conserva, es decir, mediante un recipiente hermético con un papel absorbente o rellenar el recipiente con alguna variedad de vinagre, con este método la conservación de la trufa en fresco es algo mayor pero con el tiempo la trufa perderá su aroma y adquirirá el del vinagre. Finalmente, el mejor método para conservarla es congelándola, es importante asegurarse que la trufa no respire ya que si no perderá su aroma, ahora bien, este método de conservación no es muy adecuado ya que tras su descongelación hay muy poco tiempo para utilizarla, ya que tras descongelarse totalmente, el producto se vuelve flácido y además su color interior característico y el entreverado blanco desaparece y su interior se vuelve totalmente negro. Por todo ello, los productores pueden ejercer poca presión en el mercado ya que si tardan mucho en comercializar el producto pueden incurrir en grandes pérdidas, además, los métodos de conservación no son útiles para los productores ya que se incurren en grandes costes de almacenamiento y además no se garantiza que ese producto tenga la misma aceptación en el mercado que la trufa fresca.

Como consecuencia de lo anterior, una opción sería la formación de cooperativas que almacenaran el producto y lo conservaran durante un tiempo para ponerlo a la venta en aquellos periodos en los que su demanda fuera más elevada y así conseguir obtener una mayor rentabilidad por este producto.

3.3. Impactos climáticos en la producción trufera.

La producción de trufa negra presenta un alto riesgo a largo plazo debido a las variaciones climáticas que surgirán como consecuencia del cambio climático lo que tendrá un impacto sobre la interacción simbiótica entre el hongo-huésped que afectara en gran medida a la producción de trufa a nivel mundial.

Un estudio de García et al. (2020) reporta la evolución durante 49 años de la producción de trufa producida durante este periodo y los datos climáticos de España, Francia e Italia, establecen que la producción de trufa entre noviembre y marzo depende significativamente de las precipitaciones generadas entre los meses de junio y agosto, mientras que demasiada lluvia otoñal afecta negativamente a la siguiente cosecha de invierno. Además, este estudio no determina cuál es el momento y la dosis exacta de los sistemas de riego existentes, lo que no garantiza una producción exacta durante todos los años. El estudio determina que las precipitaciones de verano pueden determinar hasta el 36,76% de la posterior producción, esto puede ayudar a estabilizar la producción y los precios a escala internacional, contribuyendo así a la tenencia de cosechas y mercados sostenibles, pero no garantiza el 100% de la producción por lo que hay muchas otras circunstancias que pueden afectar a la producción, y que no pueden ser controladas por el truficultor.

En las zonas mediterráneas productoras de trufas se ven muy afectadas por la sequía durante los meses de julio a agosto, en el que sobre todo España es la más afectada en cuanto a la relación de altas temperaturas y déficit de agua a la resultante producción de trufas durante el invierno. Además el estudio establece que otoños muy lluviosos tienen una correlación negativa en la producción de trufa, también se establece que la maduración de los cuerpos fructíferos de la trufa se ve reforzada por estrés por sequía periódica, por lo que periodos de intensa calor y sequía produce que el cuerpo fructífero no se desarrolle lo suficiente y además su maduración se produzca mucho antes generando que la trufa no se encuentre en sus condiciones óptimas de maduración dando como resultado un producto que no sirve para ofrecer a los clientes dando como resultado unas pérdidas importantes a los productores (García et al., 2020).

La producción de trufa a nivel mundial se verá afectada en gran medida como consecuencia del cambio climático, pero la zona más afectada para los próximos años será la zona mediterránea y, como consecuencia, los principales países productores de trufa. En lo que se refiere a España los modelos de incremento de temperatura no son

muy alentadores, se pronostica que se produzcan durante el verano más olas de calor y mucho más intensas que las de la actualidad, los veranos serán más cálidos en el sur de España y en la zona mediterránea y se producirán periodos más intensos de sequías. En lo referido a las previsiones de lluvias para el año 2050 estima que las zona mediterránea experimentarían incrementos positivos de lluvias anuales, haciéndose los fenómenos de inundaciones asociados a gotas frías más frecuentes e intensos. En el resto del país la tendencia será a que se vayan reduciendo las lluvias cada vez más. (Gómez, 2020).

Como resultado de todos estos cambios que se van a producir en España en lo referido al clima, las previsiones a largo plazo para la producción de trufa negra no es muy esperanzadora. Las previsiones de un incremento en los periodos de intenso calor y sequía durante los meses de crecimiento de la trufa y de mayor frecuencia de episodios de gotas frías durante los meses de otoño generarán que las producciones de trufa cada vez sean menores y menos productivas. Se pronostica que la producción de trufa podría desaparecer casi por completo a finales de siglo.

El único beneficio que se genera del cambio climático es que conforme la producción se vaya debilitando, los precios de este hongo se incrementarían como consecuencia de su alta demanda en la actualidad y la baja producción que se espera para el futuro.

3.4. Otras dificultades de la producción trufera.

Los daños que se pueden generar en una plantación trufera pueden ser abióticos producidos por heladas, granizo o nieve y los bióticos donde se incluyen las plagas producidas por los seres vivos. Dentro del sector trufícola los agentes nocivos más comunes son *Leiodes cinnamomea*, y hongos competidores de otras variedades de tuber, además de roedores, topillos, conejos, jabalís, corzos, etc.

La plaga que más afecta al cuerpo fructífero es el *Leiodes* un escarabajo que pasa por distintas etapas durante el proceso de recolección de la trufa, en los meses de septiembre y octubre ya inicia su proceso de afectación a la trufa depositando los huevos en el hongo y su posterior eclosión tras 15 días que genera la aparición de larvas que son las que afectan al cuerpo del hongo, los daños que ocasiona pueden ser: daños directos debido a la disminución del peso del producto, la variación de los perfiles aromáticos y la devaluación de la categoría comercial, ya que se produce un rechazo por parte del consumidor al encontrarse con las larvas. Y los daños indirectos por la

sobre maduración del producto y la pudrición causada por microorganismos asociados al propio insecto.

Los jabalís son otro de los animales que afectan a la producción de la trufa negra, ya que si no se dispone de un vallado de la finca estos animales detectan el aroma de la trufa y se comen el preciado hongo, al disponer de un olfato tan elevado incluso mayor que el del perro son capaces de detectar incluso aquellas trufas que no se encuentran en su proceso óptimo de maduración por lo que son capaces de afectar a la producción de trufa negra generada durante todo un año. Esto por lo que hay que tenerlo muy en cuenta a la hora de iniciar una plantación trufera, ya que no solo se comen el hongo si no que durante los primeros años de la plantación son capaces de arrancar la planta con su hocico ya que el sustrato con el que se envuelven las raíces conserva más la humedad alrededor de la planta y como consecuencia el jabalí encuentra más alimento en ellas.

Los corzos también son otro de los animales que junto con los conejos más afectan al crecimiento de la planta, ya que cuando las plantas se encuentran brotando durante la primavera, estos animales se los comen y con la cornamenta rascan el contorno del árbol produciendo que la planta se seque por encima de donde han eliminado la corteza del árbol. Además, se retrasa el crecimiento del árbol varios años, por lo que también es fundamental proceder al vallado de la finca para evitar su posible entrada a la plantación trufera. En lo referido a los conejos, estos animales afectan del mismo modo al crecimiento del árbol ya que les gusta afilarse los dientes comiendo la corteza del árbol y produciendo que la planta se seque en una altura mucho inferior que la que produce el corzo, por lo que en las zonas que hay una gran población de conejo es imprescindible vallar la finca con una tela metálica que no permita que se introduzca dentro de la plantación.

Una plaga muy importante que afecta también al crecimiento de la planta es el kermes icilis o cochinilla de la encina es un parásito de plantas, siendo sus huéspedes varias especies del género *Quercus*, principalmente de *Quercus ilex* ("encina"). Este parásito, que actúa durante los meses de primavera, se envuelve en un caparazón de color negro y queda agarrado a la cubierta vegetal del árbol alimentándose de la sabia del árbol produciendo la seca de las hojas del árbol de manera parcial e incluso si su propagación es muy extensa puede ser total. Esta plaga genera que el árbol no pueda producir el hongo ya que necesita regenerar toda la hoja que ha perdido.

En cuanto a los efectos más adversos que produce la climatología al árbol es la sequía y el pedrisco, ya que tras periodos de sequía el árbol puede llegar a secarse y perder todo el proceso de crecimiento durante las primeras fases de desarrollo y el granizo ya que produce heridas en la cubierta del árbol que genera que parásitos entren por la sabia del árbol produciendo enfermedades que afecten de manera posterior al árbol como es el caso del chancro enfermedad provocada por un hongo que penetra en la planta mediante una herida ocasionada en las ramas, tallos u hojas. El chancro son bultos que se generan y hacen que no pueda circular bien la savia de la planta, provocando por la parte superior de la herida, la muerte de la rama. Además del propio impacto del granizo que suele eliminar los brotes más recientes del árbol.

4. Viabilidad económica de una explotación trufera tipo.

A continuación, en este apartado se va a establecer las condiciones de una plantación trufera en la que se desarrollan las prácticas necesarias para que adquiera las condiciones óptimas para la producción de trufa negra. El objetivo es establecer la rentabilidad económica de una plantación estándar. La plantación tipo tendrá una superficie de una hectárea ya que esta superficie es la que más se adapta para determinar los distintos procedimientos que hay que llevar a cabo para que una plantación trufera produzca trufas y se pueda extrapolar posteriormente a otras plantaciones con superficies diferentes. Las medidas que hay que llevar a cabo para la creación de una finca trufera son las siguientes, estas condiciones son las mínimas que hay que realizar para que una la finca alcance una máxima producción en el menor tiempo posible y que se mantenga la producción en el tiempo, ya que medidas abusivas llevadas a cabo en una plantación pueden producir que dicha plantación retrase su producción y además deje de producir mucho antes de lo normal.

4.1. Pasos para alcanzar una plantación trufera tipo.

A continuación, en la Tabla 2 se muestra un resumen de las distintas actividades que sería necesario realizar en una plantación tipo de trufa negra. Esta tabla muestra un esquema del período en el cuál se deben realizar las distintas actividades y los pasos necesarios.

Tabla 2. Etapas de la plantación trufera y características

AÑO	ETAPAS	CARACTERISTICAS
AÑO 1	1. Análisis de la tierra.	Determinar si el terreno dispone de los parámetros óptimos para la implantación del cultivo (acidez, textura, hongos).
	2. Climatología y situación geográfica.	Establecer la plantación trufera en un entorno con las condiciones de altitud y temperatura idóneas para el desarrollo del hongo.
	3. Perforación de un pozo subterráneo.	7000 m ² de agua por hectárea. 2 o 4 riegos entre mayo y agosto.
	4. Plantación.	250 plantas por hectárea Marco de plantación 6x6m de distancia entre las plantas.
	5. Vallado.	Cerrar perimetralmente la finca para evitar la entrada de animales salvajes.
AÑOS 2-6	6. Mantenimiento.	Poda, arado de la finca, control de plagas, etc.
AÑO 6	7. Realización de nidos de sustrato.	Realización de agujeros alrededor del árbol con sustrato y espora de trufa.
AÑOS 6-8	8. Primera recolección.	Primeras trufas recolectadas. Necesidad de un perro adiestrado.
AÑOS 8-30	9. Recolección y mantenimiento finca.	Producción de 20 a 60 kg hectárea con un descenso de la producción a partir de los 20 años.

Fuente: Elaboración propia

El primer paso consiste en el análisis del suelo para poder determinar si la plantación va a ser viable desde el punto de vista del desarrollo de la trufa en unas condiciones adecuadas para su crecimiento. Se deben realizar una extracción de unos 30 cm de profundidad mediante 2 o 3 catas en diferentes puntos de la finca y se lleva a un laboratorio para que analice las muestras y determine si el campo cumple con las propiedades óptimas para la implantación del cultivo. Además, esta muestra servirá para determinar si en la finca se encuentran hongos incompatibles con el desarrollo de la trufa. Nuestras plantas están micorrizadas con el hongo de la trufa negra y la existencia de otros hongos en el terreno ocasionan que nuestra planta no consiga desarrollar el hongo de la trufa y se micorrice con el hongo competidor que pueda existir, ya que los viveristas solo te aseguran que exista un 60% de las raíces de la planta con el hongo de la trufa negra mientras que el otro 40% puede adquirir el hongo competidor que existe en la finca y lograr que este se apodere totalmente y la plantación no logre producir

nunca trufa negra, si no el hongo competidor arruinando nuestra plantación y los años dedicados a su cuidado.

Los parámetros del suelo adecuados para llevar cabo la plantación trufera se encuentran recogidos en la Tabla 3. Todos aquellos terrenos que no se encuentren dentro de estos valores no lograrán producir trufa negra y si consigue producir nunca se conseguirá alcanzar una producción normal.

Tabla 3. Parámetros del suelo para la producción de la trufa negra

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	LÍMITES PLANTACIÓN
Ph (1:2,5 en agua)	Potenciometría	U	7,5 – 8,5
Conductividad (1:5 en agua)	Conductimetria	mmhos/cm	0 – 0,35
Nitrógeno total	Kjeldhal	%	0, - 0,5
Fósforo asimilable	Olsen	mg/kg	5 - 150
Potasio asimilable	Esp. a.a. (Llama)	mg/kg	50 - 500
Materia orgánica oxidable	Calcinación (550°C).	%	1 - 6
Textura	Densímetro Bouyoucos		Franca, franca arenosa, franco limosa, franco arcilloso
Caliza activa	Calcímetro de Belnard	%	0,1 - 30
Carbonatos	Calcímetro de Belnard	%	1 - 5
Calcio asimilable	Esp. a.a. (Llama)	%	0,4 – 1,6
Relación C/N	Cálculo		8 - 15

Fuente: analizacalidad.wordpress.com

El segundo punto consiste en analizar la climatología y situación geográfica. La trufa necesita suficiente humedad en primavera, para el desarrollo del micelio, y en verano para que engorde el hongo. La pluviometría óptima para el desarrollo del hongo se encuentra entre 425-900 mm. Además, el hongo se desarrolla a una altitud de unos 700 a 1200 metros, alturas superiores e inferiores no son adecuadas para el desarrollo de la trufa negra.

El tercer punto es instalar el sistema de riego para ello es necesario la perforación de un pozo subterráneo y su posterior extracción del agua para proceder al riego de la plantación. Durante los meses de verano es cuando se necesita apoyar a la plantación trufera con algún riego si no se produjeran las tormentas de verano, ya que durante este periodo es cuando la trufa comienza a desarrollarse bajo tierra y sin este riego la trufa no desarrollaría y por tanto moriría. El riego se debe realizar mediante aspersión ya que simula la lluvia, debido a que el riego por goteo embalsa el terreno y esto no es bueno

para la trufa. Este paso es muy importante ya que si se decide realizar una plantación trufera y en no se dispone de agua es muy difícil que la plantación produzca trufas debido a que en la actualidad cada vez las lluvias son más escasas durante los meses de crecimiento del hongo y esto genera que la plantación pierda la micorriza y no llegue a producir.

La cuarta etapa es la plantación, las matas más empleadas son la encina, el roble, la jara y el avellano, aunque estas dos últimas especies no son muy aconsejables porque empiezan un poco antes a producir pero mueren también mucho antes y además son más proclives a tener dificultades para asociar el hongo de la trufa negra a sus raíces. Una vez se dispone del terreno y de las plantas se procede a la plantación, primero se debe marcar la superficie es decir llevar a cabo el marco de plantación que el truficultor prefiera, hay diferentes marcos de plantación pero el óptimo es el de 6m x 6m es decir a una separación de 6 metros tanto de ancho como de largo. Previamente establecido el marco de plantación con estacas de madera, se realiza un hoyo en el sitio estipulado y se planta la encina para que se desarrolle. Es conveniente proveer de agua la planta una semana después si no llueve de forma natural, con el fin de lograr que esta se desarrolle.

La quinta etapa consiste en vallar todo el perímetro de la finca para evitar la entrada de animales salvajes. Es recomendable que las piquetas se encuentren a una distancia de 4 metros de distancia entre ellas para conseguir que la valla metálica quede tensada para que los jabalís no puedan entrar por debajo de la tela, para asegurarse los truficultores de la zona de la comarca de Gúdar-Javalambre rodean la tela metálica con mallazo de la obra a una altura de medio metro y de esta forma resulta imposible que el jabalí entre a la finca, es recomendable que la tela metálica sea de metro y medio de altura ya que si es de menor altura los corzos entran con facilidad a la plantación trufera.

Finalizados estos pasos, ya tenemos una plantación trufera. En los siguientes años se va a hacer el mantenimiento, la poda anual y el labrado de la plantación para eliminar las malas hierbas. Es muy importante durante los primeros años trabajar y mantener bien cuidada la finca porque si se plantan y no se les lleva ningún cuidado la planta no se desarrolla y tardara mucho más tiempo en producir e incluso la plantación puede perder la micorriza durante este periodo y nunca llegar a generar trufas.

Una vez la plantación alcanza una edad de 6 años se procede a la realización una serie de hoyos de unos 20 cm de diámetro y de unos 15 o 20 cm de profundidad alrededor del quemado de la carrasca donde se introducen esporas de trufa y un sustrato específico

para plantaciones truferas, tras introducir el sustrato se tapa con la tierra que se ha extraído, estos pozos se realizan porque facilitan que la planta micorrizada produzca más trufa transcurridos dos años de su realización. Es recomendable cuando se procede a la realización de estos pozos que se incorpore esporas de trufa porque si solo se procede a realizar el hoyo y a echar el sustrato es mucho más difícil que en ese nido produzca trufa, porque el objetivo del pozo es que al realizarlo se rompen pequeñas raíces de la planta y tras pasar dos años tras su realización esas pequeñas raíces se regeneran y se encuentran con la espora de la trufa y se genera que ese nido sea más proclive a producir trufas que uno que no tenga ningún tipo de espora, es muy importante tener mucha precaución a la hora de adquirir la espora que se va a suministrar al pozo porque si no es de trufa *melanosporum* y es de otro tipo se puede generar que la plantación adquiera esa espora en sus raíces y que la plantación produzca de esa trufa. Además la realización de nidos consigue que las plantaciones tengan un menor riesgo de desarrollar plagas del escarabajo de la trufa o *leiodes*.

A partir del 6 año la plantación puede llegar a producir alguna trufa pero es más para ilusionar al truficultor que para generar ganancias, es desde este momento cuando el truficultor necesita perros adiestrados. Un perro trufero se le empieza a iniciar a la trufa a partir del 3 meses de vida, aunque tarda en torno a un año en convertirse en experto. Se puede utilizar cualquier raza de perro que quiera aprender aunque es preferible perros grandes y fuertes capaces de aguantar horas de rastreo en campo abierto, aunque un perro adiestrado suele recolectar durante dos o tres horas a partir de ese tiempo el perro empieza a ser menos efectivo debido al cansancio por lo que es recomendable tener más de uno. Para la extracción es necesario un machete trufero ya que otro tipo de herramienta no es adecuada para su extracción, una vez extraída la trufa hay que tapar el hoyo con la misma tierra y extraer toda la producción ya que si se deja sin recolectar el *leiodes* deja más cantidad de larvas y cada año la plantación tendrá más de este escarabajo que se alimenta del preciado hongo. Por todo ello el perro trufero es una de las herramientas más importantes de un truficultor ya que sin él toda la producción quedaría bajo tierra y generaría una gran cantidad de pérdidas. La producción media comienza a los 10 o 15 años y la cantidad anual por hectárea oscila entre los 20-60 kg dependiendo de la tierra y de los tratos llevados a cabo en ella.

4.2. Resultados económicos de la actividad.

Una vez definido como ha de ser la plantación trufera tipo es necesario llevar a cabo un estudio económico de todos los costes requeridos para poner en marcha dicha plantación así como los beneficios que se van a generar. El coste lo vamos a dividir en tres etapas la primera que será la de valoración del terreno, la segunda fase de instalación de la plantación y finalmente la del mantenimiento y costes de recolección. Todos estos costes se calculan conforme a una hectárea y los precios que se expondrán serán bases imponibles, y por lo tanto no tienen aplicados el IVA, ni cualquier otro impuesto.

4.2.1. Valoración terreno e instalación de la plantación.

En la Tabla 4 se muestra una estimación de los costes incurridos para la adecuación de la parcela donde se realizará la actividad. La valoración del terreno engloba el análisis de la tierra (pedregosidad, acidez, composición, tipos de hongos, etc.) así como el precio de un experto para detectar si en la parcela existe agua subterránea para la posterior instalación del riego. Estos costes corresponden a la etapa 1 de creación de la plantación (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estimación de costes

COSTES				Contratado por el propietario		Realizado por agricultor	
Nº	Concepto	Ud	Medición	Precio unit	Presupuesto	Precio unit	Presupuesto
1.	Estudio terreno	ud	1	80	80	80	80
2.	Zahorí	ud	1	600	600	600	600
3.	Preparación terreno	ha	1	800	800	0	0
4.	Planta micorrizada	ud	250	7	1750	7	1750
5.	Protector carrasca	ud	250	0.5	125	0.5	125
6.	Instalación plantación	ha	1	400	400	0	0
7.	Vallado finca	m	450	10	4500	7	3150
8.	Pozo subterráneo	m	200	80	16000	80	16000
9.	Instalación riego	ha	1	14000	14000	14000	14000
				TOTAL	38.255	TOTAL	35.705

Fuente: Elaboración propia

En esta primera etapa gran parte de los costes se proceden de acondicionar el terreno, vallarlo, excavar un pozo, y de la instalación de un sistema de riego y plantado de las encinas. En cuanto a la preparación del terreno si el truficultor dispone de las herramientas agrícolas necesarias para trabajar la tierra no es necesario incurrir a costes de la preparación del terreno, en cuanto a la planta que se va a implantar el propio truficultor si tiene experiencia en el campo se puede realizar su propio plantero

micorrizado pero no es muy fiable ya que es un proceso que requiere de mucha experiencia y disponer de los medios adecuados para que la planta no coja enfermedades durante sus primeras etapas de desarrollo y además que sepan micorrizarla con el hongo de la trufa negra, por lo que no es muy recomendable que el propio agricultor no lo realice ya que es una inversión a muy largo plazo y si tras esperar un largo periodo la plantación no produce se incurrirían a pérdidas muy elevadas por lo que es recomendable adquirir una planta certificada y que haya pasado unos controles que establezcan que dicha planta posee en sus raíces el hongo de la tuber melanosporum.

En cuanto al vallado de la finca el agricultor puede adquirir los materiales necesarios y proceder a vallarse la finca o contratar a profesionales que se dedican a ello. Y finalmente la realización del pozo subterráneo y su instalación se ha valorado una profundidad de unos 200 metros aunque puede salir el agua a menos o a más profundidad se ha tenido en cuenta posición intermedia, incorporando en el presupuesto todo lo necesario el grupo electrógeno par asacar el agua, una caseta donde ubicar todos los controles para regular la presión del riego, las tuberías, los accesorios del riego, los aspersores, etc cabe destacar que el gasto del pozo subterráneo solo se debe realizar una vez es decir si el terreno tiene un superficie mayor de una hectárea el gasto no se incrementara solo será mayor en el caso de la instalación del riego.

4.2.2. Mantenimiento y costes de recolección.

En la Tabla 5 se muestra una estimación de los costes de mantenimiento de la explotación de trufa negra tipo.

Tabla 5. Estimación de costes de mantenimiento de una explotación tipo de trufa negra

COSTES			Contratado		Agricultor		
Nº	Concepto	Ud	Medición	Precio unit	Presupuesto	Precio unit	Presupuesto
1.	Laboreo	h	4	56	224	0	0
2.	Entrecavar	h	6	10	60	0	0
3.	Podas	h	8	10	80	0	0
4.	Riego microoarpersion	ha	1	1	800	1	800
5.	Pozos substrato	ha	1	1	2500	1	1800
6.	Recolección	ha	1	1	4000	0	0
				TOTAL	7664	TOTAL	2600

Fuente: Elaboración propia

En la tercera etapa, se lleva a cabo el mantenimiento y la recolección de la producción. El mantenimiento va a consistir en labrado de la finca mientras son pequeñas se suelen

labrar tres veces al año cuando alcanzan la edad de producir se suelen labrar una vez en primavera (marzo y abril) porque es cuando la trufa no se está desarrollando y de esta forma la tierra está más esponjosa y la trufas salen de un tamaño mayor, la escarda manual se realiza mientras son pequeñas en el momento la planta comienza a hacer quemado ya no es necesario ya que la planta elimina las malas hierbas del alrededor y las podas se realizan anualmente para guiar al árbol y para que la planta no haga mucha espesura de ramas ya que el trufero además de agua requiere que entre luz. Otro coste a tener en cuenta es el de los riegos en caso de recurrir a ellos por escasez de lluvias, si en la primavera y el verano son muy secas suelen hacerse tres riegos uno en junio, julio y agosto si la primavera ha sido extremadamente seca también es necesario realizar uno en mayo. En esta fase se comienzan a excavar los nidos con esporas para favorecer el crecimiento de la trufa, dependiendo de la edad se realizan una cantidad u otra conforme van creciendo y el quemado es mayor se va aumentando el número de agujeros. En cuanto a la recolección si el propio agricultor dispone de perros adiestrados puede extraer el mismo las trufas durante los meses de noviembre y marzo, si no dispone de ello es necesario contratar a alguien que realice esta labor.

4.2.3. Beneficios explotación trufera tipo.

Una vez definido los costes que tiene la implantación y el mantenimiento es necesario establecer los rendimientos económicos que se van a obtener de una plantación trufera tipo. Se va a realizar tres posibles escenarios dependiendo de la edad de la plantación ya que esta va aumentando conforme la plantación va cogiendo edad, ahora bien, estos escenarios están calculados conforme a las prácticas anteriores. La Tabla 6 muestra los beneficios estimados.

Tabla 6. Estimación de los beneficios anuales de una explotación de trufa negra tipo

		EDAD	6 a 8	9 a 12	13 a 25	26 a 35
		Kg/Temp	5	20	60	45
P r e c i o	100	500	2.000	6.000	4.500	
	200	1.000	4.000	12.000	9.000	
	300	1.500	6.000	18.000	13.500	
	400	2.000	8.000	24.000	18.000	
	500	2.500	10.000	30.000	22.500	
	600	3.000	12.000	36.000	27.000	
	700	3.500	14.000	42.000	31.500	
	800	4.000	16.000	48.000	36.000	
	900	4.500	18.000	54.000	40.500	
	1000	5.000	20.000	60.000	45.000	
	1100	5.500	22.000	66.000	49.500	
	1200	6.000	24.000	72.000	54.000	

Fuente: Elaboración propia

Estos rendimientos están elaborados conforme a una media ya que los precios de la trufa no tienen un precio fijo si no que cada semana el precio oscila dependiendo de la oferta y la demanda por lo que es muy difícil determinar cuál será el precio del producto en cada temporada. Ahora bien cabe destacar que el cultivo es bastante rentable ya que con una duración de entorno a 35 años y un precio medio de unos 400 euros de media se obtendría un beneficio bruto de 530.000 € a lo largo de 35 años del cultivo, ahora bien esta cifra está calculada estimando la producción que se espera de una plantación de 1 hectárea de superficie pero dicha producción puede en ocasiones variar ya que el cultivo de la trufa es bastante impreciso ya que haciendo siempre lo mismo nunca se obtiene el mismo resultado, los kilogramos obtenidos por temporada son una media ya que en alguna temporada se puede obtener mayor cantidad o menor dependiendo de las condiciones que se hayan generado durante ese año.

4.2.4. Beneficios explotación trufera no tipo.

En una explotación trufera de la misma superficie pero sin llevar a cabo muchas de las medidas estipuladas anteriormente como es el caso de no llevar a cabo el vallado de la finca, no realizar el pozo subterráneo para instalar el riego, establecer un marco de plantación distinto al de 6m x 6m , no realizar los nidos de sustrato adecuadamente, tendrá otros costes que serán mucho menores que los calculados anteriormente, eliminando dichas operaciones que no se realicen se puede obtener el coste exacto de la implantación de la plantación trufera. Ahora bien, cabe señalar que el rendimiento que

se obtenga dependerá de las condiciones climáticas y de las actuaciones de la fauna salvaje que se produzcan en dicha la plantación.

Los escenarios que se pueden producir pueden ser tres que las condiciones hayan sido excelentes en cuyo caso la producción que se obtenga será la misma que cualquier otra finca que posea regadío y además haya realizado muchas de las actuaciones anteriormente descritas, otro escenario posible es aquel en el que las condiciones climáticas hayan sido buenas pero las practicas realizadas no hayan sido las suficientes para una producción excelente mientras que el ultimo escenario es aquel en el cual las condiciones ambientales no han sido las adecuadas para el desarrollo del hongo y las medidas realizadas por el agricultor han sido insuficientes para mantener la finca en unas condiciones óptimas para la producción. Dependiendo de estos escenarios (ver Tabla 7) los beneficios que se pueden obtener durante la vida de una plantación trufera pueden ser muy dispares.

Tabla 7. Escenarios según productividad de la trufa negra.

	EDAD	6 a 8			9 a 12		
	Escenarios	Excelente	Favorable	Desfavora	Excelente	Favorable	Desfavora
	Kg/Temp	5	3	0	20	15	5
P r e c i o	100	500	300	-	2.000	1.500	500
	200	1.000	600	-	4.000	3.000	1.000
	300	1.500	900	-	6.000	4.500	1.500
	400	2.000	1.200	-	8.000	6.000	2.000
	500	2.500	1.500	-	10.000	7.500	2.500
	600	3.000	1.800	-	12.000	9.000	3.000
	700	3.500	2.100	-	14.000	10.500	3.500
	800	4.000	2.400	-	16.000	12.000	4.000
	900	4.500	2.700	-	18.000	13.500	4.500
	1000	5.000	3.000	-	20.000	15.000	5.000
	1100	5.500	3.300	-	22.000	16.500	5.500
	1200	6.000	3.600	-	24.000	18.000	6.000

EDAD		13 a 25			26 a 35		
		Escenarios	Excelente	Favorable	Desfavora	Excelente	Favorable
Kg/Temp		60	45	15	45	30	10
P r e c i o	100	6.000	4.500	1.500	4.500	3.000	1.000
	200	12.000	9.000	3.000	9.000	6.000	2.000
	300	18.000	13.500	4.500	13.500	9.000	3.000
	400	24.000	18.000	6.000	18.000	12.000	4.000
	500	30.000	22.500	7.500	22.500	15.000	5.000
	600	36.000	27.000	9.000	27.000	18.000	6.000
	700	42.000	31.500	10.500	31.500	21.000	7.000
	800	48.000	36.000	12.000	36.000	24.000	8.000
	900	54.000	40.500	13.500	40.500	27.000	9.000
	1000	60.000	45.000	15.000	45.000	30.000	10.000
	1100	66.000	49.500	16.500	49.500	33.000	11.000
1200	72.000	54.000	18.000	54.000	36.000	12.000	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se pueden obtener también son bastante alentadores, en el caso de que se presentara un escenario favorable durante los 35 años que una plantación es productiva y estimando un precio medio de unos 400 euros se obtendría un beneficio bruto de 381.600 € en el caso de que las condiciones que se presentaran fueran bastante buenas e incluso si las condiciones fueran excelentes se podría obtener un beneficio mayor pero esto es mucho más difícil debido a que se tienen coincidir muchos factores para que estas condiciones aparezcan durante los 35 años de vida productiva de una plantación trufera. Por todo ello hasta este momento este tipo de cultivo sigue siendo rentable para todos aquellos que estén dispuestos a realizar una inversión en este sector de la truficultura ahora bien si las condiciones adversas se prolongaran en el tiempo y los pronósticos que se esperan durante las próximas décadas no son muy alentadores este tipo de gestión extensiva comenzaría a no generar los beneficios esperados teniendo que recurrir a muchas de las medidas anteriormente descritas.

5. Conclusiones.

En este punto se van a analizar los resultados que se derivan del estudio de este trabajo así como una valoración personal de la implantación de este cultivo. El objetivo de este trabajo por un lado es demostrar que el sector primario presenta grandes oportunidades de negocio sobre todo en aquellas zonas más afectadas por la despoblación y dar a conocer el cultivo de la trufa que es un gran desconocido. Para ello se ha llevado a cabo una valoración de dicho sector centrándonos principalmente en la trufa negra (*Tuber melanosporum*), inicialmente se ha llevado a cabo una introducción al mundo de la

trufa, posteriormente se ha llevado a cabo una exploración del sector actual en España y sus expectativas de futuro así como el estudio de este cultivo en nuestro territorio que presenta una grandes expectativas de expansión debido a las condiciones idóneas que se presentan en nuestro territorio. También se ha mostrado los problemas que presenta este cultivo en la actualidad así como los nuevos retos que irán surgiendo y de los cuales debemos adaptarnos de la mejor manera posible para poder seguir logrando que este cultivo siga siendo una alternativa de negocio sostenible para las zonas despobladas. Y por último se ha elaborado un plan de viabilidad del negocio en el cual se establecen las medidas óptimas para implantación y mantenimiento de este cultivo así como los costes de dichas operaciones y los posibles escenarios económicos que pueden sucederse dependiendo de los escenarios que pueden producirse a lo largo de la vida productiva de este cultivo.

Como conclusión hemos podido extraer de este proyecto que el sector primario es un sector rentable, la mayor problemática de esto es que existe un gran desconocimiento de las oportunidades que se brindan y la mayor parte de la población suele relegar este sector a un segundo plano y centrarse en otros sectores. Se ha podido comprobar que la zona de Teruel presenta una gran ventaja competitiva con respecto a este cultivo ya que dispone de una gran extensión de terreno óptima para su implantación tanto por las condiciones del suelo como climáticas y que beneficiaría a aquellas zonas que por la escasez de oportunidades que aparecen en el territorio la población se ve abocada a dejar a un lado su lugar de origen para poder ganarse la vida en cualquier otro ámbito laboral. Un ejemplo en el que se ve que este tipo de negocio permite hacer frente a la despoblación es la Comarca de Gúdar-Javalambre, por lo que esta actividad es una gran oportunidad que presenta el sector primario y que hay que tener muy en cuenta.

En cuanto a mi perspectiva este cultivo muestra que zonas que no se les tenía en cuenta y que se les daba por pérdidas han conseguido reinventarse y conseguir que su tierra comience a valorarse, ya que nuestra tierra es nuestra tierra y tenemos que reivindicar a aquellas instituciones que nos han dejado de lado que seguimos aquí y que también podemos contribuir a la creación empleo y riqueza, por ende, a una mejora en la sociedad. Ahora bien hay que señalar que la trufa es un cultivo que requiere de una gran inversión inicial y que es a largo plazo lo que produce bastante reticencia a la hora de invertir pero los datos muestran que llevando a cabo unas buenas actuaciones en la plantación los beneficios que se pueden llegar a generar son muy alentadores. Es

importante insistir en que este cultivo no es lo planto hoy y dentro de 8 o 9 años comienza a producir, requiere de unos cuidados periódicos que suponen un coste elevado en tiempo y trabajo.

Con todo ello, el cultivo de la trufa negra (*Tuber melanosporum*) se muestra como una oportunidad de futuro para las zonas más deprimidas afectadas por la despoblación, por lo que hay que emprender por estas actividades que estimulan la economía de la zona y posicionar a estas zonas al frente de la innovación y el desarrollo. En ocasiones, las oportunidades se encuentran más cerca de lo que pensamos.

6. Bibliografía.

ALBISU, L.M., HERRANDO, E., MEZA, L. y BARRIUSO, J. (2016). *La trufa negra en España: organización de sus mercados*. CITA. Disponible en <https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3567/1/2016_316.pdf> [Consultado el 5 de julio de 2021].

ALTARES, G. (2015). *8.600 habitantes, 36.000 kilos de trufa*. El país. Disponible en: <https://elpais.com/politica/2015/02/27/actualidad/1425060271_757109.html> [Consultado el 8 de junio de 2021].

ARTETRUFAS. *Control de daños y plagas*. ArteTrufa. Disponible en: <<https://www.artetrufa.com/control-danos-plagas/>> [Consultado el 10 de agosto de 2021].

CARNES I AYATS, J. W. (2008). El cultivo de la trufa negra. Dossier técnico, Nº 26. Disponible en: <<https://ruralcat.gencat.cat/documents/20181/4632846/DT26.+El+cultiu+de+la+t%C3%B2fona+negra+%28ES%29/f0c303de-9964-4b73-a74a-cc26009964a4>> [Consultado el 8 de junio de 2021].

CASAS, C. (2018). *Diseño de una plantación trufera en Orihuela del Tremedal (Teruel)*. Universidad Politécnica de Valencia. Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del medio rural. Disponible en <<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/109234/CASAS%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20una%20plantaci%C3%B3n%20trufera%20en%20Orihuela%20del%20Tremedal%20%28Teruel%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consultado el 7 de agosto de 2021].

EXTRADIGITAL ARAGÓN. (2021). *La trufa negra de Teruel protagoniza una experiencia virtual para los cinco sentidos*. Extradigital. Disponible en: <<https://www.extradigital.es/la-trufa-negra-de-teruel-protagoniza-una-experiencia-virtual->> [Consultado el 15 de junio de 2021].

GARCIA, S., CAMARERO, J., SERGIO, M., SERRANO, V. y SERRANO, R. (2020). *Agricultural and Forest Meteorology. Variability and trends of black truffle production in Spain (1970-2017): Linkages to climate, host growth, and human factors*. ScienceDirect, Vol. 287. Disponible en <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168192320300538?via%3Dihub>> [Consultado el 17 de agosto de 2021].

GÓMEZ, M. (2021). *Cambio climático: así serán nuestros veranos en el año 2050*. El tiempo.es. Disponible en: <<https://noticias.eltiempo.es/asi-seran-nuestros-veranos-en-el-ano-2050/>> [Consultado el 1 de agosto de 2021].

INNOVAGRI. (2020). *Mejoras en el cultivo de la trufa negra en España*. Innovagri. Disponible en: <<https://www.innovagri.es/actualidad/mejoras-en-el-cultivo-de-la-trufa-negra-en-espana.html>> [Consultado el 8 de junio de 2021].

INOTRUF. *Historia de la trufa*. Inotruf. Disponible en: <<https://www.inotruf.com/historia-trufa/>> [Consultado el 7 de junio de 2021].

LÓPEZ, F. (2017). *Análisis de suelo para la plantación de encina micorrizada con tuber melanosporum. Cuidamos de los alimentos. Analiza calidad*. Disponible en: <<https://analizacalidad.wordpress.com/2017/08/02/analisis-de-suelo-para-la-plantacion-de-encina-micorrizada-con-tuber-melanosporum/>> [Consultado 12 de julio de 2021].

MICOFORA. (2019). *Precios y volúmenes de trufa en la campaña 2018-19 en España y Francia*. Micofora. Disponible en: <<https://micofora.com/precios-y-volumenes-de-trufa-en-la-campana-2018-19-en-espana-y-francia/>> [Consultado el 28 de julio de 2021].

MICOFORA. *Cultivo de trufa negra – Tuber melanosporum*. Micofora. Disponible en: <<https://micofora.com/cultivo-de-tuber-melanosporum/>> [Consultado el 8 de junio de 2021].

PROBODELT. *Escarabajo de la trufa (Leiodes cinnamomeus)*. Probodelt. Disponible en: <<https://probodelt.com/informes/informacion-de-plagas/escarabajo-de-la-trufa-leiodes-cinnamomeus/>> [Consultado el 17 de agosto de 2021].

REYNA, S. DE MIGUEL, A. HERNÁNDEZ, A. (2004). *Situación y perspectivas de la trufa en España*. Disponible en <<https://core.ac.uk/download/pdf/83571094.pdf>> [Consultado el 12 de junio de 2021].

RODRÍGUEZ, A. (2008). *Trufamania - trufas comestibles, Tuber melanosporum*. Trufamania. Disponible en: <<https://www.trufamania.com/las-trufas.htm>> [Consultado el 7 de junio de 2021].

VELASCO, A. (2018). *El sector de la trufa negra en Castilla y León. Una propuesta para emprender*. Universidad de Valladolid. Grado en Marketing e investigación de mercados.

Disponible en <<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/34401/TFG-E-632.pdf;jsessionid=5D9A8DFB5E941A37B2886ED7DA2908B5?sequence=1>> [Consultado el 9 de agosto de 2021].