

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA I DEL MEDI
NATURAL.**

MÁSTER EN ECONOMÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO AMBIENTE



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



**Departamento de
Economía y
Ciencias Sociales**

DOCUMENTO I. MEMORIA

**ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN DEL OLIVAR DE LA COMARCA DE
LOS SERRANOS (VALENCIA) FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER.

VALENCIA, JULIO DE 2020.

ALUMNO: SERGIO DOMÉNECH MARTÍNEZ

TUTOR: DR. VICENT ESTRUCH GUITART



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA Y CIENCIAS SOCIALES

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ECONOMÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO AMBIENTE

Datos del Trabajo Fin de Máster

Autor: Sergio Doménech Martínez

DNI: 48585051-N

Título: Estrategias de adaptación del olivar de la comarca de Los Serranos (Valencia) frente al cambio climático

Director: Vicent Estruch Guitart

Resumen

El cambio climático es uno de los mayores problemas ambientales al que se enfrenta la humanidad en la actualidad. El clima determina las condiciones de vida y un cambio en éste supondría grandes cambios en la seguridad alimentaria, la actividad económica, la seguridad de las poblaciones y en los ecosistemas.

La agricultura, y en especial la mediterránea, es uno de los sectores que más van a acusar los efectos del cambio de las condiciones ambientales. El cultivo del olivo es uno de los principales cultivos a nivel nacional, siendo España el primer productor mundial es por ello, que se debe prestar especial atención a un cultivo tan significativo como lo es el olivo, para tratar de minimizar los efectos negativos que el cambio climático pueda ocasionar sobre el propio cultivo.

En el siguiente trabajo se van a analizar las diferentes estrategias de adaptación frente al cambio climático, y la viabilidad para poderlas aplicar en la zona de estudio, la comarca valenciana de Los Serranos.

Palabras clave

Cambio climático, alternativas, gases de efecto invernadero, aceite de oliva, olivar, adaptación, Valencia, agricultura, medio ambiente



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA Y CIENCIAS SOCIALES

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ECONOMÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO AMBIENTE

Dades del Treball Final de Màster

Autor: Sergio Doménech Martínez

DNI: 48585051-N

Títol: Estratègies d'adaptació davant del canvi climàtic de l'olivar a la comarca dels Serrans (València).

Director: Vicent Estruch Guitart

Resum

El Canvi Climàtic és el major problema ambiental al qual s'enfronta la humanitat en l'actualitat, ja que afecta a tot el planeta. El clima determina les condicions de vida i un canvi en aquest suposaria grans canvis en la seguretat alimentària, l'activitat econòmica, la seguretat de les poblacions i en els ecosistemes.

L'agricultura, i especialment la mediterrània, és un dels sectors que més acusaran els efectes del canvi de les condicions ambientals. El cultiu de l'olivera, és un dels principals cultius a nivell nacional, sent Espanya el primer productor mundial, és per això, que s'ha de prestar especial atenció a un cultiu tan significatiu com és l'olivera, per a tractar de minimitzar els efectes negatius que el canvi climàtic puga ocasionar sobre el propi cultiu.

En el següent treball s'analitzaran les diferents estratègies d'adaptació davant del canvi climàtic, i la viabilitat per a poder-les aplicar en la zona d'estudi, la comarca valenciana dels Serrans.

Paraules clau

Canvi climàtic, alternatives, gasos d'efecte d'hivernacle, oli d'oliva, olivar, adaptació, València, agricultura, medi ambient



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA Y CIENCIAS SOCIALES

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ECONOMÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO AMBIENTE

Master's Final Work data

Author: Sergio Doménech Martínez

DNI: 48585051-N

Title: Adaptation strategies against climate change of olive cultivation in the Los Serranos region (Valencia).

Director: Vicent Estruch Guitart

Abstract

Climate Change is the biggest environmental problem humanity faces today, due to it affects the entire planet. The climate determines the conditions of life and a change in this would mean major changes in food security, economic activity, the safety of populations and ecosystems.

Agriculture, and especially the Mediterranean, is one of the sectors that are going to accuse more the effects of the change of the environmental conditions. The olive cultivation, is one of the main crops at national level, being Spain the first world producer. That is why, special attention should be paid to a cultivate as important as the olive, to try to minimize the negative effects that climate change can cause on the crop.

The following work will analyze the different adaptation strategies against climate change, and their viability to be able to apply them in the study area, the Valencian region of Los Serranos.

Keywords

Climate change, alternatives, greenhouse gases, olive oil, olive cultivation, adaptation, Valencia, agricultura, environment

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Metodología.....	3
2. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA AGRICULTURA.....	4
2.1. Causas que provocan el cambio climático.....	4
2.2. Efectos y evidencias del Cambio Climático.....	5
2.3. El efecto del Cambio Climático en la agricultura.....	6
3. EL CULTIVO DEL OLIVO EN ESPAÑA.....	8
3.1. Características botánicas y agronómicas del olivo.....	8
3.2. Importancia del cultivo en el mundo y en España.....	8
4. VULNERABILIDAD BIOLÓGICA DEL OLIVAR AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	10
5. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	13
6. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN DEL OLIVAR EN LA COMARCA DE LOS SERRANOS.....	17
6.1. Descripción de la comarca de Los Serranos.....	17
6.2. Descripción de la alternativa seleccionada.....	18
6.3. Características del cultivo en seto o superintensivo.....	20
7. ESTUDIO ECONÓMICO.....	23
7.1. Costes instauración del olivar.....	23
7.2. Costes de explotación.....	24
7.3. Ingresos del olivar.....	25
7.4. Flujos de caja.....	27
7.5. Análisis de la inversión.....	30
8. CONCLUSIONES.....	32
9. BIBLIOGRAFIA.....	33

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES:

Tabla 1. Distribución de la producción y superficie cultivada de olivar por comunidades autónomas. Fuente MAPA datos 2018.	9
Tabla 2. Variedades principales y características agronómicas. Elaboración propia a partir de Gómez-Escalonilla et al 2006, Rallo et al 2005 y Barranco et al 2008 y 2017.....	14
Tabla 3. Datos climáticos de Pedralba, periodo 2009-2019. Elaboración propia a partir de IVIA	20
Tabla 4. Costes (€/ha) implantación olivar superintensivo mediante riego de apoyo. Elaboración propia a partir de AEMO 2012 y Todolivo 2020.....	23
Tabla 5. Costes (€/ha) implantación olivar superintensivo en seco. Elaboración propia a partir de AEMO 2012 y Todolivo 2020.....	24
Tabla 6. Costes de producción del olivar superintensivo riego de apoyo. Elaboración propia a partir de AEMO (2012)	24
Tabla 7. Costes de producción del olivar superintensivo seco. Elaboración propia a partir de AEMO (2012).....	25
Tabla 8. Ingresos promedio producción olivar en seto riego de apoyo. Elaboración propia a partir de Barranco (2017), Almaceite (2019) y Todolivo (2020)	26
Tabla 9. Ingresos promedio producción olivar en seto en seco. Elaboración propia a partir de Barranco (2017), Almaceite (2019) y Todolivo (2020)	26
Tabla 10. Productividad (kg/ha) explotación olivar superintensivo con riego de apoyo. Elaboración propia a partir de Todolivo (2020).	27
Tabla 11. Productividad (kg/ha) explotación olivar superintensivo en seco. Elaboración propia a partir de Todolivo (2020).	27
Tabla 12. Flujos de caja de la explotación, para riego de apoyo. Elaboración propia.	28
Tabla 13. Flujos de caja de la explotación para seco. Elaboración propia	29
Tabla 14. Pay-Back de la inversión. Elaboración propia.....	30
Tabla 15. VAN y TIR de la inversión, para riego de apoyo. Elaboración propia	31
Ilustración 1. Esquema efecto invernadero. Obtenido de CK12.org.....	2
Ilustración 2. Distribución del posible o no posible desarrollo del cultivo del olivar en el año 2000. Fuente Tanasijevic et al 2014	15
Ilustración 3. Distribución del posible o no posible desarrollo del cultivo del olivar en el año 2050. Fuente Tanasijevic et al 2014	16
Ilustración 4. Ubicación de la Comarca de Los Serranos y municipios que la componen. Fuente: Valenciainterior (2020).....	17
Ilustración 5. Huella hídrica m ³ /tonelada de aceituna y año. Elaboración propia a partir de Camposeo (2020)	19
Ilustración 6. Transición de los cultivos en seto de marco ancho a cultivos en seto de marco estrecho. Obtenido de Roca (2020)	21
Ilustración 7. Olivar superintensivo adulto. Fuente Camposeo (2020).....	22

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.

El cambio climático, lejos de ser una fábula, es un problema real que ya se ha instaurado en el planeta y que parece haber alcanzado un punto de no retorno, de modo que es muy importante mantener el aumento máximo de 1.5 °C de la temperatura media del planeta fijado en el acuerdo de París. (García 2020)

El olivo, y más concretamente el aceite de oliva, es uno de los grandes productos representativos del país, de hecho España es el primer productor a nivel mundial de aceituna, es por ello que se trata de un cultivo estratégico y de gran importancia en el territorio nacional.

Tal como señala Barranco (2017), aunque el olivo es un cultivo de clima mediterráneo, se está difundiendo a nuevas áreas de cultivo no estrictamente mediterráneas donde se han señalado problemas de adaptación varietal relacionados con los procesos del ciclo reproductor y la fructificación. El calentamiento global y el previsible cambio climático pueden además modificar el comportamiento del olivo en sus regiones mediterráneas tradicionales

El incremento de temperaturas y la disminución de las precipitaciones serán los efectos más visibles del cambio climático y podrían tener un efecto negativo sobre el cultivo del olivo. Así, el efecto más visible será la reducción de las cosechas causada por la disminución de la transpiración del árbol asociada al descenso de las precipitaciones, por los daños generados por olas de calor durante la fase de floración, y por el fallo de floración por la falta de frío invernal (Lorite et al 2019)

Por ello se debe prestar especial atención a los efectos negativos que el cambio climático puede ocasionar sobre el cultivo, para estar prevenidos y anticiparnos a dichos efectos, de forma que se pueda garantizar la continuidad de un cultivo de tanta importancia para la agricultura del país.

1.2. Problema

El cambio climático es, probablemente, el mayor problema ambiental al que se enfrenta la humanidad en la actualidad, ya que afecta a todo el planeta (UNFCCC, 2011). El clima determina las condiciones de vida y un cambio supondría grandes cambios en la seguridad alimentaria, la actividad económica, la seguridad de las poblaciones y en los ecosistemas; además tiene carácter retroalimentario, los propios efectos del cambio climático contribuyen a la aceleración de este (Hidalgo. M, 2013).

El "Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático" (*Intergovernmental Panel on Climate Change* o IPCC por sus siglas en inglés) define el cambio climático como: el

cambio en el estado del clima que puede ser identificado (mediante datos estadísticos) por cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades, y que persiste en un periodo prolongado, décadas o más. Se refiere a cualquier cambio en el clima a lo largo del tiempo, sea resultado de una variabilidad natural o resultado de la actividad humana. (IPCC, 2013)

Por otro lado la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” (*United Nations Framework Convention on Climate Change* o UNFCCC por sus siglas en inglés) lo define como: cambios en el clima que son atribuidos directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición global de la atmosfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (UNFCCC, 1992; 2011).

El efecto invernadero se puede describir como la reemisión de la radiación terrestre emitida por parte de una capa de ciertos gases en la atmosfera, esta capacidad de devolver la radiación viene determinada por la concentración y el tipo de gases que se encuentren en la atmosfera, ya que no todos los GEI tienen la misma capacidad de reemitir radiación ni todos se encuentran en la misma concentración.

Gracias a este efecto se mantiene la temperatura media del planeta, el problema es que dicha temperatura media está aumentando debido al aumento de la concentración de GEI en la atmosfera, lo que provoca que la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre “rebote” varias veces en la atmosfera calentando en exceso la superficie terrestre. En la ilustración 1 se muestra el funcionamiento del efecto invernadero y el efecto que tiene el aumento de los GEI en la atmosfera.

Los principales gases responsables de este efecto, según el IPCC (1992) son los siguientes: vapor de agua (H_2O), ozono (O_3), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y los gases clorofluorocarbonos (CFCs).

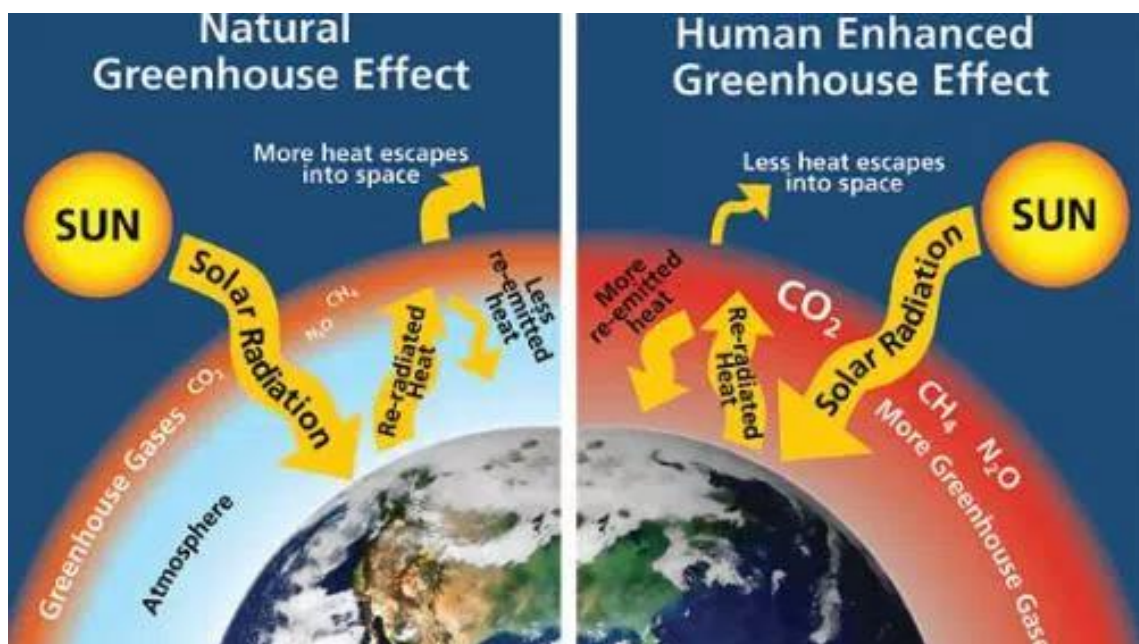


Ilustración 1. Esquema efecto invernadero. Obtenido de CK12.org

1.3. Objetivos

Los objetivos del presente Trabajo Final de Máster son:

- Identificar los impactos que puede ocasionar el cambio climático al cultivo del olivar
- Realizar una revisión bibliográfica de las alternativas de cultivo que permiten adaptarse a las nuevas condiciones ambientales
- Evaluar la capacidad de adaptación de las alternativas de adaptación encontradas a las condiciones sociales, medioambientales, económicas y agronómicas de la zona de estudio
- Proponer, sobre un cultivo ya establecido, una solución que permita tener un olivar adaptado a las futuras condiciones que el cambio climático acarreará
- Analizar la viabilidad económica de la solución presentada como medida adaptación al cambio climático en el olivar de la Comarca de los serranos.

1.4. Metodología

Para la elaboración del presente Trabajo Final de Máster, tras la introducción, se ha realizado una descripción del problema del Cambio Climático, se ha explicado en que consiste, porque está sucediendo, que posibles efectos tendrá en un futuro y en qué datos se basan las predicciones y, por último, la afección que tendrá de manera directa sobre el sector de la agricultura

Posteriormente se ha realizado una explicación de las principales características agronómicas y botánicas del olivo como cultivo y de la importancia que este tiene en España, siendo uno de los principales cultivos tanto en extensión (hectáreas plantadas) como en producción (toneladas producidas).

El siguiente paso ha sido, averiguar, mediante revisión bibliográfica de qué forma afecta los diferentes efectos del cambio climático al cultivo del olivo, es decir, como afecta cada efecto o la suma de los efectos del cambio climático directamente al olivo.

Seguidamente, se ha realizado una revisión bibliográfica para determinar cuáles son las medidas de adaptación al cambio climático que existen en el cultivo del olivar a nivel global.

Posteriormente, para las condiciones climáticas y ambientales de la comarca de Los Serranos, se ha propuesto la transformación de un olivar convencional ya establecido por uno superintensivo, como medida que aúna las alternativas de adaptación al cambio climático para el cultivo del olivo

Seguidamente se ha realizado un estudio económico para calcular la viabilidad económica del proyecto de transformación propuesto.

Finalmente, se muestran las conclusiones del estudio realizado.

2. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA AGRICULTURA

2.1. Causas que provocan el cambio climático.

Las causas que provocan el cambio climático se pueden dividir en dos tipos:

- Naturales. Causas externas como un cambio en la energía solar que llega a la Tierra, por ejemplo la caída de un meteorito. Causas internas: erupciones volcánicas, cambios en la circulación de las corrientes e incluso actividades tectónicas.
- Antropogénicas: calentamiento global por emisión y aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

El primer paso para determinar el origen del cambio climático es comprender que factores están implicados en el clima global, una vez comprendidos los procesos formadores del clima se pueden determinar qué factores son los que están alterando el funcionamiento del sistema climático mundial.

Según el primer informe del IPCC, los factores que determinan el clima en la Tierra vienen marcados, en primera instancia, por la energía solar que recibe el planeta. De la radiación solar que recibe la Tierra, aproximadamente un tercio es reflejada, el resto es absorbida por los diferentes componentes (atmósfera, océanos, tierra y biosfera) del sistema climático. La energía absorbida de la radiación solar es equilibrada, a largo plazo, por la radiación saliente de la Tierra y la atmósfera, esta radiación terrestre toma la forma de energía infrarroja invisible de onda larga y su magnitud está determinada por la temperatura del sistema Tierra – atmósfera.

Existen diversos factores naturales que pueden interferir en el balance entre la energía absorbida y la emitida en forma de radiación infrarroja por la Tierra. El más obvio de ellos es un cambio en la energía emitida por el Sol. Pero también afectan otros como pequeñas variaciones en la órbita terrestre, que afectan a la estacionalidad y la latitud y por tanto a la energía recibida.

Uno de los factores más importantes es el efecto invernadero, gracias al cual existe la vida en el planeta. El efecto invernadero consiste en lo siguiente: La radiación solar de onda corta es capaz de atravesar la atmósfera, pero la radiación terrestre de onda larga emitida por la superficie terrestre es parcialmente absorbida y reemitida por una serie de gases en la atmósfera, los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

2.2. Efectos y evidencias del Cambio Climático.

El Cambio Climático ha llegado para instaurarse, y parece que es muy difícil revertirlo, aunque sí es posible frenarlo. Es por ello que el IPCC en su quinto informe fija como objetivo un aumento de la temperatura media de 1,5 °C como cifra máxima de aumento. Aunque dicha cifra era un máximo que no se querría llegar a alcanzar, según anteriores informes y estudios, parece que ante el escenario climático actual, un aumento mayor provocaría que consecuencias fueran mucho peor de lo estudiado.

Para fijar dicha cifra se basan en una serie de evidencias, dichas evidencias son el resultado de las mediciones de numerosos parámetros climáticos. Algunas de esas evidencias, según la Web de la NASA para el cambio climático, son las siguientes:

- Aumento de la temperatura media del planeta. La temperatura media de la superficie del planeta ha aumentado aproximadamente 0,9 °C desde finales del siglo XIX. La mayor parte del calentamiento se produjo en los últimos 35 años, con los cinco años más cálidos registrados desde 2010. (NASA 2019)
- Subida del nivel del mar. El nivel global del mar aumentó aproximadamente 20 centímetros en el siglo pasado. Sin embargo, la tasa en las últimas dos décadas es casi el doble que la del siglo pasado y se acelera ligeramente cada año. (IPCC, 2014).
- Aumento de los fenómenos extremos. El número de eventos récord de alta temperatura ha aumentado, mientras que el número de eventos récord de baja temperatura ha disminuido, desde 1950. También han aumentado los fenómenos de lluvia intensa (NASA 2019).

A partir de las evidencias observadas, se han realizado proyecciones futuras del clima en el planeta, y de las consecuencias que va a tener el Cambio Climático sobre el mismo. Dichas consecuencias serán las siguientes:

- Aumento de la temperatura media del planeta. Es probable que, para fines del siglo XXI, la temperatura global en superficie sea superior en 1,5 °C a la del período entre 1850 y 1900. (IPCC, 2014).
- Cambios en el ciclo del agua. Los cambios que se producirán en el ciclo global del agua, en respuesta al calentamiento durante el siglo XXI, no serán uniformes. Se acentuará el contraste en las precipitaciones entre las regiones húmedas y secas y entre las estaciones húmedas y secas, si bien podrá haber excepciones regionales. (IPCC, 2014).
- Aumento del nivel del mar. El nivel medio global del mar seguirá aumentando durante el siglo XXI, es muy probable que el ritmo de elevación del nivel del mar sea mayor que el observado durante el período 1971-2010, debido al mayor calentamiento de los océanos y a la mayor pérdida de masa de los glaciares y los mantos de hielo. (IPCC, 2014).

- Alteraciones en el ciclo del carbono y otros ciclos biogeoquímicos. El cambio climático afectará a los procesos del ciclo del carbono de un modo que agudizará el aumento de CO₂ en la atmósfera. Las nuevas incorporaciones de carbono en los océanos provocarán una mayor acidificación de estos. (NASA 2019).
- Aumento de los fenómenos extremos. El número de eventos récord de alta temperatura ha aumentado, mientras que el número de eventos récord de baja temperatura ha disminuido, desde 1950. También han aumentado los fenómenos de lluvia intensa (NASA 2019).

2.3. El efecto del Cambio Climático en la agricultura.

La agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático (Nelson et al 2009), de hecho, En muchos lugares del mundo, el cambio climático es la amenaza más grave a la que se enfrenta la agricultura (AEEA, 2017).

Según Nelson et al (2009) El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados, a la vez que provoca la proliferación de malas hierbas y plagas. Los cambios en los regímenes de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo puedan beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura, amenazando la seguridad alimentaria mundial.

Los impactos del cambio climático en la agricultura y el bienestar humano incluyen: 1) los efectos biológicos en el rendimiento de los cultivos; 2) las consecuencias del impacto sobre los resultados, incluyendo precios, producción y consumo; y 3) los impactos sobre el consumo per cápita de calorías y la malnutrición infantil. (Nelson et al 2009). Otro aspecto a considerar de cara al futuro, es la afección a la seguridad alimentaria mundial, según Nelson et al (2010) es importante reducir el impacto sobre la agricultura, ya que una futura reducción de los rendimientos agrícolas sumada al aumento demográfico futuro, pone en serio compromiso la seguridad alimentaria, en especial la de las personas más pobres.

Los efectos biofísicos del cambio climático sobre la agricultura inducen cambios en la producción y precios, que se manifiestan en el sistema económico a medida que los agricultores y otros participantes del mercado realizan ajustes de forma autónoma, modificando sus combinaciones de cultivos, uso de insumos, nivel de producción, demanda de alimentos, consumo de alimentos y comercio. (Nelson et al 2009).

Los efectos negativos del cambio climático sobre la agricultura vienen a agravar los propios efectos de la actividad agraria moderna, y de otras actividades humanas, sobre los recursos naturales de los que depende. (AEEA, 2017).

Así, el cambio climático dificulta la lucha contra la desertificación, que exige el empleo de más agua dulce. El impacto podría ser un colapso ecológico a una escala mayor que cualquiera de las crisis del pasado, en particular por la desertización/desertificación y la escasez de agua dulce. (AEEA, 2017)

Son amenazas especialmente preocupantes la contaminación de los ríos y las aguas subterráneas, la eutrofización, el aumento de la demanda y de la escasez del agua, la erosión del suelo, su salinización, la pérdida de fertilidad y la artificialización. (AEEA, 2017).

Sin cambio climático, los precios mundiales de los cultivos agrícolas más importantes (arroz, trigo, maíz y soja) aumentarán entre el 2000 y 2050, impulsados por el crecimiento demográfico y de los ingresos, y por la demanda de biocombustibles. Aun sin cambio climático, el precio del arroz aumentará en torno al 62 %; 63 % el del maíz; 72 % el de la soja y 39 % el del trigo. El cambio climático da como resultado aumentos adicionales de los precios que varían de 32 a 37 % para el arroz, 52 a 55 % para el maíz, 94 a 111 % para el trigo, y 11 a 14 % para la soja. (Nelson et al 2010).

España es uno de los países más vulnerables al cambio climático, tanto por su situación geográfica como por sus características socioeconómicas. Pertenece a la región mediterránea, la más sensible de Europa a sus efectos, que amenazan con convertir una parte sustancial de la península ibérica en un desierto (AEEA, 2017)

El calentamiento no hace más que agravar la fragilidad natural de numerosas zonas, en particular del sur, centro y levante español, donde 34 provincias sufren ya problemas de desertificación en un grado alto o muy alto Según José Luis Rubio (Premio Rey Jaime I de Medio Ambiente), “España es el país con mayor riesgo de pérdida de suelo de toda Europa, y la desertificación es el más grave de los problemas ambientales que afectan a nuestro país”. (AEEA, 2017).

3. EL CULTIVO DEL OLIVO EN ESPAÑA.

3.1. Características botánicas y agronómicas del olivo.

Es un cultivo característico de regiones climáticas del tipo mediterráneo, caracterizadas por un verano seco y caluroso, en regiones comprendidas entre las latitudes 30° y 45° de ambos hemisferios, aunque en el hemisferio sur su hábitat se encuentra en latitudes más tropicales, aunque con un clima modificado por la altitud (Barranco et al 2017).

El olivo es un cultivo adaptado al clima mediterráneo, y como tal cultivo, está adaptado a la sequía y al calor, no obstante el riego es una gran herramienta para conseguir mayores producciones. Se considera que los límites geográficos para el cultivo son pluviometrías anuales inferiores a 200 mm y temperatura media de las mínimas de -7°C, ya que si presenta cierta sensibilidad al frío. (Barranco et al 2017).

Dentro del ciclo de cultivo existen dos periodos que resultan claves en el estudio de los efectos que el cambio climático pueda ocasionar sobre el cultivo. El primero de ellos es la floración que tiene lugar entre finales del mes de abril, para las variedades más tempranas hasta mediados de mayo para las más tardías. El segundo de ellos es la maduración de los frutos, proceso que transcurre desde el cuajado de los frutos hasta su recolección (Barranco et al 2017)

Barranco et al (2017) distingue los siguientes tipos de olivar:

- a) Olivar tipo 1: de bajos rendimientos (rendimiento igual o inferior a 775 kg aceituna/ hectárea), cultivado en zonas con malas condiciones edafoclimáticas o altas pendientes.
- b) Olivar tipo 2: de alta pendiente (igual o superior al 20 %). No es posible realizar mecánicamente la recolección debido a la pendiente.
- c) Olivar tipo 3: extensivo, con densidad igual o inferior a 150 árboles/hectárea y con pendiente por debajo del 20 %.
- d) Olivar tipo 4: extensivo, de densidad media (150 – 180 árboles/hectárea) con pendiente inferior al 20 %.
- e) Olivar tipo 5: intensivo, con densidad de plantación comprendida entre 180 y 325 árboles/hectárea y ubicado en zonas llanas.
- f) Olivar tipo 6: olivar de alta densidad, densidades de plantación mayores de 325 árboles/hectárea y situado en zonas llanas.

3.2. Importancia del cultivo en el mundo y en España.

A nivel europeo España es el principal país productor con más de 9.8 millones de toneladas de aceituna, lo que representa el cerca del 72 % de la producción, por detrás se encuentran países como Italia (13,7 %), Grecia (7,9 %) y Portugal (5,4 %). A nivel mundial es también el país con mayor producción de aceituna (45,5 %) seguido de: Italia (8,7 %), Marruecos (7,2 %), Turquía (7 %) y Grecia (5 %). (FAOSTAT).

Dentro del territorio nacional se cultivan más de 2,5 millones de hectáreas, siendo el segundo cultivo en importancia en superficie, solo superado por el cultivo de cereales, 6 millones de hectáreas, y seguido por el cultivo de especies forrajeras y de árboles frutales, 1.16 y 0.99 millones de hectáreas respectivamente. (MAPA).

Las más de 2.5 millones de hectáreas cultivadas producen en España 9.82 millones de toneladas, de las cuales el 94 % se destinan a la producción de aceite y el 6 % restante a aceitunas de mesa. Dicho volumen de producción ocupa el cuarto puesto en importancia a nivel de producción siendo superado por el cultivo de forrajes (22.4 millones de toneladas), cereales (16.6 millones de toneladas) y el cultivo de hortalizas (15.5 millones de toneladas). (MAPA).

La distribución del cultivo dentro del país es claramente desigual (ver tabla 2), donde Andalucía acapara casi toda la producción, ya que es con gran diferencia la comunidad autónoma que mayor producción y superficie tiene (8 millones de toneladas y 1.6 millones de hectáreas cultivadas), las siguientes comunidades por importancia en el cultivo son Castilla la Mancha (0.88 millones de toneladas y cerca de 400.000 hectáreas) y Extremadura (0.56 millones de toneladas y cerca de 260.000 hectáreas). (MAPA).

Tabla 1. Distribución de la producción y superficie cultivada de olivar por comunidades autónomas. Fuente MAPA datos 2018.

Comunidad Autónoma	Producción (Tn)	Superficie (Ha)
Andalucía	7.996.209	1.596.717
Castilla La Mancha	872.975	372.744
Extremadura	568.383	257.553
Cataluña	118.025	113.069
Com. Valenciana	94.116	91.843
Murcia	68.478	45.760
Aragón	60.277	20.428
Total España	9.819.569	2.554.829

4. VULNERABILIDAD BIOLÓGICA DEL OLIVAR AL CAMBIO CLIMÁTICO.

Cabe destacar la importancia de ciertos factores ambientales, relacionados con las condiciones meteorológicas, que tienen una mayor incidencia en la producción olivarera. Dichos factores son los siguientes (Lorite et al 2019):

a. La fenología del cultivo.

Por fenología se entiende la relación existente entre los factores climáticos y los ciclos de los cultivos. En el cultivo del olivar, la floración y la maduración son las dos fases críticas en las cuales eventos extremos pueden afectar de manera decisiva sobre la producción. (Lorite et al 2019).

b. La transpiración del olivo y el estrés hídrico

El factor más determinante de la producción es la cantidad de agua transpirada por el árbol. Cuando el árbol no dispone de la cantidad de agua necesaria se produce un estrés hídrico que genera un cierre de los estomas del árbol, y por tanto una reducción de la transpiración. Esta menor transpiración generará una menor producción de aceituna y aceite. (Lorite et al 2019).

Otro factor importante es el nivel de estrés sufrido por el árbol en determinados periodos fenológicos, siendo los periodos críticos el final de verano y la floración. (Lorite et al 2019).

c. La temperatura y el estrés térmico

Eventos de temperatura elevada durante la floración tienen un impacto muy negativo sobre la producción. Igualmente, cuando los requerimientos de frío del olivo no son alcanzados, se generan floraciones escalonadas e incluso fallo total de la floración. (Lorite et al 2019).

d. La erosión

La pérdida de suelo ocasionada por la erosión asociada a eventos de lluvia hace perder capacidad de almacenamiento de agua y pérdida de nutrientes. (Lorite et al 2019).

e. Plagas y enfermedades.

Cambios en las condiciones climáticas pueden afectar de manera importante a la evolución de plagas y enfermedades, pudiendo suponer importantes efectos sobre la producción final de los sistemas olivareros. (Lorite et al 2019).

Los posibles efectos que sobre el olivar pueden tener las condiciones climáticas futuras, derivadas del cambio climático, se pueden resumir en las siguientes.

- **Adelanto de la fenología del cultivo.**(Tanasijevic et al 2014; Testi et al 2015; García et al 2015; Gabaldon et al 2017; Barranco et al 2017; Lorite et al 2019)

Las condiciones climáticas futuras provocaran un adelanto de la fenología del cultivo, adelantándose los periodos más críticos para un correcto desarrollo del cultivo, floración y cuajado de los frutos, pero también otras fases importantes como el envero y maduración de los frutos y la fecha de recolección.

- **Daños por estrés térmico en el desarrollo floral y cuajado de frutos.** (Testi et al 2015; Gabaldon et al 2017; Barranco et al 2017; Lorite et al 2019).

El aumento de temperaturas generará una mayor incidencia de años en los que se produzcan daños derivados de las altas temperaturas, a pesar del adelanto de la fenología del cultivo, en las fases más críticas del cultivo como son la floración y el cuajado de las aceitunas.

- **Daños por fallos de floración por falta de frío.** (Savé, R. 2016; Barranco et al 2017; Lorite et al 2019).

Otro de los factores determinantes que se verán afectados por las condiciones climáticas futuras es la acumulación de horas frío, que puede que no llegue a ser suficiente ya que la falta de frío puede generar floración escalonada o incluso puede no llegar a producirse.

- **Variaciones en la evapotranspiración del cultivo** (Tanasijevic et al 2014; Lorite et al 2019).

Aunque Lorite (2019) mantiene que la transpiración del cultivo se verá reducida debido al aumento de las temperaturas y a la mayor concentración de CO₂ en la atmosfera se espera una menor transpiración, debido a que las células de los estomas de las hojas se cierran en situaciones de altas temperaturas. Además, será más fácil conseguir una tasa óptima de intercambio de CO₂. Otro factor clave en la reducción de la transpiración es la reducción de las precipitaciones. Tanasijevic (2014) apunta que la evapotranspiración del cultivo aumentará debido al aumento de la temperatura, ya que no se tiene la certeza suficiente de que el aumento de la concentración de CO₂ atmosférico sea el suficiente para paliar el efecto de la temperatura.

- **Caída de la producción por estrés hídrico durante floración** (Barranco et al 2017; Lorite et al 2019).

La floración es uno de los periodos críticos del cultivo, durante la cual la falta de precipitaciones puede provocar un fallo en la floración que se traduce en una menor producción de aceituna.

- **Aumento de la erosión del suelo por las lluvias torrenciales (Lorite et al 2019).**

Debido al aumento de las precipitaciones torrenciales, el aumento de la erosión del suelo es potencialmente superior, sobre todo en suelos desnudos y en plantaciones en pendiente.

- **Efectos sobre la calidad del aceite. (Lorite et al 2019; Ozdemir, Y. 2016).**

Un aumento de la temperatura durante los meses de septiembre-diciembre produce una disminución del contenido en ácido oleico, además puede generar un aumento del ácido palmítico y/o de ácidos linoleicos. Si el calor durante dicho periodo, el de maduración del fruto, es muy elevado puede generar una disminución en el contenido de polifenoles del aceite.

Por el contrario, la disminución de agua disponible para el olivo puede tener un efecto beneficioso en la calidad del aceite, aumentando el nivel de fenoles, e incluso de ácido oleico del aceite, aunque también puede aumentar el contenido de ácido linoleico.

- **Aumento de las Necesidades hídricas del cultivo. (Tanasijevic et al 2014).**

El aumento de las temperaturas junto con la disminución de las precipitaciones, lo que supone un aumento de la aridez de la zona, hace que las necesidades netas de cultivo vayan a aumentar.

- **Cambio en los patrones de comportamiento de plagas y enfermedades (Ozdemir, Y. 2016).**

Por efecto del cambio climático es posible que la mosca del olivo *Bactrocera oleae*, principal plaga del cultivo, se vuelva más problemática debido a que las nuevas condiciones ambientales le brinden la posibilidad de realizar un ciclo de vida más largo lo que supondrá unas mayores afecciones al cultivo.

5. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

El olivo, debido a su origen, está perfectamente aclimatado a condiciones de escasez de lluvias y temperaturas elevadas. Por este motivo, el impacto del cambio climático no tiene por qué ser especialmente severo, siempre y cuando se implanten de forma correcta medidas de adaptación (Lorite et al 2019). Las principales medidas a adoptar son las siguientes:

- **Introducción del regadío (Lorite et al 2019; Barranco et al 2017; Ozdemir, Y. 2016.).**

Para las explotaciones en secano, que son las que más van a notar el impacto del cambio climático, aunque otro de los efectos es la falta de agua, por ello se deben plantear estrategias de riego deficitario o riego de apoyo.

- **Mejora de la gestión y eficiencia del riego (Lorite et al 2019; Savé, R. 2016).**

Para explotaciones que ya disponen de riego, se deben aplicar medidas para minimizar pérdidas y maximizar la eficiencia dichas medidas contemplan acciones como: Mejora de la eficiencia de los sistemas de conducción y aplicación en parcela, reduciendo al máximo las pérdidas de agua por roturas; Reducción de la dotación de riego empleando estrategias de riego deficitario controlado; Mejora en los calendarios de riego, aplicando la cantidad de riego apropiada en el momento adecuado para el cultivo.

- **Variedades de floración temprana y/o con alta estabilidad (Lorite et al 2019; Barranco et al 2017; Savé, R. 2016; Ozdemir, Y. 2016).**

Las variedades con floración temprana presentan ventajas desde el punto de vista de una menor ocurrencia de eventos de estrés hídrico y térmico durante floración, lo que supone una reducción de pérdidas de cosecha. Por otro lado, dado que las altas temperaturas durante la acumulación de aceite pueden disminuir la cantidad de ácido oleico en el fruto, es recomendable elegir variedades con alto contenido de dicho compuesto para mitigar este efecto. Igualmente, sería interesante seleccionar variedades con alta estabilidad en el aceite que contrarresten los efectos del calentamiento global. Ver tabla 2

- **Mejora en la gestión del suelo empleando cubiertas vegetales y mínimo laboreo (Lorite et al 2019; Barranco et al 2017; Savé, R. 2016).**

Las cubiertas vegetales son prácticas de manejo para limitar la erosión del suelo causada por episodios de lluvias torrenciales, además pueden servir de reservorio de fauna útil y ayudar en la lucha de plagas en la explotación, no obstante deben gestionarse de manera correcta para que no compitan por los recursos hídricos con el cultivo en épocas de mayores necesidades.

Tabla 2. Variedades principales y características agronómicas. Elaboración propia a partir de Gómez-Escalonilla et al 2006, Rallo et al 2005 y Barranco et al 2008 y 2017

Variedad	Aptitud	Floración	Factores abióticos	
			Resistente	Sensible
Arbequina	Aceite	Media	Frío y salinidad	
Blanqueta	Aceite	Tardía	Frío y sequía	
Cornicabra	Doble	Tardía	Sequía y frío	
Empeltre	Doble	Temprana	Terrenos de mala calidad y sequía	Heladas
Farga	Aceite	Temprana	Frío invernal	
Hojiblanca	Doble	Tardía	Suelos calizos, sequía y frío	
Lechín de Sevilla	Doble	Media	Suelos calizos, frío, salinidad y sequía	
Manzanilla	Mesa	Tardía		Asfixia radical y frío
Manzanilla Cacereña	Doble	Temprana	Suelos pobres y frío	
Morisca	Doble	Tardía	Sequía	Frío
Morrut	Aceite	Temprana		sequía, suelos pobres y frío
Picual	Doble	Tardía	Exceso de humedad del suelo	Frío y sequía
Picudo	Doble	Media	Suelos calizos, exceso de humedad del suelo y frío	
Sevillena	Doble	Media		sequía
Villalonga	Doble	Temprana	Exceso de humedad del suelo	Heladas y sequía

- **Evaluación de la ubicación y la variedad elegida en nuevas plantaciones (Lorite et al 2019; Barranco et al 2017; Tanasijevic et al 2014; Ozdemir, Y. 2016).**

Se debe evaluar y acompañar las variedades a plantar con las características climáticas de la zona. Siendo la falta de frío invernal, y los eventos de altas temperaturas durante la floración factores clave a tener en cuenta para la correcta ubicación y selección de un cultivar del olivo. Cabe destacar, que debido al alto grado de adaptación del olivo, el efecto del cambio climático no es la imposibilidad de cultivo en las zonas más al sur, desplazando la franja de cultivo óptima de cultivo hacia el norte. Sino que las zonas más al norte se vuelven aptas para el cultivo, manteniéndose como aptas también las del sur, aunque con mayores limitaciones, como puede observarse en las siguientes imágenes.

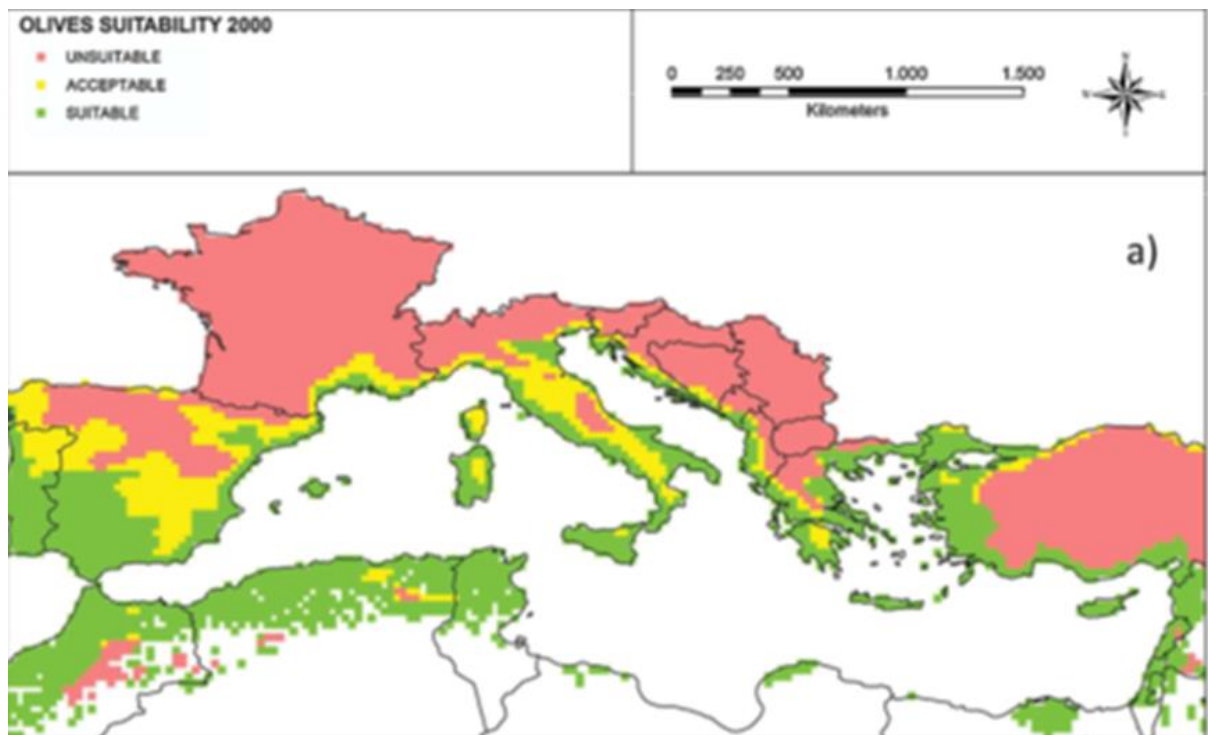


Ilustración 2. Distribución del posible o no posible desarrollo del cultivo del olivar en el año 2000. Fuente Tanasijevic et al 2014

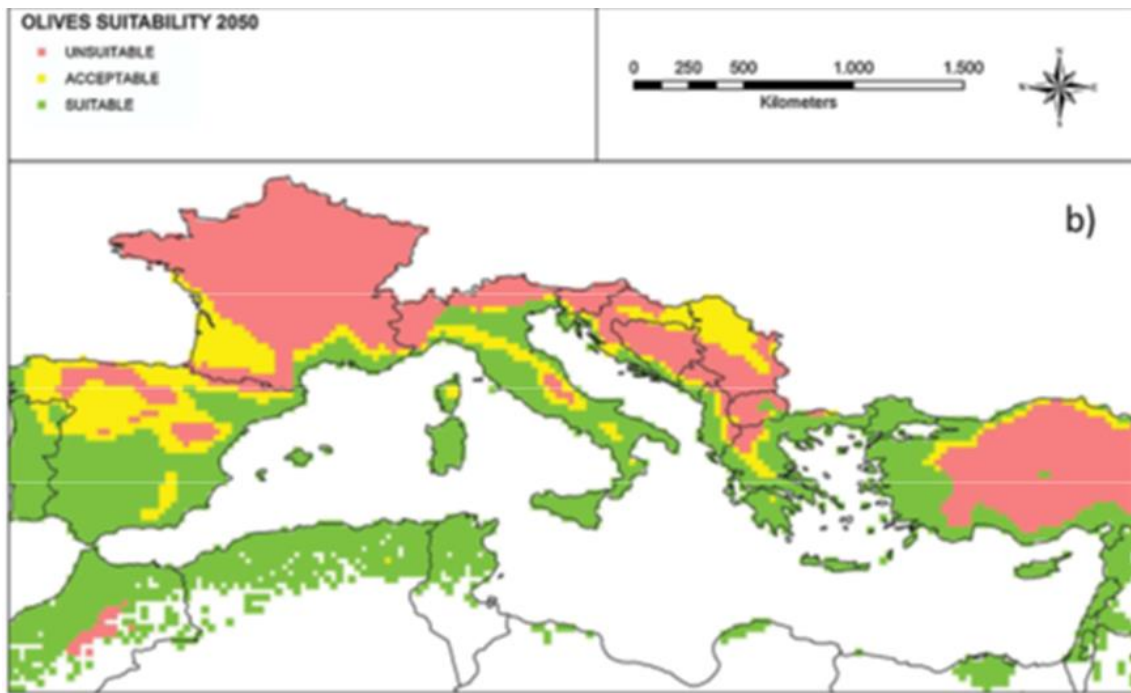


Ilustración 3. Distribución del posible o no posible desarrollo del cultivo del olivar en el año 2050. Fuente Tanasijevic et al 2014

6. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN DEL OLIVAR EN LA COMARCA DE LOS SERRANOS.

6.1. Descripción de la comarca de Los Serranos.

La comarca de los Serranos está situada en la parte noroccidental de la provincia de Valencia, limitando al norte con las provincias de Castellón y Teruel y al oeste con la de Cuenca. Comprende los municipios de Alcuéblas, Alpuente, Andilla, Aras, Benagéber, Bugarra, Calles, Chelva, Chulilla, Domeño, Gestalgar, Higuera, Loriguilla, Pedralba, Sot de Chera, Titaguas, Tuéjar, Villar del Arzobispo y La Yesa. (Puche, 2001).

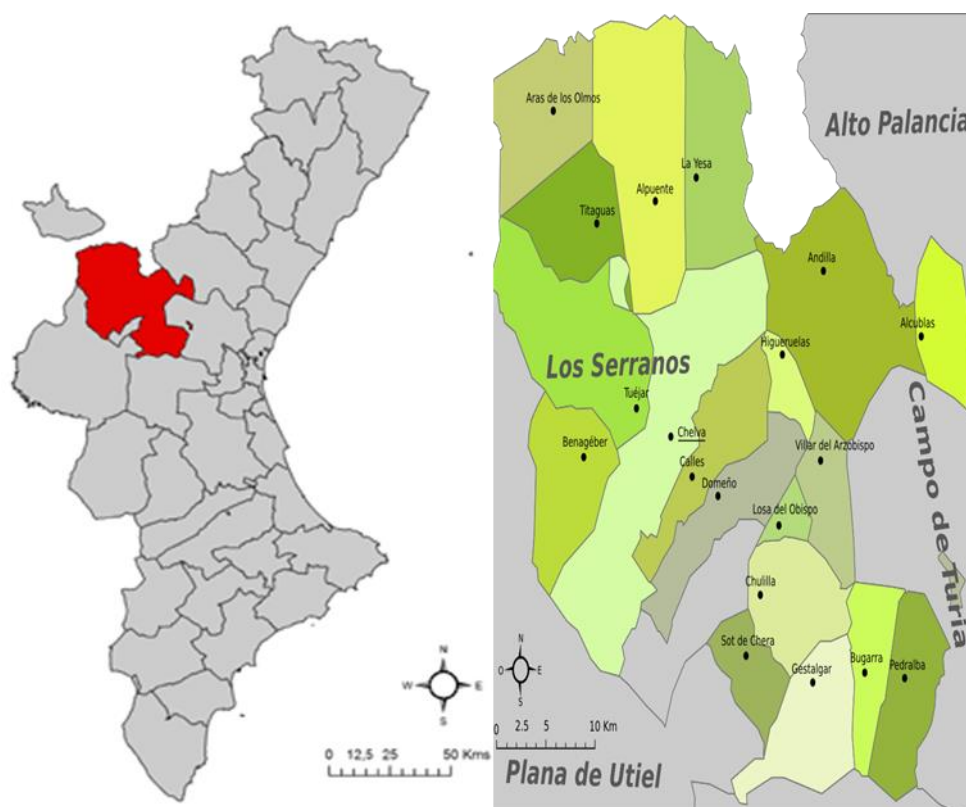


Ilustración 4. Ubicación de la Comarca de Los Serranos y municipios que la componen. Fuente: Valenciainterior (2020)

La orografía de la comarca es abrupta y compleja especialmente en la zona norte, presentando algunas de las montañas más altas de la provincia como el pico de Beteta (1.434 msnm) en el municipio de Andilla, además de grandes masas forestales, barrancos, ríos y fuentes. No obstante la zona ubicada al este de la comarca presenta grandes llanuras que permiten la presencia de grandes extensiones de cultivo (Valenciainterior 2020).

En cuanto a la agricultura predominan los cultivos de secano como el olivo, la vid, y el almendro, pero también es destacable en las zonas de regadío (las zonas más llanas) la presencia de cultivos como el albaricoque, melocotón y sobre todo el naranjo. (Valenciainterior 2020).

6.2. Descripción de la alternativa seleccionada.

Aunque son varias las estrategias para conseguir adaptar el cultivo a las futuras condiciones ambientales, las explotaciones olivareras ya establecidas tienen difícil aplicar medidas de adaptación, no obstante en las nuevas explotaciones, se deben considerar las estrategias anteriormente definidas para conseguir un cultivo adaptado a las nuevas condiciones ambientales. Según Lorite (2019) Los sistemas olivareros cuentan con un número relativamente pequeño de medidas de adaptación para reducir el impacto del cambio climático, que podría llegar a ser preocupante en algunos sistemas en secano. Sin embargo, en los sistemas de regadío, aún con disponibilidad de agua limitada, es posible identificar medidas de adaptación que reduzcan e incluso reviertan los impactos negativos del cambio climático en su totalidad.

Es por esto que como medida de adaptación al cambio climático en los Serranos se va a estudiar la transformación de un cultivo en el municipio de Pedralba, de baja densidad, en ausencia de riego, y de variedad tradicional, como es la Blanqueta, a un cultivo moderno, de alta densidad y con una variedad temprana de alto rendimiento, además de la incorporación de un sistema de riego de apoyo. Lo que va a permitir tener un cultivo adaptado y resiliente a las futuras condiciones climáticas, ya que un cultivo en seto es un cultivo sostenible ambiental y económicamente (Camposeo 2020). No obstante, ante la duda de si en un futuro se podrá garantizar el suministro de agua de riego, se valorará económicamente también el cultivo en ausencia de riego.

Según Camposeo (2020) el cultivo superintensivo no es solo la única forma de cultivar el olivo que permite producir AOVE reduciendo los costes de producción, sino que además lo hace con un impacto ambiental menor, ya que permite reducir la huella hídrica (ver ilustración 4) y de carbono del cultivo. López-Bellido (2017) apunta que el cultivo superintensivo es capaz de almacenar entre el 20 y el 50 % más de carbono que un cultivo tradicional.

Al introducir este nuevo cultivo superintensivo, conseguimos aplicar las cinco alternativas de adaptación al cambio climático explicadas en el apartado anterior, ya que dicho cultivo reúne las siguientes características con respecto a las mencionadas alternativas. Posteriormente se describirán el método y variedad de cultivo seleccionado y los motivos que han llevado a seleccionarlo.

- a) **Introducción del regadío.** El paso de una explotación en secano a una con riego, aunque de apoyo, permite la dotación de agua al cultivo del olivo.
- b) **Mejora de la gestión y eficiencia del riego.** Aunque se parte de una situación de secano, la introducción del riego de apoyo ligada a la menor huella hídrica de los cultivos en seto (Ilustración 4), permite que el cultivo tenga una elevada eficiencia en el uso del agua de riego
- c) **Variedades de floración temprana y/o con alta estabilidad.** Aunque no todas las variedades de olivo se adaptan al cultivo en seto, la variedad seleccionada, la arbequina, es una de las variedades más precoces dentro de las variedades aptas para el cultivo superintensivo.
- d) **Mejora en la gestión del suelo empleando cubiertas vegetales y mínimo laboreo.** Aunque esta alternativa puede ser aplicada por cualquier método de cultivo (tradicional, intensivo o superintensivo), el hecho de aumentar la densidad de plantación disminuye el riesgo de erosión del suelo, riesgo que puede disminuir aún más, si se emplean cubiertas vegetales o mínimo laboreo en un cultivo de alta densidad.
- e) **Evaluación de la ubicación y la variedad elegida en nuevas plantaciones.** Para la selección de la variedad a plantar se ha tenido en cuenta el clima, la orografía de la explotación, las características del tipo de cultivo a implantar y las alternativas de adaptación al cambio climático.

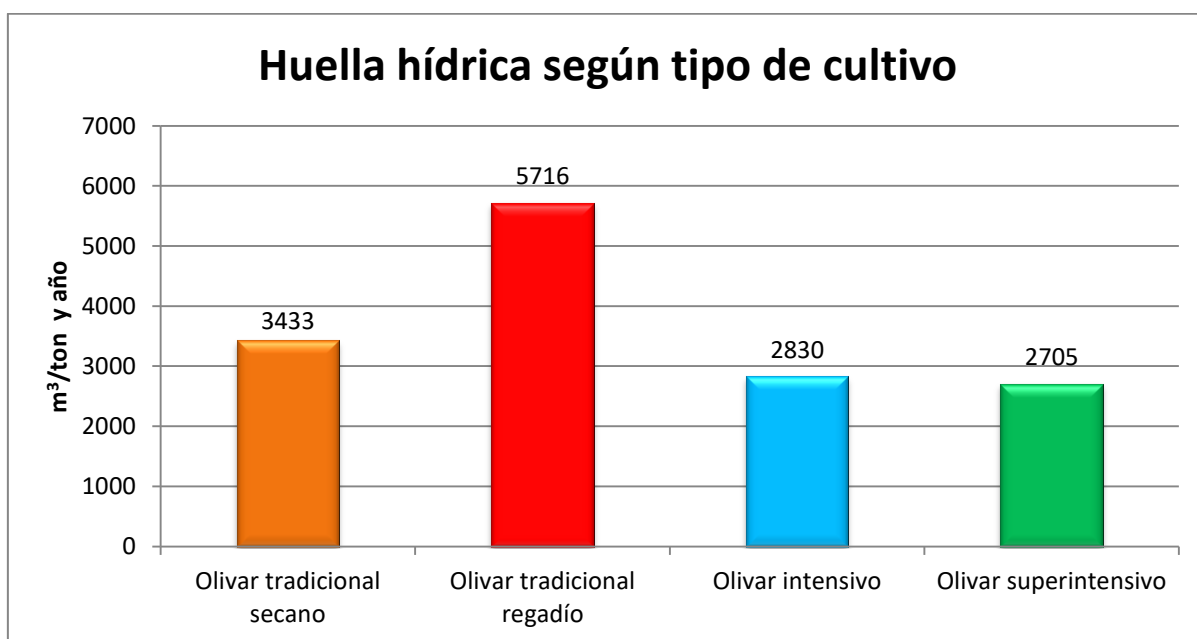


Ilustración 5. Huella hídrica m³/tonelada de aceituna y año. Elaboración propia a partir de Camposeo (2020)

Se va a optar por un cultivo superintensivo de marco estrecho (4 x 1.5) de la variedad Arbequina, debido a que es una variedad temprana y productiva, además se va a optar por el riego de apoyo debido a que la pluviometría media de la zona (417 mm) no es suficiente para optar por el cultivo en secano, otro motivo para optar por el riego de apoyo es la necesidad de dotar de agua al cultivo frente a las futuras situaciones climáticas, no se opta por el riego total debido a la incertidumbre de la disponibilidad de agua en condiciones futuras. Fruto de esa incertidumbre en la libre disposición del agua de riego, se valorará económicamente también la explotación en secano.

Tabla 3. Datos climáticos de Pedralba, periodo 2009-2019. Elaboración propia a partir de IVIA

Mes	Tª Media (°C)	Tª Máxima (°C)	Tª Mínima (°C)	Precipitación media (mm)
Enero	10,2	25,5	-4,0	30,9
Febrero	10,2	25,9	-2,1	21,1
Marzo	12,4	31,6	-1,1	61
Abril	14,9	35,2	3,8	47,9
Mayo	18,3	40,4	5,9	29,2
Junio	22,4	42,4	8,9	23,2
Julio	25,3	42,3	14,6	10,9
Agosto	25,1	41,4	13,6	21,3
Septiembre	21,9	40,6	9,5	53,8
Octubre	18,3	34,4	4,0	34,1
Noviembre	13,5	31,0	0,0	49,6
Diciembre	10,8	24,7	-1,9	34,3
TOTAL	16,9	42,4	-4,0	417,3

6.3. Características del cultivo en seto o superintensivo.

El cultivo en seto consiste en modificar el microclima y funcionamiento de la planta respecto al cultivo tradicional. Mediante la geometría, porosidad y orientación de los setos se modifican las condiciones microclimáticas (radiación, temperatura, viento y humedad) de las hojas, flores y frutos, así como las del suelo. Estas condiciones determinan la actividad fisiológica, en particular de la fotosíntesis, pero también de la transpiración, crecimiento vegetativo y desarrollo de flores y frutos. (Barranco et al 2017).

El proceso de cultivo en seto es un cultivo dinámico, en el que las investigaciones científicas provocan cambios en las formas de cultivar y en las variedades cultivadas. Inicialmente el olivar en seto se plantaba en marcos de 7 x 1.5, pasando en la actualidad a cultivarse en marcos de 3-4 x 1-1.5 (Roca 2020) lo que Barranco et al (2017) describen como cultivo en seto de marco ancho y cultivo en seto de marco estrecho. Pero no solo ha cambiado el marco de plantación, sino que también lo han hecho las variedades y las disposiciones de los setos.

En los marcos actuales de plantación (3-3.5 x 1-1.5) se ha reducido también el tamaño del tabique vegetal, ya que este permite una mayor extracción de agua y un más fácil manejo del cultivo Según roca (2020) este cambio en las dimensiones de los setos se justifica por lo siguiente: la reducción del ancho de calle permite disponer de un número mayor de filas o “tabiques vegetales” por hectárea y por tanto incrementar la superficie foliar expuesta fotosintéticamente activa. Para la obtención un “tabique vegetal” perfectamente iluminado y completamente activo tanto desde el punto de vista de producción de aceituna como de renovación de ramas, se están estrechando anualmente el seto de vegetación hasta una anchura no superior a los 60-80 centímetros ya que mantener setos excesivamente anchos provocan una deficiencia de luz en su interior, favoreciendo la creación de zonas no productivas. Es importante decir que estos tabiques vegetales de 60-80 centímetros de anchura, distanciados 3-4 metros entre ellos, se limitan a una altura de 2,5 metros. Esta altura, en relación a los 3.5-4 metros usados con anterioridad, facilita enormemente la aplicación de los tratamientos fitosanitarios y la recolección mecanizada.

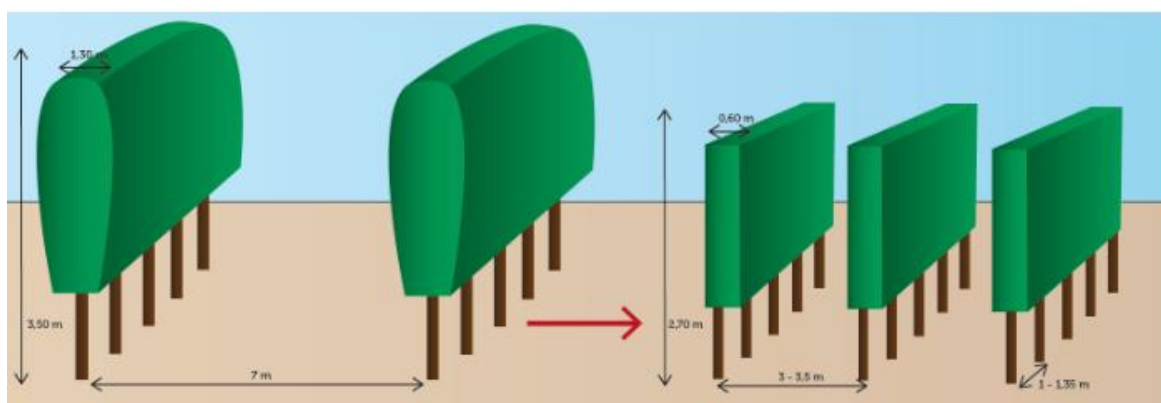


Ilustración 6. Transición de los cultivos en seto de marco ancho a cultivos en seto de marco estrecho. Obtenido de Roca (2020)

En cuanto a las variedades, en el olivar en seto se ha establecido principalmente la variedad Arbequina, y en menor medida Arbosana y Koroneiki, por sus elevadas producciones desde los primeros años y su reducido vigor. En los últimos años también se están plantando dos nuevas variedades seleccionadas a través de programas de mejora genética: Sikitita (Picual x Arbequina) y Oliana (Arbequina x Arbosana). En cuanto a maduración Sikitita es la más temprana seguida de Arbequina, Oliana, Koroneiki y Arbosana. En lo relativo a productividad la más productiva es Arbosana, seguida de Koroneiki y Arbequina. (Barranco et al 2017).

Una vez formados los tabiques, cabe destacar, que tanto las podas de invierno (lados del tabique), como las de verano (parte superior o *topping*), se realizan de manera exclusivamente mecánica (Roca 2020).



Ilustración 7. Olivar superintensivo adulto. Fuente Camposeo (2020)

El cultivo en seto puede darse en secano, en regadío y también mediante un riego de apoyo, la productividad del cultivo, en cualquier caso, es relativa a la dotación de agua, bien sea de lluvia o de riego. Para un cultivo en regadío se alcanzan productividades entre 10.000 y 12.000 kg/ha con dotaciones de riego comprendidas entre los 2.000-3.000 m³/ha. En el caso del riego de apoyo la dotación de riego se reduce a unos 700-1.000 m³/ha y la productividad desciende hasta los 7.000-8.000 kg/ha. Por último, en explotaciones en secano la productividad es de unos 6.000 kg/ha para pluviometrías comprendidas entre 350–400 mm, no siendo recomendable el cultivo en zonas con pluviometrías medias anuales inferiores a dicha cifra (Todolivo 2020).

7. ESTUDIO ECONÓMICO.

En el siguiente apartado se va a realizar un estudio de la viabilidad económica de la inversión, para ello se partirá de una inversión inicial constituida por el coste de la transformación agrícola (conversión de cultivo tradicional a cultivo superintensivo), a los que se incorporarán los gastos e ingresos derivados de la nueva explotación, con una esperanza de vida del cultivo de 21 años, ya que se parte de una base de datos donde las fincas con mayor número de datos es de 21 años (Todolivo 2020).

Se van a analizar dos tipos de cultivo, el cultivo superintensivo con riego de apoyo y el cultivo superintensivo en secano, el motivo de incluir el cultivo en secano es la incertidumbre, generada por las consecuencias del cambio climático, de si en un futuro se podrá garantizar el suministro de agua de riego para la explotación olivícola.

7.1. Costes instauración del olivar.

Para realizar la transformación del cultivo, es necesario arrancar el cultivo establecido, para posteriormente instaurar el nuevo cultivo en seto, cultivo que se dotará de riego de apoyo.

En la siguiente tabla se detalla el coste total y las diferentes tareas/labores necesarias para realizar la transformación del cultivo. Se parte de un cultivo tradicional, de la variedad Blanqueta, en ausencia de riego con marco de plantación 9 x 7 metros (158 olivos/ha) y el nuevo cultivo tendrá un marco de plantación de 4 x 1.5 metros (1.666 olivos/ha) de la variedad Arbequina.

Tabla 4. Costes (€/ha) implantación olivar superintensivo mediante riego de apoyo. Elaboración propia a partir de AEMO 2012 y Todolivo 2020.

COSTES IMPLANTACIÓN OLIVAR RIEGO APOYO (€/ha).	
Operaciones plantación	
Total plantación	16.933 €
Arrancar cultivo anterior	9.624 €
Poda de los olivos	144 €
Arrancar olivos, incluido raíces	9.480 €
Plantación nueva	7.309 €
Preparación del terreno	175 €
Plantación del olivar	3.984 €
Instalación del riego	2.300 €
Operaciones primer año	850 €

Tabla 5. Costes (€/ha) implantación olivar superintensivo en secano. Elaboración propia a partir de AEMO 2012 y Todolivo 2020.

COSTES IMPLANTACIÓN OLIVAR SECANO (€/ha)	
Operaciones plantación	
Total plantación	14.633 €
Arrancar cultivo anterior	9.624 €
Poda de los olivos	144 €
Arrancar olivos incluidos raíces	9.480 €
Plantación nueva	5.009 €
Preparación del terreno	175 €
Plantación del olivar	3.984 €
Operaciones primer año	850 €

7.2. Costes de explotación.

En el siguiente apartado se muestran los costes anuales de explotación de un cultivo de olivo en seto, son los gastos derivados de las diferentes labores agrícolas a realizar para el correcto desarrollo del cultivo. Además, se incorporan otros gastos como seguros e impuestos.

Tabla 6. Costes de producción del olivar superintensivo riego de apoyo. Elaboración propia a partir de AEMO (2012)

COSTES PRODUCCION OLIVAR RIEGO APOYO (€/ha)	
Labores de cultivo	2.423 €
Total Poda	461 €
Poda	390 €
Eliminación de restos de poda	71 €
Mantenimiento del suelo	237 €
Laboreo, cubierta vegetal, desbrozado y cultivador	237 €
Plagas y enfermedades	282 €
Tratamientos (3-5) + productos	282 €
Fertilización	123 €
Aplicaciones (3-5) + abono foliar + abono suelo	123 €
Riego	511 €
Inversión + canon + energía + personal	511 €
Recolección	810 €
Cosechadora, vibradoras, paraguas	810 €
Otros	461 €
Seguros	390 €
Impuestos	71 €
Total costes de cultivo	2.883 €

Tabla 7. Costes de producción del olivar superintensivo seco. Elaboración propia a partir de AEMO (2012)

COSTES PRODUCCION OLIVAR SECANO (€/ha)	
Labores de cultivo	1.912 €
Total Poda	461 €
Poda	390 €
Eliminación de restos de poda	71 €
Mantenimiento del suelo	237 €
Laboreo, cubierta vegetal, desbrozado y cultivador	237 €
Plagas y enfermedades	282 €
Tratamientos (3-5) + productos	282 €
Fertilización	123 €
Aplicaciones (3-5) + abono foliar + abono suelo	123 €
Recolección	810 €
Cosechadora, vibradoras, paraguas	810 €
Otros	461 €
Seguros	390 €
Impuestos	71 €
Total costes de cultivo	2.372 €

7.3. Ingresos del olivar.

En el siguiente apartado se muestran los ingresos generados por la explotación del olivar. Dichos ingresos se producen por dos vías: la venta de las aceitunas y las ayudas de la PAC, a modo de ejemplo se muestra la tabla 6, en la que se calcula los ingresos para la productividad media de una explotación superintensiva con riego de apoyo. No obstante, para el cálculo de la rentabilidad de la inversión se realizará una simulación con datos de productividades medias obtenidos de Todolivo (2020) de diferentes parcelas (tabla 7) a lo largo del ciclo de vida del cultivo.

Tabla 8. Ingresos promedio producción olivar en seto riego de apoyo. Elaboración propia a partir de Barranco (2017), Almaceite (2019) y Todolivo (2020)

INGRESOS PRODUCCIÓN OLIVAR RIEGO APOYO (€/ha)	
Total ingresos	4.488 €
Venta aceitunas	3.978 €
Precio medio aceite (€/l) ¹	2,62 €
Rendimiento medio aceite ²	20,00%
Precio medio aceituna (€/kg)	0,52 €
Productividad media (secano) ³	7.650 kg/ha
PAC ⁴	510 €
Pago directo	336 €
Pago verde	174 €

1) Extraído de revista alma aceite (2019) obtenido de AICA y PoolRed. 2) Obtenido de Barranco (2017); 3) Obtenido de Todolivo (2020); 4) Obtenido de olivicultores profesionales.

Tabla 9. Ingresos promedio producción olivar en seto en secano. Elaboración propia a partir de Barranco (2017), Almaceite (2019) y Todolivo (2020)

INGRESOS PRODUCCIÓN OLIVAR SECANO (€/ha)	
Total ingresos	3.214 €
Venta aceitunas	2.704 €
Precio medio aceite (€/l) ¹	2,62 €
Rendimiento medio aceite ²	20,00%
Precio medio aceituna (€/kg)	0,52 €
Productividad media (riego apoyo) ³	5.200 kg/ha
PAC ⁴	510 €
Pago directo	336 €
Pago verde	174 €

1) Extraído de revista alma aceite (2019) obtenido de AICA y PoolRed. 2) Obtenido de Barranco (2017); 3) Obtenido de Todolivo (2020); 4) Obtenido de olivicultores profesionales

Tabla 10. Productividad (kg/ha) explotación olivar superintensivo con riego de apoyo. Elaboración propia a partir de Todolivo (2020).

Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Promedio (kg)	0	0	6628,6	7822,65	11255,2	9548,55	9546,9
Año	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14
Promedio (kg)	9433,6	7040,55	13791,25	6215	9282,35	7409,05	8274,75
Año	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
Promedio (kg)	7791,3	6345,9	10087	7282	6891,5	8613	8459

Tabla 11. Productividad (kg/ha) explotación olivar superintensivo en seco. Elaboración propia a partir de Todolivo (2020).

Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Promedio (kg/ha)	0	0	3379	6260	6365	7879	6231
Año	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14
Promedio (kg/ha)	6191	5636	6619	6720	6193	5690	5217
Año	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21
Promedio (kg/ha)	5996	5218	4050	7500	4225	10080	6200

7.4. Flujos de caja.

En el presente apartado, se van a presentar los flujos de caja generados en la explotación olivarera, para ello se parte de los costes de explotación y de instauración de los apartados 7.1 y 7.2. En el apartado de los ingresos se obtienen a partir de los ingresos por la venta de aceitunas (obtenidos a partir de la empresa Todolivo (2020) como media de la productividad de varias explotaciones a lo largo de 21 años) y los ingresos de las ayudas de la PAC. Los flujos de caja pueden verse en la siguiente tabla. Los flujos han sido actualizados por el valor medio del IPC de los últimos 20 años, con un valor de 2,13 % (INE, 2020).

Tabla 12. Flujos de caja de la explotación para riego de apoyo. Elaboración propia.

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Costes Implantacion cultivo	16.933,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Costes producción	2.423,00 €	2.474,61 €	2.527,32 €	2.581,15 €	2.636,13 €	2.692,28 €	2.749,62 €	2.808,19 €	2.868,01 €	2.929,09 €	2.991,48 €
Impuestos	56,00 €	57,19 €	58,41 €	59,66 €	60,93 €	62,22 €	63,55 €	64,90 €	66,28 €	67,70 €	69,14 €
Seguros	18,00 €	18,38 €	18,77 €	19,17 €	19,58 €	20,00 €	20,43 €	20,86 €	21,31 €	21,76 €	22,22 €
Total gastos (€/ha)	19.430,00 €	2.550,19 €	2.604,51 €	2.659,98 €	2.716,64 €	2.774,50 €	2.833,60 €	2.893,96 €	2.955,60 €	3.018,55 €	3.082,85 €
Ingresos											
Ingresos por producción	0,00 €	0,00 €	3.547,37 €	4.186,38 €	6.023,35 €	5.110,01 €	5.109,13 €	5.048,50 €	3.767,83 €	7.380,54 €	3.326,03 €
PAC pago directo	336,00 €	343,16 €	350,47 €	357,93 €	365,55 €	373,34 €	381,29 €	389,41 €	397,71 €	406,18 €	414,83 €
PAC pago verde	174,00 €	177,71 €	181,49 €	185,36 €	189,31 €	193,34 €	197,46 €	201,66 €	205,96 €	210,34 €	214,82 €
Total ingresos (€/ha)	510,00 €	520,86 €	4.079,33 €	4.729,67 €	6.578,21 €	5.676,69 €	5.687,88 €	5.639,57 €	4.371,50 €	7.997,07 €	3.955,68 €
Balance (€/ha)	-18.920,00 €	-2.029,32 €	1.474,82 €	2.069,69 €	3.861,57 €	2.902,19 €	2.854,28 €	2.745,62 €	1.415,90 €	4.978,52 €	872,84 €
Gastos											
Costes Implantacion cultivo	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Costes producción	3.055,20 €	3.120,28 €	3.186,74 €	3.254,62 €	3.323,94 €	3.394,74 €	3.467,05 €	3.540,90 €	3.616,32 €	3.693,35 €	
Impuestos	70,61 €	72,12 €	73,65 €	75,22 €	76,82 €	78,46 €	80,13 €	81,84 €	83,58 €	85,36 €	
Seguros	22,70 €	23,18 €	23,67 €	24,18 €	24,69 €	25,22 €	25,76 €	26,30 €	26,86 €	27,44 €	
Total gastos (€/ha)	3.148,51 €	3.215,57 €	3.284,07 €	3.354,02 €	3.425,46 €	3.498,42 €	3.572,94 €	3.649,04 €	3.726,76 €	3.806,14 €	
Ingresos											
Ingresos por producción	4.967,55 €	3.965,04 €	4.428,33 €	4.169,60 €	3.396,08 €	5.398,17 €	3.897,04 €	3.688,06 €	4.609,34 €	4.526,93 €	
PAC pago directo	423,67 €	432,69 €	441,91 €	451,32 €	460,93 €	470,75 €	480,78 €	491,02 €	501,48 €	512,16 €	
PAC pago verde	219,40 €	224,07 €	228,85 €	233,72 €	238,70 €	243,78 €	248,98 €	254,28 €	259,69 €	265,23 €	
Total ingresos (€/ha)	5.610,62 €	4.621,80 €	5.099,08 €	4.854,64 €	4.095,71 €	6.112,71 €	4.626,80 €	4.433,36 €	5.370,52 €	5.304,31 €	
Balance (€/ha)	2.462,11 €	1.406,23 €	1.815,01 €	1.500,63 €	670,26 €	2.614,29 €	1.053,86 €	784,32 €	1.643,75 €	1.498,17 €	

Tabla 13. Flujos de caja de la explotación para seco. Elaboración propia

Gastos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Costes Implantacion cultivo	14.633,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Costes producción	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €
Impuestos	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €
Seguros	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €
Total gastos (€/ha)	16.619,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €
Ingresos											
Ingresos por producción	0,00 €	0,00 €	1.770,47 €	3.280,24 €	3.335,13 €	4.128,47 €	3.264,91 €	3.243,82 €	2.953,00 €	3.468,36 €	3.521,45 €
PAC pago directo	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €
PAC pago verde	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €
Total ingresos (€/ha)	510,00 €	510,00 €	2.280,47 €	3.790,24 €	3.845,13 €	4.638,47 €	3.774,91 €	3.753,82 €	3.463,00 €	3.978,36 €	4.031,45 €
Balance (€/ha)	-16.109,00 €	-1.476,00 €	294,47 €	1.804,24 €	1.859,13 €	2.652,47 €	1.788,91 €	1.767,82 €	1.477,00 €	1.992,36 €	2.045,45 €
Gastos											
Costes Implantacion cultivo	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	
Costes producción	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	1.912,00 €	
Impuestos	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	56,00 €	
Seguros	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	18,00 €	
Total gastos (€/ha)	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	1.986,00 €	
Ingresos											
Ingresos por producción	3.244,96 €	2.981,39 €	2.733,53 €	3.142,08 €	2.734,41 €	2.122,20 €	3.930,00 €	2.213,90 €	5.281,92 €	3.248,80 €	
PAC pago directo	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	336,00 €	
PAC pago verde	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	174,00 €	
Total ingresos (€/ha)	3.754,96 €	3.491,39 €	3.243,53 €	3.652,08 €	3.244,41 €	2.632,20 €	4.440,00 €	2.723,90 €	5.791,92 €	3.758,80 €	
Balance (€/ha)	1.768,96 €	1.505,39 €	1.257,53 €	1.666,08 €	1.258,41 €	646,20 €	2.454,00 €	737,90 €	3.805,92 €	1.772,80 €	

7.5. Análisis de la inversión.

1. Liquidez:

Para determinar la liquidez de la inversión se recurre al plazo de recuperación de la inversión o “Pay-Back”, que consiste en saber en cuanto tiempo se va a recuperar la inversión realizada, este tiempo es el que coincide con el primer flujo de caja acumulado positivo, en este caso el Pay-Back ocurre en el año 10 para el cultivo con riego de apoyo y en el año 13 para el cultivo en seco (ver tabla 14).

Tabla 14. Pay-Back de la inversión. Elaboración propia

PAY-BACK O RETORNO DE LA INVERSIÓN			
RIEGO DE APOYO		SECANO	
Año	Flujos de caja acumulados	Año	Flujos de caja acumulados
1	-18.920,00 €	1	-16.109,00 €
2	-20.949,32 €	2	-17.585,00 €
3	-19.474,50 €	3	-17.290,54 €
4	-17.404,82 €	4	-15.486,30 €
5	-13.543,25 €	5	-13.627,17 €
6	-10.641,06 €	6	-10.974,70 €
7	-7.786,78 €	7	-9.185,79 €
8	-5.041,16 €	8	-7.417,97 €
9	-3.625,26 €	9	-5.940,96 €
10	1.353,25 €	10	-3.948,61 €
11	2.226,09 €	11	-1.903,15 €
12	4.688,20 €	12	-134,20 €
13	6.094,43 €	13	1.371,19 €
14	7.909,44 €	14	2.628,72 €
15	9.410,07 €	15	4.294,80 €
16	10.080,32 €	16	5.553,21 €
17	12.694,61 €	17	6.199,41 €
18	13.748,47 €	18	8.653,41 €
19	14.532,79 €	19	9.391,31 €
20	16.176,55 €	20	13.197,23 €
21	17.674,72 €	21	14.970,03 €

2. Rentabilidad:

Para el cálculo de la rentabilidad se va a recurrir al cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

- VAN

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder

con esa inversión, para ello se trasladan los flujos de caja al momento presente y se calcula el valor numérico (unidades monetarias) de la inversión.

- **TIR**

La Tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

Tabla 15. VAN y TIR de la inversión, para riego de apoyo. Elaboración propia

RIEGO APOYO		SECANO	
Año	Flujos de caja	Año	Flujos de caja
1	-18.920,00 €	1	-16.109,00 €
2	-2.029,32 €	2	-1.476,00 €
3	1.474,82 €	3	294,47 €
4	2.069,69 €	4	1.804,24 €
5	3.861,57 €	5	1.859,13 €
6	2.902,19 €	6	2.652,47 €
7	2.854,28 €	7	1.788,91 €
8	2.745,62 €	8	1.767,82 €
9	1.415,90 €	9	1.477,00 €
10	4.978,52 €	10	1.992,36 €
11	872,84 €	11	2.045,45 €
12	2.462,11 €	12	1.768,96 €
13	1.406,23 €	13	1.505,39 €
14	1.815,01 €	14	1.257,53 €
15	1.500,63 €	15	1.666,08 €
16	670,26 €	16	1.258,41 €
17	2.614,29 €	17	646,20 €
18	1.053,86 €	18	2.454,00 €
19	784,32 €	19	737,90 €
20	1.643,75 €	20	3.805,92 €
21	1.498,17 €	21	1.772,80 €
TIR	7%	TIR	6%
Tasa descuento ¹	3,37%	Tasa descuento ¹	3,37%
VAN	7.293,29 €	VAN	5.021,36 €

¹ Obtenido de Damodaran (2020) calculado por el método WACC (Weighted Average Cost of Capital o coste medio ponderado del capital) para el sector agrícola.

8. CONCLUSIONES

A pesar de que el olivo es un cultivo altamente adaptado a condiciones de alta temperatura y escasez de recursos hídricos, las alteraciones provocadas por el cambio climático pueden tener efectos negativos sobre él. Los efectos más importantes que el cambio climático puede provocar en el olivo son: la reducción de las cosechas debido a la disminución de la evapotranspiración; fallos de floración por escasez de frío invernal y disminución en la cosecha por olas de calor en las fases más críticas del cultivo: la floración y la maduración de los frutos.

Se ha podido confirmar que existen diversas alternativas de cultivo que permiten al olivar tener mayor capacidad de adaptación frente a las nuevas condiciones ambientales que se presentarán como consecuencia del cambio climático.

De las alternativas de adaptación al cambio climático encontradas, se ha comprobado que la adopción de las mismas a las condiciones sociales, medioambientales, económicas y agronómicas de la comarca de Los Serranos es totalmente viable. Puesto que se trata de la modernización de un cultivo típico de la zona, consiguiendo con dicha modernización una mayor rentabilidad económica y un menor impacto ambiental, pero sobre todo un cultivo con una mayor resiliencia a las futuras condiciones ambientales.

Como propuesta de adaptación al cambio climático, se plantea la transformación de un olivar tradicional (en ausencia de riego y de variedad de floración tardía) en un cultivo superintensivo (de una variedad de mayor precocidad y productividad y con dotación de riego de apoyo), de forma que se pasa tener un cultivo adaptado a la climatología de la zona y de una variedad temprana, consiguiendo así dotar al cultivo de una mayor resiliencia de cara a futuros cambios derivados del cambio climático.

Finalmente, se puede decir que la transformación a realizar es un proyecto económicamente viable, tal como muestran los datos de rentabilidad con un VAN de 7.293,29 € y una TIR del 7% para el cultivo mediante riego de apoyo y un VAN de 5.021,36 € y una TIR del 6%; con un plazo de recuperación de la inversión o Pay-back de 10 y 13 años respectivamente.

9. BIBLIOGRAFIA.

Asociación Española de Economía Agraria (AEEA), 2017. Agricultura y cambio climático, situación en España. XII Congreso AEEA. (coord.). Cajamar Caja Rural.

Adrián Ramírez Santos. 2017. Proyecto de implantación de 20, 99 ha de olivar en riego por goteo en la finca “Las Ánimas” en el T.M. de Hinojos (Huelva). Estudio comparativo de la rentabilidad entre dos sistemas productivos: intensivo y superintensivo. TFG. Universidad de Sevilla.

Arturo Iñiguez Monterde, Lorenzo Sánchez Riquelme y Mario Sierra Carrascosa. 1999. Poda e injerto del olivo. Cuadernos de Tecnología Agraria, serie olivicultura. Generalitat Valenciana, Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Asaja Jaén y Todolivo S.L. 2016. Plantaciones multivarietales de olivar en seto en riego y secano. Disponible en Asaja Jaén: <https://www.asajajaen.com/wp-content/uploads/>. Última consulta 17/03/2020.

Asociación Española de Municipios del Olivo (AEMO). 2012. Aproximación a los costes del cultivo. Cuaderno de conclusiones del seminario AEMO Córdoba 12-mayo-2012.

Aswath Damodaran online. Disponible en: http://www.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/data.html. Última consulta 09/06/2020.

Ballesteros, P. (2018), El sector vitivinícola frente al desafío del cambio climático. Estrategias

CK12 foundation. Disponible en: <https://www.ck12.org>. Última consulta 25/02/2020.

Clara Gabaldón-Leal, Margarita Ruiz-Ramos, Raúl de la Rosa, Lorenzo León, Angelina Belaj, Alfredo Rodríguez, Cristina Santos and Ignacio J. Lorite. 2017. Impact of changes in mean and extreme temperatures caused by climate change on olive flowering in southern Spain. *Internacional Journal of Climatology*. 37 (Suppl.1): 940–957 (2017).

Diego Barranco Navero, Ricardo Fernández Escobar, Luis Rallo Romero. 2017. El cultivo del olivo 7ª ed. Editorial Mundi-Prensa.

Diego Barranco, Ricardo Fernández-Escobar y Luis Rallo. 2008. El cultivo del Olivo 6ª edición. Ediciones Mundiprensa y Junta de Andalucía.

FAOSTAT. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Consultado 27/02/2020.

Felisa Puche. 2001. Flora briofítica de la comarca de Los Serranos (Valencia). *Bol. Soc. Esp. Briol.* 18/19: 127-136.

Fundación INEA. https://www.inea.org/index.php?option=com_content&view=article&id=455&Itemid=1018. Última consulta 20/03/2020.

Herminia García-Mozo, José Oteros, Carmen Galán. 2015. Phenological changes in olive (*Olea europaea* L.) reproductive cycle in southern Spain due to climate change. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 2015, Vol 22, No 3.

I.J. Lorite, C. Gabaldón-Leal, M. Ruiz-Ramos, A. Belaj, R. de la Rosa, L. León, C. Santos. 2018. Evaluation of olive response and adaptation strategies to climate change under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management* 204 (2018) 247–261

Instituto Nacional de Estadística (INE). Disponible en: <https://www.ine.es/index.htm>. Última consulta 09/06/2020

Intergovernmental Panel On Climate Change, 1992. *Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments*.

IPCC, 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

José María Penco. 2019. *Olivar y Cambio Climático: Impacto del Cultivo del Olivo sobre el Cambio Climático. Efecto del Cambio Climático sobre la estabilidad del mercado del aceite de oliva en España. Jornada Olivar y Cambio Climático. Beja Portugal*.

Josep María Roca i Farré. 2020. *Olivo en secano, el cultivo en alta densidad*. Disponible en: <https://www.agromillora.com/olint/cultivo-del-olivo-en-secano/>. Última consulta 08/05/2020.

Lazar Tanasijevic, Mladen Todorovic, Luis S. Pereira, Claudia Pizzigalli, Piero Lionello. 2014. Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management* 144 (2014) 54–68.

Lorite IJ, Gabaldón-Leal C, Santos C, Cruz-Blanco M, León L, Porras R, Belaj A, de la Rosa R. 2019. *Impacto del cambio climático sobre la agricultura andaluza: Olivar*. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía.

Luca Testi, Francisco Villalobos, Francisco Orgaz. 2015. *Incidencia del cambio climático en el cultivo del olivar. Jornada Olivar y Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)*

Manuel López. 2020. *Nuevas variedades de Olivo en seto*. Disponible en: <https://www.agromillora.com/olint/nuevas-variedades-de-olivo-para-el-seto/>. Última consulta 10/05/2020.

María Magdalena Pérez Clavijo. 2014. Explotación extensiva de olivo en producción integrada con mantenimiento del suelo en pradera natural. TFG. Universidad de la Rioja.

Medina Martín, F. 2015: Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector agrario: Aproximación al conocimiento y prácticas de gestión en España. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Miguel Gómez-Escalonilla Sánchez-Heredero y Javier Vidal Hernández. 2005. Variedades del Olivar. Hojas Divulgadoras Numero 2117. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). Estadísticas agrarias año 2017. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/>. Fecha consulta 27/02/2020.

NASA climate change. <https://climate.nasa.gov/evidence/>. Fecha consulta 25/11/2019

Nelson GC, Rosegrant MW, Palazzo A, Gray I, Ingersoll C, Robertson R, Tokgoz S, Zhu T, Sulser TB, Ringler C, Msangi S, You L. 2010. Food security, farming, and climate change to 2050: challenges to 2050 and beyond. IFPRI Issue Brief No. 66. Washington DC, USA: International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Nelson, G. C., M.W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing, and D. Lee. 2009. Climate change: Impact on agriculture and costs of adaptation. Food Policy Report 21. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI).

Omaira García. 2020. El cambio climático ya está aquí, y ha venido para quedarse, Claves de Razón Práctica, núm. 268-Clima, pp. 22-31, 2020.

Pedro José López-Bellido Garrido. 2017. Balance y huella de carbono en plantaciones de olivar en el sur de España. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Editorial UCOPress

Rallo, L., Barranco, D., Caballero, J. M. et al. (2005). Variedades de olivo en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Junta de Andalucía. Madrid. Grupo Mundi-Prensa.

Revista Alma Aceite. 2019. El precio medio en origen del lampante en las últimas 11 campañas ha sido de 2,32 euros/kilo y el virgen extra de 2,62 euros/kilo .Disponible en: <https://revistaalmaceite.com/2019/05/27/el-precio-medio-en-origen-del-lampante-en-las-ultimas-11-campanas-ha-sido-de-232-euros-kilo-y-el-virgen-extra-de-262-euros-kilo/>. Última consulta 27/05/2020.

Robert Savé M. 2016. Medidas para la adaptación al cambio climático en el olivar. Olivar y cambio climático. Jornada Olivar y Cambio Climático. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación

Salvatore Camposeo. 2020. El sistema superintensivo. ¿Altísima densidad o altísima sostenibilidad? Disponible en <https://www.agromillora.com/olint/altisima-densidad-o-altisima-sostenibilidad/>. Última consulta 08/05/2020.

Todolivo S.L.. Disponible en <https://www.todolivo.com/>. Última consulta 12/05/2020

United Nations Framework Convention on Climate Change, 2011. Fact sheet: Climate change science - the status of climate change science today.

Valencia Interior, la comarca de Los Serranos. Disponible en: <https://www.valenciainterior.com/>. Última consulta 17/05/2020.

Yasin Ozdemir. 2016. Effects of climate change on olive cultivation and table olive and olive oil quality. Scientific Papers. Series B, Horticulture. Vol. LX, 2016.