



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**BIOINDICADORES TERMOCLIMÁTICOS Y
OMBROCLIMÁTICOS EN LA PROVINCIA DE
JAÉN: ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS DE
ÓPTIMA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Autor: Antonio José López Rus

Octubre, 2020



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

BIOINDICADORES TERMOCLIMÁTICOS Y OMBROCLIMÁTICOS EN LA PROVINCIA DE JAÉN: ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS DE ÓPTIMA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Autor: Antonio José López Rus

Tutor/a: Prof. D. Eusebio Cano Carmona

Dpto: Biología animal, biología vegetal y ecología

Octubre, 2020

ÍNDICE

RESUMEN	1
Abstract	
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Bioclimatología:	2
1.1.1 índices bioclimáticos:.....	3
1.1.2 Importancia de la bioclimatología en el cultivo del olivar:.....	5
1.1.3 Pisos bioclimáticos en Jaén:	5
1.1.4 Especies bioindicadoras:.....	7
1.2 <i>Olea europaea</i> :	7
1.2.1 Morfología y condiciones para su desarrollo:	8
1.2.2 Importancia del cultivo del olivar:	10
2. OBJETIVOS	12
3. MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1 Área de estudio:	13
3.2 Procedimiento en los muestreos:	13
3.3 Obtención de datos bioclimáticos:	14
4. RESULTADOS	
4.1 Resultados de los muestreos:	16
4.2 Diagramas e índices bioclimáticos:	30
4.3 Identificación de las series de vegetación existentes en Jaén:	44
4.4 Variedades de olivo existentes:	51
4.5 Establecimiento de áreas de máxima producción agrícola:	54
5. DISCUSIÓN:	56
6. CONCLUSIONES:	58
Conclusions	
7. BIBLIOGRAFÍA:	59
8. ANEXO:	63

RESUMEN

Este trabajo, mediante la relación que existe entre la bioclimatología con el cultivo del olivar, trata de generar un nuevo método, basado en datos bioclimáticos y el estudio de diversos bioindicadores termo y ombroclimáticos, con el fin de mejorar la producción del cultivo del olivar sin afectar a la calidad del producto y bajo un mínimo coste ambiental y económico. Para ello, se han realizado diferentes muestreos a lo largo de la provincia de Jaén con el fin de conocer las condiciones bioclimáticas de cada zona, identificar la serie de vegetación existente y colocar cada variedad en su nicho bioclimático más adecuado. Se llega a la conclusión de que la variedad picual es la más adaptada de forma general en todo el territorio jiennense, aunque otras variedades como la hojiblanca, gordal y morisca también pueden cultivarse en ciertas zonas. No parece rentable cultivar olivares de la variedad manzanilla o cornicabra.

Palabras clave: Bioclimatología, bioindicadores, Jaén, olivar, producción, variedad.

THERMOCLIMATIC AND OMBROCLIMATIC BIOINDICATORS IN THE PROVINCE OF JAÉN: ESTABLISHMENT OF AREAS OF OPTIMAL AGRICULTURAL YIELD.

ABSTRACT:

This paper, Through the relationship that exists between bioclimatology and olive grove cultivation, tries to generate a new method, based on bioclimatic data and the study of various thermo and ombroclimatic bioindicators, in order to improve the yield of the olive grove without affecting the product quality and reducing the environmental and economic cost. For this, different samplings have been carried out throughout the province of Jaén in order to know the bioclimatic conditions of each area, identify the series of vegetation and place each variety in its most suitable bioclimatic niche. It is concluded that the Picual variety is the most widely adapted in the entire Jaen territory, although other varieties such as Hojiblanca, Gordal and Moorish can also be cultivated in certain areas. However, it does not seem profitable to grow olive groves of the Manzanilla or Cornicabra variety.

Keywords: Bioclimatology, bioindicators, Jaén, olive, variety, yield.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Bioclimatología

La comunidad científica actual está de acuerdo en afirmar que determinadas condiciones climáticas van a regular la presencia y abundancia de ciertas comunidades vegetales. Esta relación entre seres vivos y la climatología es estudiada por la Bioclimatología, una ciencia de carácter botánico-ecológico basada en información relacionada y delimitada por la biocenosis (especie y fitocenosis). Las investigaciones de la bioclimatología han permitido diagnosticar una enorme cantidad de comunidades vegetales, pudiendo aplicar este conocimiento a la agricultura, para su optimización desde un punto de vista tanto ecológico como económico (Cano *et al.*, 2001a).

Las condiciones de temperatura (termoclima) y precipitaciones (ombroclima) van a influir directamente en la distribución de las comunidades vegetales. Por ello, es posible distinguir dos componentes diferentes, por un lado, el componente físico, que dará lugar a los diferentes pisos bioclimáticos, y por otro lado la componente vegetal, conformando las series de vegetación. (Cano *et al.*, 2001 a). Por lo tanto, los factores que van a determinar que un cultivo de olivar se desarrolle correctamente son varios, aunque de todos ellos, en este trabajo se va a destacar el factor clima.

En el caso de la provincia de Jaén, situada al sureste de la Península Ibérica, las borrascas atlánticas junto con el anticiclón de las Azores, dan lugar a una serie de condiciones bioclimáticas concretas que van a afectar de forma directa en la producción y calidad del fruto de este cultivo (Cano y Cano-Ortiz., 2016).

El olivar ocupa la mayoría del terreno agrícola en Jaén, por lo que se considera de gran importancia socioeconómica (Leiva *et al.*, 2017). Por esto, el conocimiento de los factores climatológicos va a favorecer el camino hacia una mejor planificación agrícola basada en lograr el mínimo coste ambiental y la máxima producción tanto en cantidad como en calidad, además de una reducción del coste económico, que es lo más demandado por la sociedad.

1.1.1 Índices bioclimáticos

Para llegar a entender mejor el funcionamiento de las comunidades de plantas, se desarrollaron una serie de índices bioclimáticos muy relacionados con la vegetación (Rivas-Martínez, 1987) y (Rivas-Martínez y Loidi, 1999). Estos índices son valores numéricos capaces de determinar la correlación que aparece entre los ecosistemas y los diferentes factores físicos, identificando los límites de tolerancia de estos factores para un determinado ecosistema.

Existen muchos índices con diferentes aplicaciones, pero para el caso concreto del olivar, es conveniente conocer los valores de: El índice continental (Ic), el índice ombrotérmico (Io) y el índice de termicidad compensado (Itc)

- índice de continentalidad (Ic)

Teniendo en cuenta que los continentes sufren cambios de temperatura más pronunciados que los océanos, este índice trata de representar esa influencia continental existente en un territorio determinado.

Para ello, establece una relación entre la diferencia de las medias de los meses más extremos (A) y el valor del seno de la latitud en grados (senL).

$$Ic = 1,7 \cdot A / \text{SenL} - 20,4$$

Este índice ofrece una buena información sobre las series de vegetación con mayores o menores apetencias continentales.

- Índice ombrotérmico (Io)

Se obtiene del cociente entre la suma de la precipitación media en milímetros de los meses con temperatura media superior a cero grados (Pp) y la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a cero grados (Tp).

$$Io = Pp / Tp$$

- Índice de termicidad (It)

Este índice pondera la intensidad de frío, factor muy importante para muchas comunidades vegetales. Para ello, emplea la suma de la temperatura media anual (T), de la temperatura media de las mínimas del mes más frío del año (m) y la temperatura media de las máximas del mes más frío del año (M).

$$It = (T + m + M)10$$

Un derivado de este índice es el índice de termicidad compensado (Itc), que trata de equilibrar en zonas extratropicales el “exceso” de frío o de templanza que aparece durante el invierno en territorios con un elevado carácter continental o en aquellos con tendencia oceánica, de modo que los valores de este índice de temperatura puedan compararse entre sí. Si el Ic se encuentra entre 9 y 18, el valor del Itc no se modifica. Por el contrario, si el índice de continentalidad es diferente al de ese intervalo, hay que compensar el índice de termicidad empleando el valor de compensación (C).

$$C = (9.0 - Ic) 10$$

$$Itc = It \pm C$$

En 1996, con el uso de estos índices se establece la primera clasificación bioclimática de la tierra, dividiendo el planeta en cinco macrobioclimas terrestres: Tropical, Templado, Mediterráneo, Polar y Boreal. La Península Ibérica se sitúa dentro del macrobioclima Mediterráneo y del Templado (Rivas-Martínez., 1996). Además, aparecen bioclimas para cada macrobioclima. En territorios mediterráneos de la Península Ibérica, se definen los siguientes bioclimas: Mediterráneo pluviestacional-oceánico, M. pluviestacional-continental, M. xérico-oceánico, M. xérico-continental, M. desértico-oceánico (Rivas-Martínez y Loidi., 1999).

1.1.2 Importancia de la bioclimatología en el cultivo del olivar

Estos enfoques bioclimáticos también son aplicables al cultivo del olivar. La relación existente entre los índices del macrobioclima mediterráneo y la distribución de los cultivos de olivos realza el carácter mediterráneo de *Olea europaea*.

Este cultivo, puede considerarse como un ecosistema rejuvenecido, libre de especies competidoras y, por tanto, siempre va a funcionar dentro del marco bioclimático territorial en el que se localice. A parte de la influencia del clima mencionada anteriormente, también es necesario conocer otros factores con un carácter más biológico como son la evapotranspiración (ETP), el periodo de actividad vegetativa (PAV) y la capacidad de retención de agua del suelo (CR).

La ETP se define como la pérdida de humedad del suelo, tanto por evaporación directa como por la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Estos procesos están influenciados por factores como la radiación incidente en la superficie, la temperatura, la velocidad del viento, la humedad del aire, la salinidad del suelo o las características del cultivo.

El PAV Está marcado por el número de días de heladas y el momento en que ocurren. En el caso del olivo, deja de ser activo cuando la temperatura media mensual es menor de 7,5°C, incluso puede dañar gravemente al árbol si estas temperaturas se prolongan en el tiempo (Cano y Cano-Ortiz., 2016).

La CR depende de la estructura, textura y cantidad de la materia orgánica del suelo, además de la existencia de una cubierta vegetal (Cano *et al.*, 2001 b).

1.1.3 Pisos bioclimáticos de Jaén

Se define piso bioclimático como un espacio termoclimático que se sucede en una serie latitudinal o altitudinal. En todo piso debe tenerse en cuenta el termotipo, establecido según los valores de It/ltc, y del ombrotipo, obtenido a partir del lo (Cano y Cano-Ortiz 2013).

La provincia de Jaén tiene territorios que van desde los 187 hasta los 2167 metros sobre el nivel del mar. Este amplio rango de altitud va a provocar la existencia de diversos pisos bioclimáticos:

Termomediterráneo: Comprende territorios donde el índice de termicidad compensado (Itc) varía entre 450 y 351, lo que en términos de altitud se traduce a lugares comprendidos desde el nivel del mar hasta los 500-900 m, dependiendo de la situación geográfica, orientación, etc. Se trata de una de las áreas más calurosas de Andalucía, donde prácticamente no existen heladas.

En Jaén resulta casi inexistente ya que únicamente ocupa una pequeña franja a ambos lados del Guadalquivir (inmediaciones de Marmolejo y Andújar).

Mesomediterráneo: Abarca la mayor parte de la superficie andaluza. Su Itc oscila entre 350 y 211 o cuando la temperatura positiva (Tp) oscila entre 1500 y 2150. A nivel altitudinal aparece entre los 500 y los 1500 m. Son lugares donde la temperatura media anual es más baja, es decir, son lugares donde comienzan a aparecer heladas.

En Jaén, excluyendo las franjas termomediterráneas mencionadas anteriormente de Andújar y Marmolejo y las partes supra-oromediterráneas altas de las sierras de Cazorla-Segura-Las Villas, Mágina, Pandera y Alta Coloma, todo el territorio es considerado como mesomediterráneo.

Supramediterráneo: Localizado en áreas de media montaña, su Itc está comprendido entre 210 y 81 y la Tp entre 900 y 1500. El rango altitudinal que suele ocupar va desde los 1300 a 1900 m. En Jaén existen amplias zonas supramediterráneas en las sierras de La Pandera y Alta Coloma, sierra Mágina y sierras de Cazorla-Segura-Las Villas y del Pozo.

Oromediterráneo: Abarca lugares donde las inclemencias meteorológicas son significativamente negativas, la temperatura media anual es bastante baja, con numerosas precipitaciones en forma de nieve, pero ante todo una Tp entre 450-900. Altitudinalmente se encuentra entre los 1700 y 3000 m. En Jaén aparece en las cumbres de la Pandera de forma puntual, siendo en Mágina y cumbres de Cazorla donde mayor representación tiene.

1.1.4 Especies bioindicadoras

Las comunidades de olivos en cultivos de secano dependen tanto del factor del suelo, como de ombrotipo y termotipo. Por lo tanto, el estudio de la presencia o ausencia de bioindicadores termoclimáticos y ombroclimáticos proporcionará información esencial de las características de la zona. Así, si se quiere comprobar el estado de fertilidad de los suelos del olivar, de una forma eficiente y rápida, sólo es necesario saber qué tipo de bioindicadores existen. De esta manera se ha confeccionado una tabla con termoindicadores (tabla 2) y otra con ombroindicadores (tabla 3), representadas en el ANEXO y serán empleadas para identificar las series de vegetación y establecer el bioclima de cada zona.

1.2 Olea europaea

El olivo (*Olea europaea L.*) pertenece a la familia Oleaceae, esta familia abarca unos 29 géneros, en los que aparecen tanto árboles como arbustos con una distribución característica de regiones cálidas y templadas. El acebuche (*Olea europaea var. sylvestris Brot.*) es uno de los árboles más conocidos de la vegetación mediterránea. Su área de distribución a lo largo del mediterráneo aumentó considerablemente tras el último periodo glacial (Carrión *et al.*, 2010). El cultivo del olivar comenzó en Oriente Medio hace unos 6000 años (Barranco *et al.*, 2008; Kaniewski *et al.*, 2012).

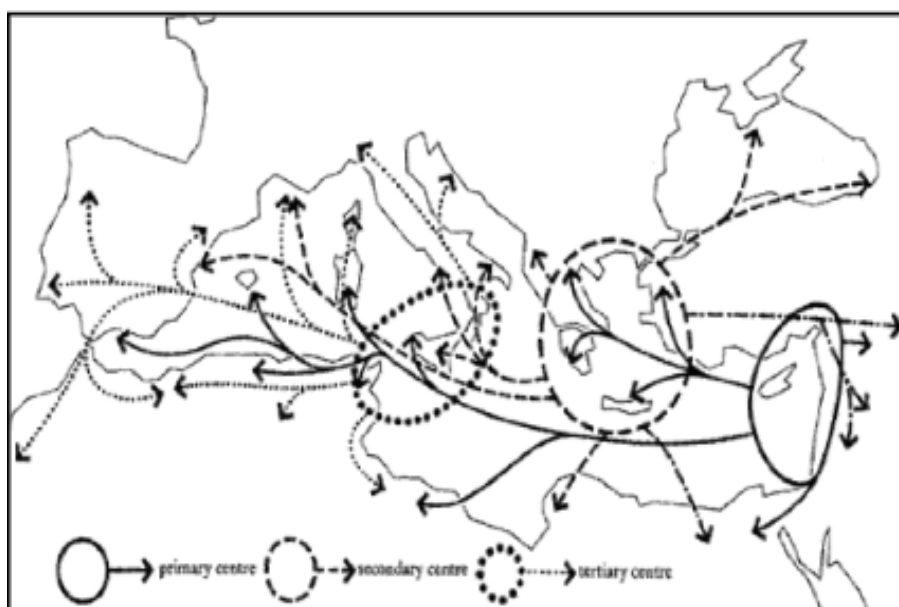


Figura 1. Evolución geográfica del olivo, *Olea europaea L.* (Fuente: Simmonds, 1976).

1.2.1 Morfología y condiciones para su desarrollo

Es un árbol polimorfo, con un tronco generalmente retorcido. Sus hojas son de carácter simple y perennifolias de 2,5 cm a 7,5 cm, opuestas, con un peciolo corto, coriáceas, de color verdinegro y con el envés brillante y tapizado por pelos. Se pueden apreciar diferencias visuales en las hojas de individuos jóvenes y de fase adulta. Cuenta con inflorescencias en racimos axilares (Barranco *et al.*, 2008).

Su porte y capacidad para generar frutos va a depender mucho de las condiciones ambientales. En zonas de altas temperaturas, el árbol va a tener un tamaño mayor que los situados en zonas con condiciones de cultivo más frías, siempre que el agua no actúe como un factor limitante.

La mayoría de los frutos se localizan en la superficie de la copa, ya que el olivo requiere de una cantidad de luz considerable para el desarrollo de los brotes.

Desarrolla una gran cantidad de inflorescencias con una media de 10-35 flores cada una. Estas flores están compuestas de cuatro sépalos verdes soldados que dan lugar a un cáliz en la base y cuatro pétalos blancos también soldados. También destaca la presencia de dos estambres, con una antera amarilla grande dividida en dos lóbulos. En el fruto se distinguen estas partes: pedúnculo, epicarpio, mesocarpio, endocarpio y embrión (Valdés *et al.*, 1987).



Figura 2: Fruto del olivo

Su polinización es considerada de carácter mixto, siendo mayoritariamente anemófila, posiblemente propiciada por el manejo agrícola dando lugar a la presencia de grandes cantidades de flores en el olivo (Morettini y Pulselli, 1953).



Figura 3: Representación de *Olea europaea*

El grano de polen es esférico, isopolar, de simetría radial. Tricolporado, con los colpos muy largos y pequeña apocolpia, subterminales (Valdés *et al.*, 1987; Trigo *et al.*, 2008). Es considerado alérgico, lo que lo convierte en la principal causa de alergia en países mediterráneos con cultivos de este árbol (Barber *et al.*, 2008).

El olivo es una especie de vida duradera con una gran capacidad de adaptación a condiciones ambientales variantes. Esta especie está totalmente adaptada al clima del Mediterráneo, conocido por tener veranos cálidos y secos e inviernos suaves. Es capaz de aguantar temperaturas de -8°C , e incluso pudiendo ser más bajas siempre que no sean duraderas, si esto ocurriera, las heladas pueden generar daños en variedades con una floración temprana (Aguilar *et al.*, 1995). Por el contrario, si las temperaturas son elevadas durante este periodo de floración pueden dar lugar a abortos ováricos (Rallo, 1994), una mala fecundación (Koubouris *et al.*, 2009), daños vegetativos (Mancuso *et al.*, 2002; Cansev *et al.*, 2012), y cambios metabólicos (Malik y Pérez, 2011).

Las precipitaciones en las zonas de distribución del olivo suelen ser escasas e irregulares, aunque este árbol soporta bastante bien las sequías (Dell'Amico *et al.*, 2012; Martinelli *et al.*, 2012). Aun así, si esta escasez hídrica continúa durante mucho tiempo puede derivar en daños para la plantación (Bacelar *et al.*, 2007, 2009).

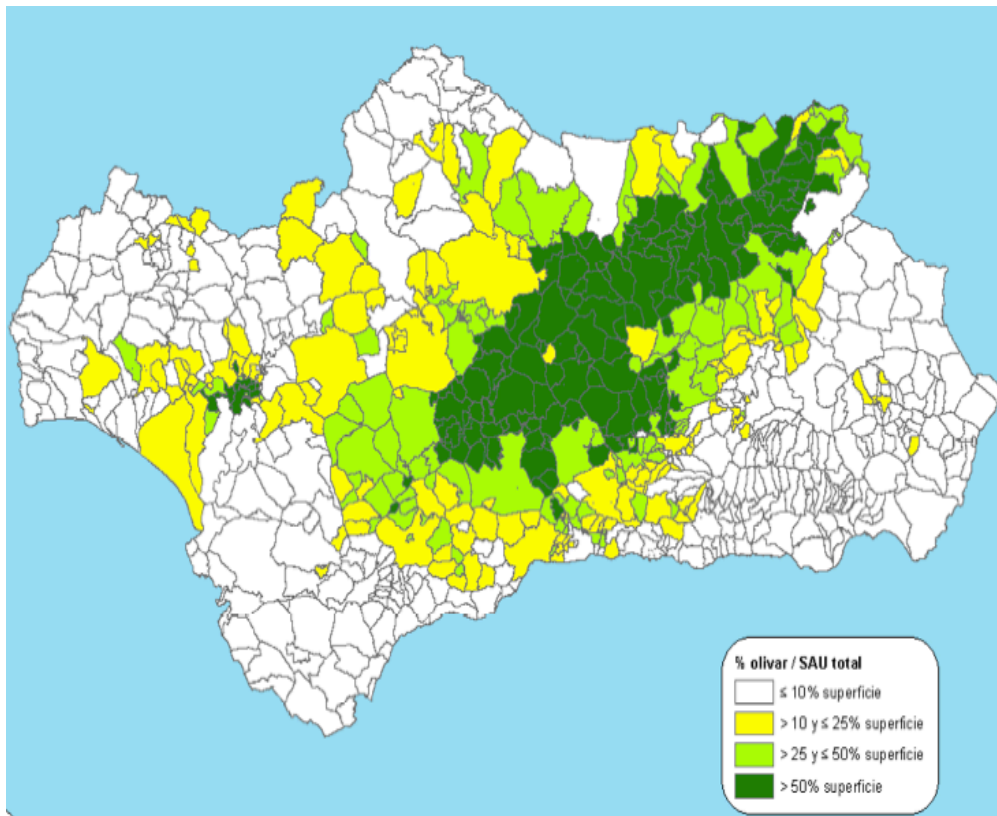


Figura 4: Distribución del olivo en Andalucía (Fuente: Consejería. de Agricultura, Pesca y Desarrollo rural.)

1.2.2 Importancia del cultivo del olivar

El producto principal del cultivo del olivo radica principalmente en el aceite de oliva, siendo la aceituna de mesa la segunda salida comercial del fruto (Barranco *et al.*, 2008).

El incremento de la producción mundial de aceite de oliva coincide con la creciente demanda del producto. Este aumento se ha logrado gracias a la expansión de la superficie cultivada, así como al desarrollo de estrategias de intensificación productiva, densificación e irrigación y de mejoras técnicas en las explotaciones. La tendencia creciente en la producción es ocasionada por una mayor actividad exportadora de nuestro país, la cual ha sido favorecida por la incorporación de España al Mercado Común Europeo.

Según los datos del Centro Oleícola Internacional (COI., 2019), España es el primer país productor de aceite de oliva del mundo, habiendo obtenido en la campaña 2019/2020 más del 50% de la producción mundial, seguido por Italia (17%) y Grecia (13%). Según el boletín de comercio exterior de aceite de oliva de la campaña 2019-2020, en el primer tercio de campaña 2019/20 se ha exportado a un total de 145 países distintos. El 90% del valor de las exportaciones totales de aceite de oliva se dirigen a los 20 principales destinos, y sólo a los 10 primeros se dirigen el 80%.

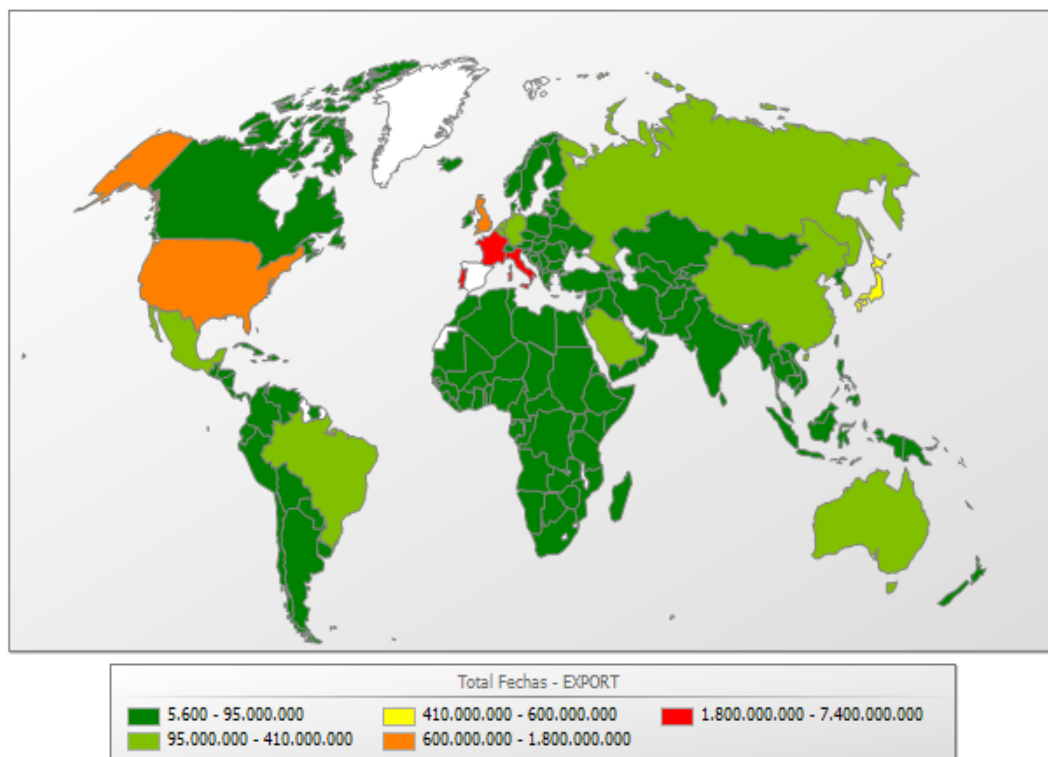


Figura 5: Exportación total de aceite de oliva (Fuente: Datacomex)

Estos cultivos se caracterizan por no presentar vegetación adicional, ya que el manejo agrícola tradicional intensivo favorece la eliminación de todo lo que no pertenezca al mismo, siendo por tanto zonas con una biodiversidad muy pobre. Por otro lado, es fácil identificar una enorme homogeneidad genética dentro de los propios olivares formados por clones de una misma planta (Ipek *et al.*, 2009).

2. OBJETIVOS

El objetivo marcado en el siguiente trabajo consiste en contribuir con una propuesta de ordenación territorial que optimice la producción agrícola, desde un punto de vista tanto económico como ambiental. Para ello, se tratará de relacionar la distribución del olivo con la bioclimatología.

Este trabajo también pretende detectar las series de vegetación existentes en cada uno de los territorios muestreados por toda la provincia de Jaén a través del estudio de diversos índices bioclimáticos y bioindicadores termoclimáticos y ombroclimáticos. Todo esto para afirmar la influencia de los factores bioclimáticos en la producción oleícola.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

En esta provincia, a excepción de su parte central y occidental, donde aparecen los valles del río Guadalquivir y sus afluentes, entre los que destacan los ríos Guadalimar y Guadiana Menor, se encuentra cruzada por dos cordilleras montañosas. Al sureste aparecen las Cordilleras Béticas, pertenecientes a la zona Subética, y al norte se sitúa Sierra Morena.

Como consecuencia de esta geomorfología, aparecen materiales geológicos muy contrastados, desde materiales calcáreos mesozoicos (margas, dolomías y calizas) en la zona Bética hasta materiales sedimentarios margo-arcillosos cenozoicos en el Valle del Guadalquivir (Ruiz, 1997; Molina, 1997).

Los suelos por lo general son pobres y poco evolucionados, destacando regosoles, vertisoles, cambisoles y litosoles. El clima típico es mediterráneo, con una sequía comprendida entre los meses de junio y octubre, aunque la orientación, altura y otras incidencias provocan modificaciones locales. La temperatura media oscila entre los 18°C en las zonas de la depresión del Guadalquivir y los 10°C en terrenos más elevados.

Las precipitaciones medias se sitúan entre los 350 y los 600 mm en las zonas de campiña, hasta los 1000 en zonas de montaña como en Sierra de Cazorla. Todas estas características condicionan la aparición del bosque esclerófilo como formación vegetal principal. Estas condiciones provocan que el bosque esclerófilo sea la formación vegetal climática dominante, aunque se ha ido transformando con el paso de los años.

3.2 Procedimiento en los muestreos

En total se realizaron 14 muestreos fitosociológicos distribuidos por las 8 comarcas que conforman la provincia de Jaén. Para ello, se escogieron zonas con suelo destinado al cultivo de olivar de secano y con poca influencia antrópica.

Debido a las características del paisaje jienense, el tamaño estándar de las parcelas de muestreo fue de 150m². En estos muestreos se trató de comprobar la existencia de determinadas plantas bioindicadoras con el fin de establecer la serie de vegetación de la zona, para luego poder determinar qué variedad de olivo se adapta mejor a esas condiciones.

En la comarca de Sierra Morena se realizaron muestreos en las cercanías de El Centenillo y Andújar, en la comarca de La Loma y Las Villas se estudiaron parcelas cercanas a Baeza y Canena, en Sierra Mágina cultivos de los municipios de Cabra de Santo Cristo y Bélmez de la Moraleda, en El Condado zonas de Arquillos y Castellar, en Sierra de Segura el municipio de Pontones, en Sierra de Cazorla se muestreó en Santo Tomé y Cazorla, en la Campiña de Jaén se muestrearon cercanías de Jaén y Mancha Real y en la Sierra Sur el territorio de Alcalá la Real.

3.3 Obtención de datos bioclimáticos

Para tener una representación gráfica del clima de las parcelas de estudio, se utilizaron diagramas climáticos, para el caso de datos bioclimáticos y biogeográficos se emplearon ombroclimogramas, para ello se representan en una gráfica cartesiana los valores correspondientes a la T y a la P, siendo T = temperaturas medias mensuales y P = precipitaciones medias mensuales, ajustándose ambos valores a una misma escala, pero haciendo coincidir $P = 2T$. De este modo se parte del supuesto de que el periodo cuyas precipitaciones en mm sean dos veces la temperatura en °C se considera seco, por lo que cuando $P < 2T$ la curva de precipitación se sitúa por debajo de la temperatura.

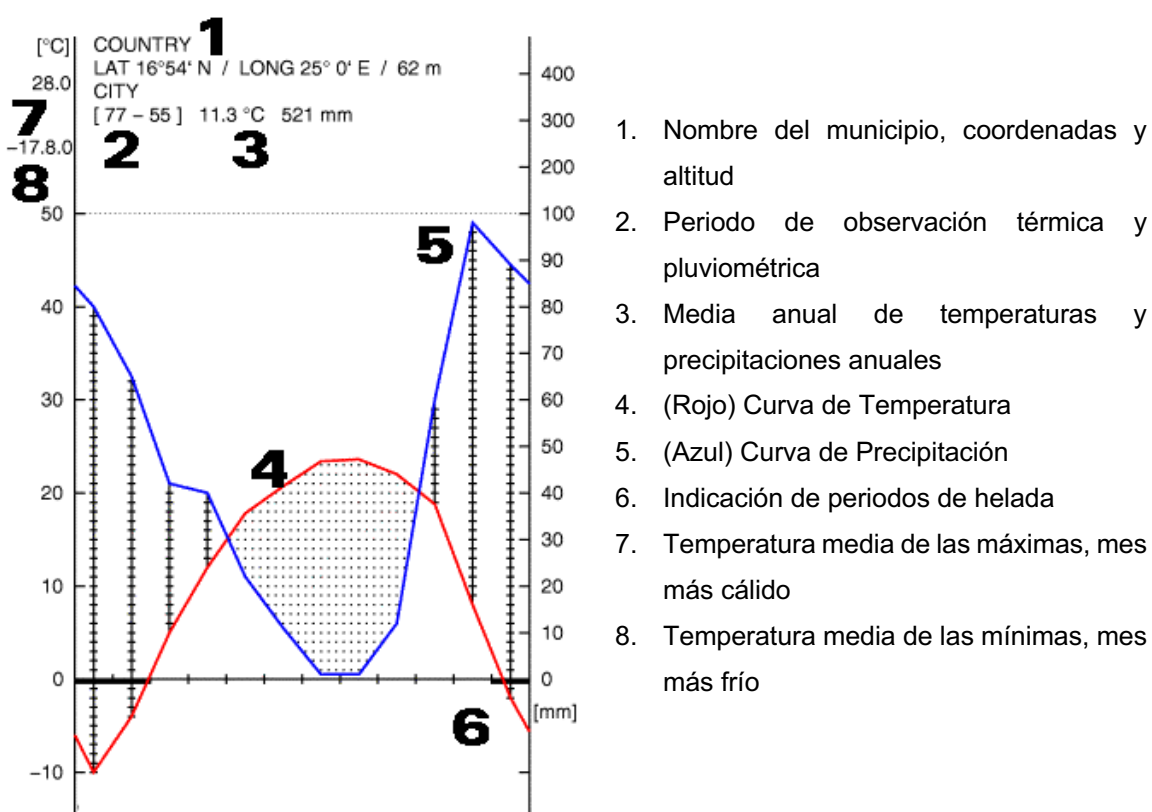


Figura 6: Ejemplo de diagrama climático (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid).

Cuando la curva de temperatura (curva roja) supera la de la precipitación (curva azul), el área encerrada entre ambas curvas muestra los meses de sequía, en los esquemas esta área está rellena de puntos. En el caso contrario, si la curva de precipitaciones excede la de la temperatura, esa superficie aparece rayada, para indicar periodo con humedad disponible.

Para valores de carácter numérico se usaron índices bioclimáticos, todos estos datos fueron obtenidos directamente de *Worldwide Bioclimatic Classification System*, de Rivas y Martínez, se estudiaron las estaciones meteorológicas de poblaciones cercanas a las zonas de muestreo.

4. RESULTADOS

4.1 Resultados de los muestreos

SIERRA MORENA

1)

Localización: El Centenillo (600m) UTM -> 30S 43577723 4243298

Fecha: 23/12/2019 (9:00 – 11:30)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 80%

Inclinación: 10%

Orientación: NO

Observaciones: Zona muy influenciada por la Sierra, zona con poca actividad humana.

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (3m)

- *Quercus rotundifolia* 3
- *Arbutus unedo* +
- *Cistus ladanifer* 2
- *Rosmarinus officinalis* 2
- *Quercus suber* 1
- *Rubus ulmifolius* 1
- *Pistacia lentiscus* 1
- *Quercus coccifera* 1
- *Phillyrea latifolia* 1

LA CAMPIÑA

2)

Localización: Andújar (212m) UTM -> 30S 405095 4214010

Fecha: 12/1/2020 (16:00 – 17:00h)

Cobertura vegetal: 20%

Superficie: 150m²

Inclinación: 5%

Orientación: SO

Observaciones: Influencia humana y gran explotación por pastoreo

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Diploaxis virgata* 2
- *Ecballium elaterium* 1
- *Foeniculum vulgare* +
- *Rhamnus oleoides* 2
- *Asparagus acutifolius* 1
- *Sonchus oleraceus* +
- *Cirsium arvense* 1
- *Smilax aspera* 2
- *Ceratonia siliqua* +
- *Nerium oleander* 1
- *Quercus rotundifolia* 1
- *Cistus ladanifer* 1



Figura 7: *Asparagus acutifolius*

LA LOMA Y LAS VILLAS

3)

Localización: Baeza (603m) UTM -> 30S 451768 4204956

Fecha: 29/12/2019 (16:00 – 17:30 h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 20%

Inclinación: 15%

Orientación: NO

Observaciones: Zona cercana a un arroyo

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Senecio vulgaris* 1
- *Asparagus acutifolius* 1
- *Dioscorea communis* 1
- *Brachypodium retusum* 2
- *Diplotaxis virgata* 3
- *Capparis spinosa* 1
- *Taeniatherum caput-medusae* 1
- *Ecballium elaterium* 2
- *Rubus ulmifolius* 1
- *Conyza canadensis* 1
- *Ulmus minor* +
- *Arundo donax* 2
- *Quercus rotundifolia* 1

4)

Localización: Canena (420m) UTM -> 30S 451546 4205662

Fecha: 3-6-2020 (17:00 – 18:30h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 30%

Inclinación: 30%

Orientación: NE

Observaciones: Zona influenciada por la presa de Giribaile

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Capparis spinosa* 1
- *Sisymbrium irio* 1
- *Lysimachia foemina* 1
- *Rumex conglomeratus* +
- *Quercus coccifera* 2
- *Mercurialis annua* +
- *Pistacia lentiscus* 1
- *Centaurea melitensis* 1
- *Malva sylvestris* 2
- *Asteriscus aquaticus* 1
- *Teucrium capitatum* 2
- *Ballota hirsuta* 2
- *Quercus rotundifolia* 2
- *Echium vulgare* 1
- *Cirsium arvense* 2



Figura 8: *Capparis spinosa*

SIERRA MÁGINA

5)

Localización: Cabra de Santo Cristo (1002m) UTM -> 30S 474368 4173525

Fecha: 16-6-2020 (19:00 – 20:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 10%

Inclinación: 40°

Orientación: E

Observaciones: Zona con una pendiente muy pronunciada

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (3m)

- *Capparis spinosa* 1
- *Asparagus acutifolius* 1
- *Quercus coccifera* 2
- *Quercus rotundifolia* 2
- *Allium ampeloprasum* 1
- *Eryngium campestre* 1
- *Arenaria serpyllifolia* +
- *Mantisalca salmantica* 1
- *Bupleurum fruticosum* +
- *Lactuca virosa* +
- *Phlomis lychnitis* +
- *Daphne gnidium* +
- *Sedum sediforme* 1
- *Verbascum thapsus* +
- *Retama sphaerocarpa* 2

6)

Localización: Bélmez de la Moraleda (785m) UTM -> 30S 466114 4172084

Fecha: 16-6-2020 (17:00 – 18:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 40%

Inclinación: 5%

Orientación: SE

Observaciones: Zona próxima a una carretera convencional

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Glycyrrhiza glabra* 2
- *Malva sylvestris* 1
- *Asparagus acutifolius* 1
- *Medicago sativa* 1
- *Erigeron bonariensis* 1
- *Reseda luteola* 1
- *Lomelosia stellata* 1
- *Daucus carota* 1
- *Daphne gnidium* 1
- *Althaea cannabina* +
- *Ononis pubescens* 1
- *Cistus clusii* 1
- *Quercus rotundifolia* 1
- *Phagnalon rupestre* 1
- *Allium ampeloprasum* +

EL CONDADO

7)

Localización: Arquillos (377m) UTM -> 30S 459738 4223417

Fecha: 17-6-2020 (17:00 – 18:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 70%

Inclinación: 5

Orientación: N

Observaciones: Zona próxima al pantano de Guadalén

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Cistus monspeliensis* 2
- *Pistacia lentiscus* 3
- *Quercus coccifera* 2
- *Cynara humilis* 2
- *Eryngium campestre* 1
- *Thapsia villosa* 1
- *Capparis spinosa* 1
- *Foeniculum vulgare* 1
- *Lygeum spartum* 1
- *Bupleurum fruticosum* +
- *Cleonia lusitanica* 1
- *Rosmarinus officinalis* 1
- *Tamarix gallica* 2
- *Quercus rotundifolia* 1
- *Centaurium erythraea* 1
- *Reseda luteola* 1



Figura 9: Hojas de *Pistacia lentiscus*

8)

Localización: Castellar de Santisteban (778m) UTM -> 30S 491301 4234925

Fecha: 17-6-2020 (20:00 – 21:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 7%

Inclinación: 5°

Orientación: NE

Observaciones: Zona cercana a un camino poco transitado.

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (3m)

- *Ulmus minor* 1
- *Asparagus acutifolius* 1
- *Quercus rotundifolia* 2
- *Quercus coccifera* 2
- *Anacyclus clavatus* +
- *Hypochaeris glabra* +
- *Ononis natrix* 1
- *Genista cinerea* subsp. *Speciosa* +
- *Carthamus lanatus* +
- *Picnomon acarna* +
- *Smilax aspera* 1
- *Rubus ulmifolius* 1
- *Erigeron canadensis* 1
- *Scorpiurus muricatus* +
- *Pistacia terebinthus* 1
- *Retama sphaerocarpa* 2

SIERRA DE SEGURA

9)

Localización: Pontones (1320m) UTM -> 30S 539764 4218610

Fecha: 19-6-2020 (17:00 – 18:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 40%

Inclinación: 5°

Orientación: NE

Observaciones: Nada relevante

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* 2
- *Phaseolus vulgaris* +
- *Asperula aristata* 1
- *Erinacea anthyllis* +
- *Berberis hispanica* 1
- *Quercus rotundifolia* 1
- *Rosa canina* 1
- *Echinopartum boissieri* 1
- *Cytisus scoparius* subsp. *reverchonii* +
- *Acer granatense* +
- *Pistacia terebinthus* +
- *Brachypodium retusum* 1
- *Festuca scariosa* +

SIERRA DE CAZORLA

10)

Localización: Santo Tomé (698m) UTM -> 30S 492441 4209111

Fecha: 18-6-2020 (15:00- 16:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 10%

Inclinación: 10°

Orientación: NO

Observaciones: Zona próxima a un camino agrícola

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (3m)

- *Convolvulus arvensis* +
- *Quercus rotundifolia* 2
- *Anchusa italica* 1
- *Papaver rhoeas* 1
- *Asparagus acutifolius* 1
- *Prunus spinosa* +
- *Helianthus tuberosus* +
- *Chenopodium album* +
- *Campanula lusitanica* 1
- *Quercus coccifera* 2
- *Ononis natrix* 1
- *Medicago sativa* 1
- *Erigeron bonariensis* 1



Figura 10: Hojas de *Quercus coccifera*

11)

Localización: Cazorla (914m) UTM -> 30S 499365 4195706

Fecha: 20-6-2020 (11:00 – 12:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 30%

Inclinación: 10°

Orientación: NO

Observaciones: Zona influenciada por la sierra debido a su proximidad

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (3m)

- *Mentha suaveolens* 1
- *Ballota hirsuta* 1
- *Cytisus scoparius subsp. reverchonii* +
- *Echinopartum boissieri* 1
- *Quercus rotundifolia* 2
- *Prunus spinosa* +
- *Allium roseum* 1
- *Quercus coccifera* 2
- *Urtica dioica* 2
- *Arrhenatherum álbum* 1
- *Ruscus aculeatus* 1
- *Brachypodium retusum* 2
- *Rosmarinus officinalis* 1

ÁREA METROPOLITANA

12)

Localización: Jaén (697m) UTM -> 30S 427287 4180897

Fecha: 20-6-2020 (17:00 – 18:00h)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 5%

Inclinación: 10°

Orientación: NO

Observaciones: Zona próxima a un camino agrícola

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Ecballium elaterium* 2
- *Ballota hirsuta* 2
- *Genista cinerea* subsp. *speciosa* +
- *Asparagus acutifolius* 1
- *Brachypodium retusum* 2
- *Diplotaxis virgata* 2
- *Capparis spinosa* 1
- *Arundo donax* 2
- *Quercus rotundifolia* 1
- *Centaurea melitensis* 1
- *Malva sylvestris* 2
- *Echium vulgare* 1
- *Cirsium arvense* 2
- *Bupleurum fruticosum* 1

13)

Localización: Mancha Real (441m) UTM 30S 449875 4194849

Fecha: 16-6-2020

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 30%

Inclinación: 20°

Orientación: NE

Observaciones: Datos tomados desde una pequeña meseta hasta la orilla de un arroyo

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (2,5m)

- *Echium vulgare* 2
- *Marrubium supinum* 2
- *Convolvulus arvensis* +
- *Eryngium campestre* 1
- *Retama sphaerocarpa* 1
- *Quercus rotundifolia* 2
- *Capparis spinosa* 2
- *Heliotropium europaeum* 1
- *Cirsium arvense* 2
- *Ruta montana* 1
- *Asteriscus aquaticus* 1
- *Centaurea melitensis* 2
- *Scolymus hispanicus* 1
- *Delphinium gracile* +
- *Malva sylvestris* +
- *Mentha suaveolens* +



Figura 11: *Retama sphaerocarpa*

SIERRA SUR

14)

Localización: Alcalá la Real (974m) UTM 30S 417461 4147844

Fecha: 22-6-2020 (11:00 – 12:00)

Superficie: 150m²

Cobertura vegetal: 30%

Inclinación: 15°

Orientación: NE

Observaciones: Zona cercana al pueblo de Alcalá la Real

Plantas: Área de dominio de *Quercus rotundifolia* (3m)

- *Retama sphaerocarpa* 2
- *Quercus rotundifolia* 1
- *Bupleurum fruticosum* 1
- *Pistacia lentiscus* 2
- *Crataegus monogyna* 1
- *Arbutus unedo* 1
- *Acer granatense* +
- *Cirsium arvense* 2
- *Centaurea melitensis* 1
- *Quercus coccifera* 1
- *Echinopartun boissieri* 1
- *Buxus sempervirens* 1
- *Cynara humilis* 1

4.2 Diagramas e índices bioclimáticos

La campiña

El Centenillo es un territorio con un periodo de sequía comprendido desde principio de mayo hasta principio de septiembre, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 32,9°C, por lo que no es excesivamente caluroso. No posee meses de heladas, casi consiguiéndolo en el mes de enero (Temperatura media de las mínimas es de 1,9°C).

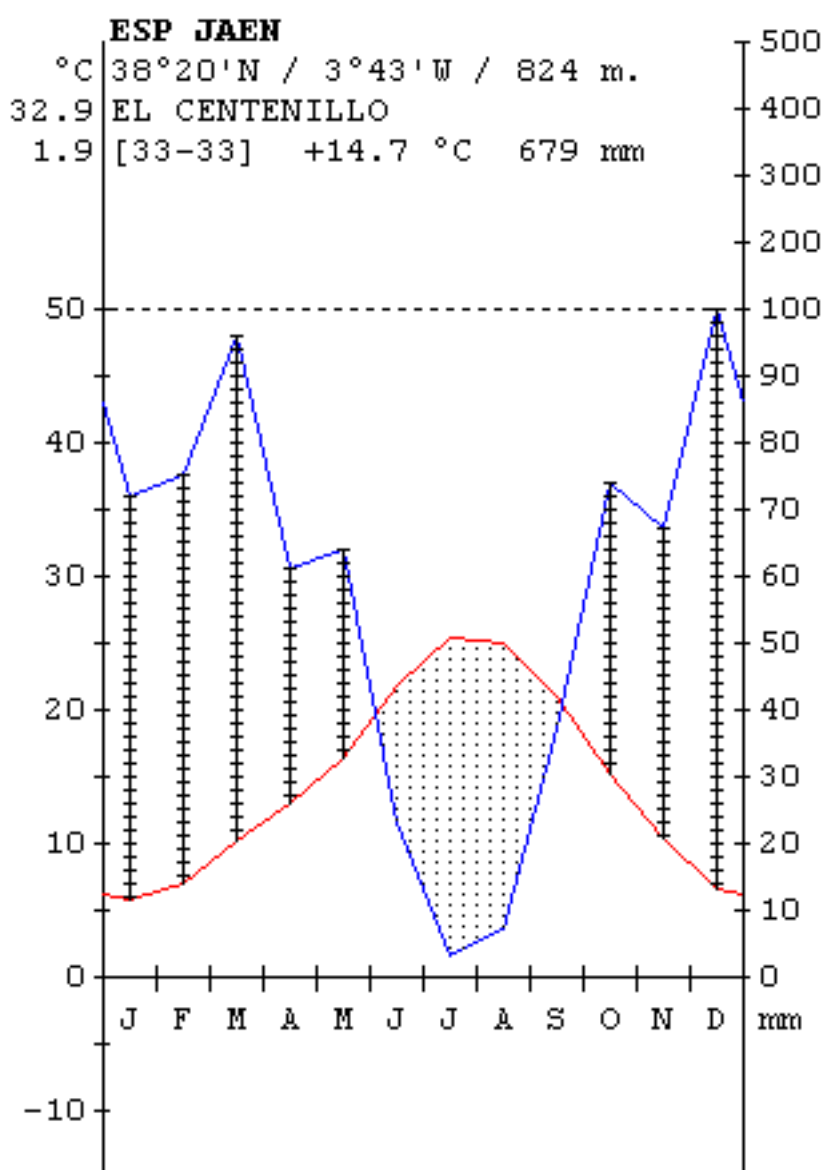


Figura 12: Diagrama climático de El Centenillo (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Sierra morena

Andújar es el municipio con menor altitud de todos los muestreados en la provincia. Esto provoca que sus temperaturas mínimas casi nunca permitan tener meses de heladas (Temperatura media de las mínimas es de 4°C), además de alcanzar una temperatura media máxima muy elevada (36,9°C). Su periodo de sequía va desde mitad de abril hasta septiembre.

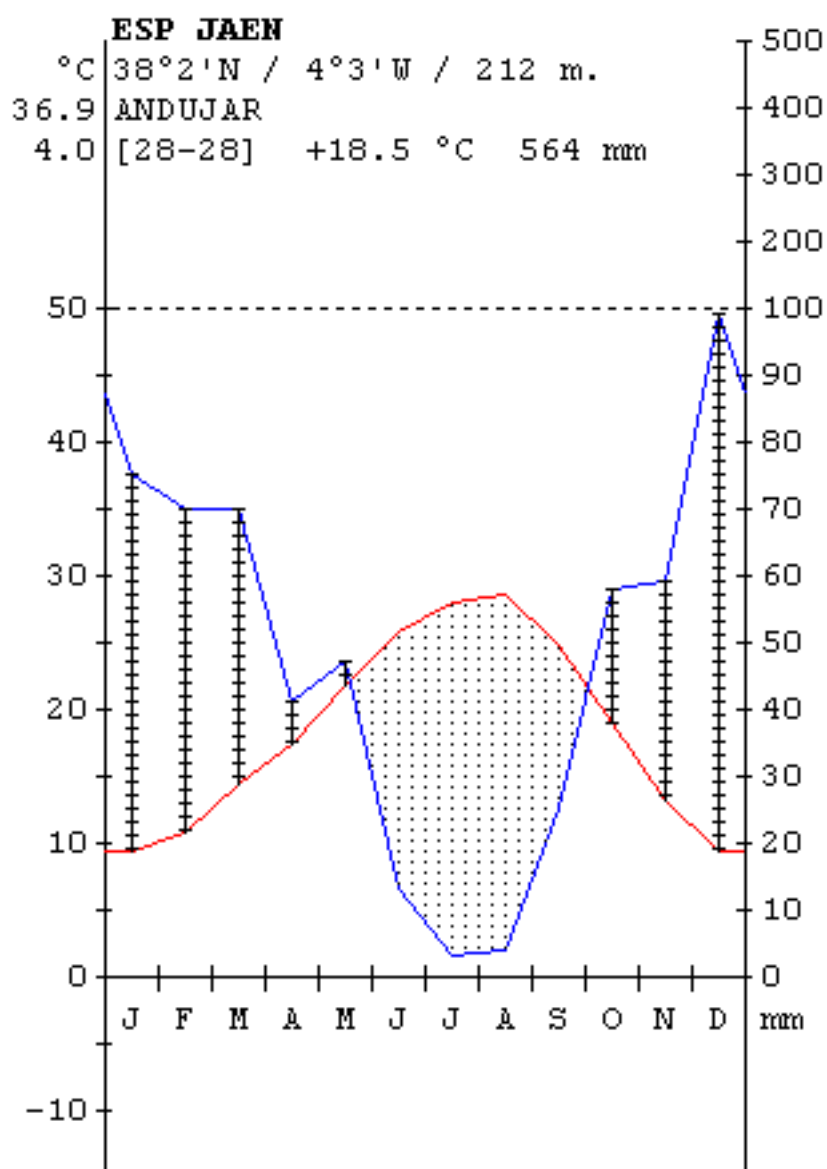


Figura 13: Diagrama climático de Andújar (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

El Condado

Castellar de Santisteban es un territorio con un periodo de sequía comprendido entre mitad de mayo hasta finales de agosto, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 36,4°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas no baja de los 1,4°C.

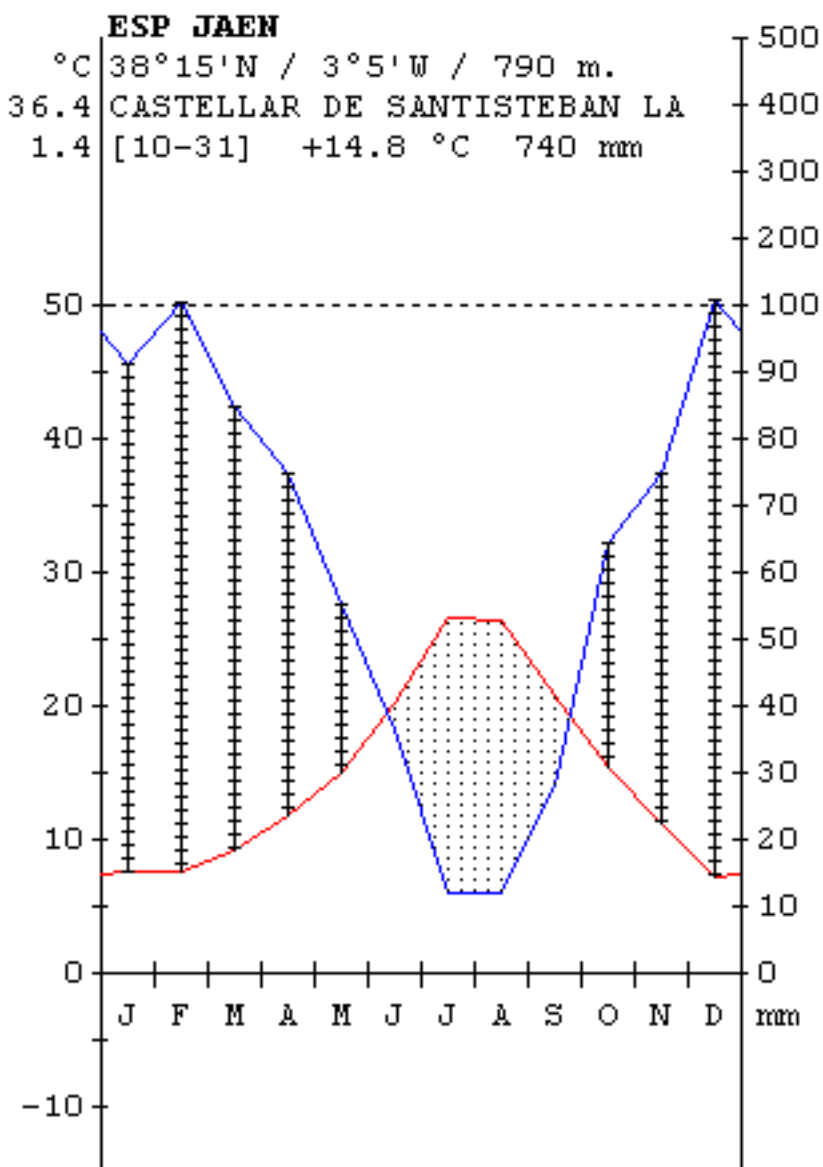


Figura 14: Diagrama climático de Castellar de Santisteban (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Arquillos es el territorio más caluroso de todos los muestreados, con un periodo de sequía comprendido desde mitad de abril hasta mitad de septiembre, siendo, por tanto, el territorio más seco. La temperatura media de las máximas del mes más cálido alcanza los 38,5°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas no baja de los 2,5°C.

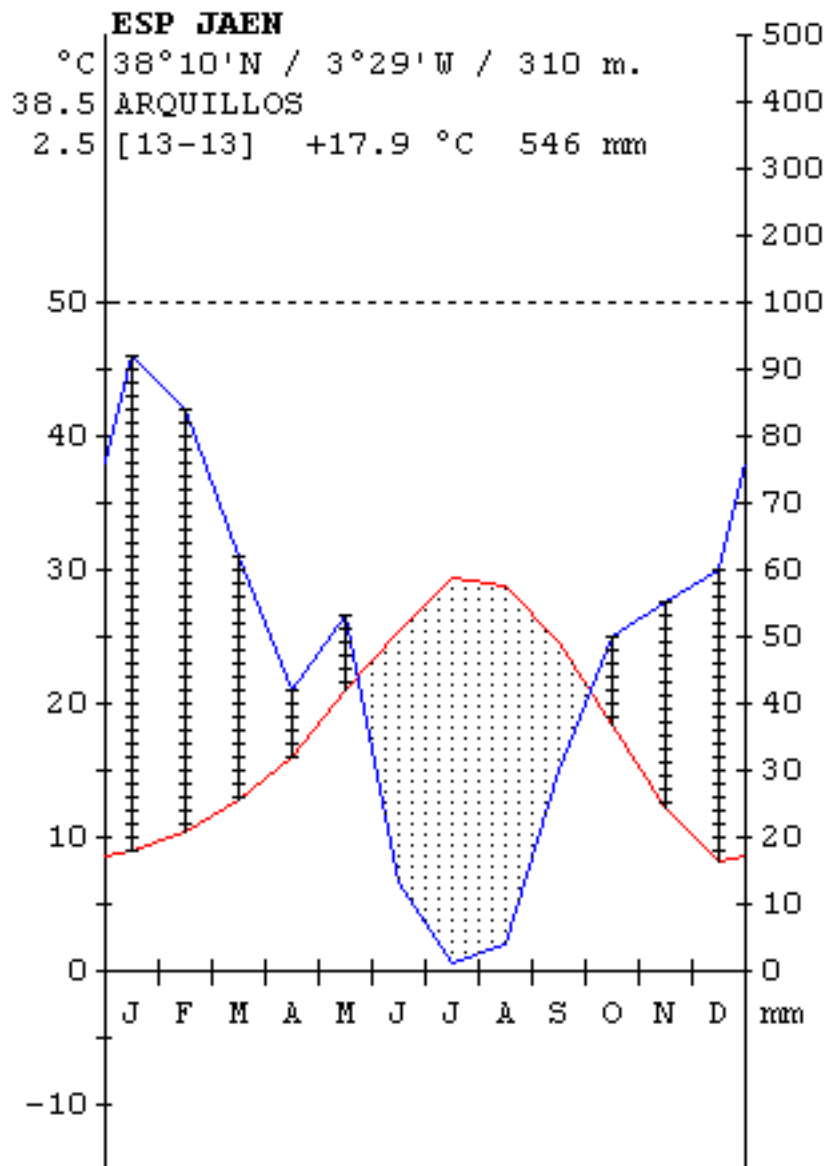


Figura 15: Diagrama climático de Arquillos (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Área metropolitana

Jaén es un territorio con un periodo de sequía comprendido desde mayo hasta finales de agosto, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 34,4°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas no baja de los 4,7°C.

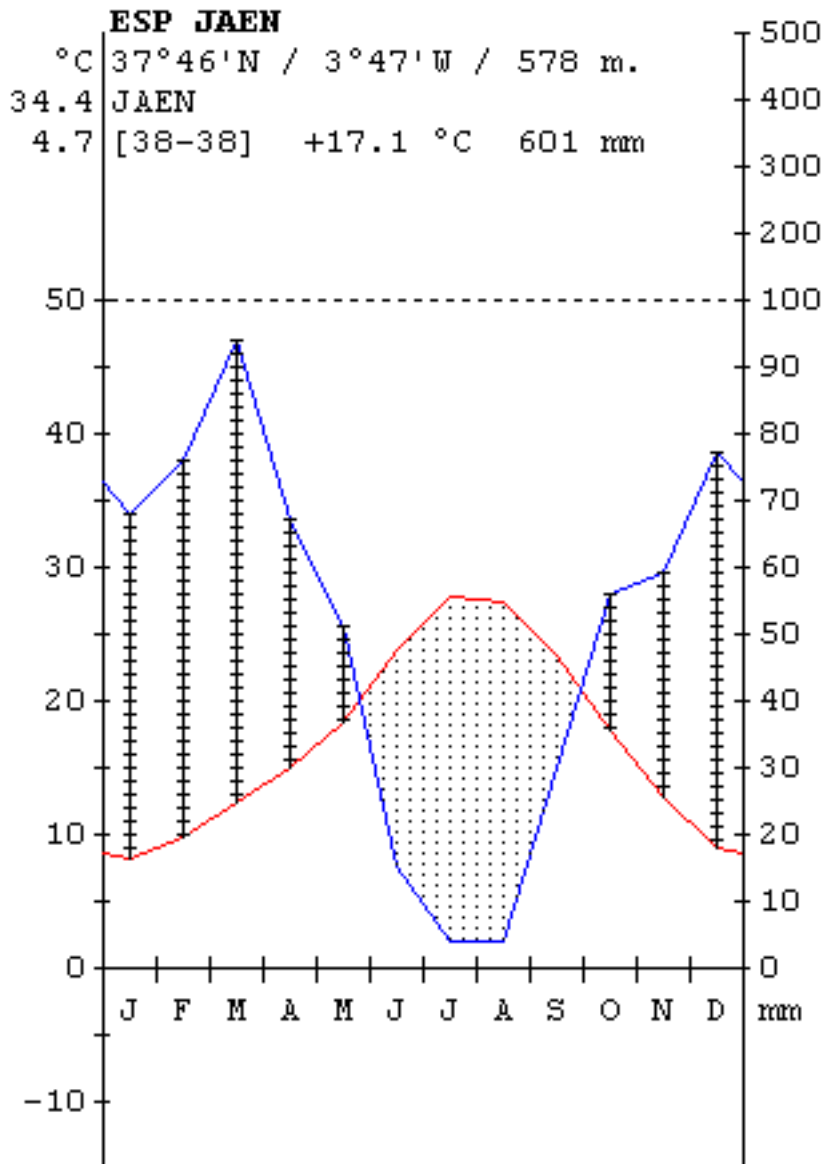


Figura 16: Diagrama climático de Jaén (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Mancha Real es un territorio con un periodo de sequía que abarca desde mitad de mayo hasta mitad de septiembre, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 32,7°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas nunca es menor de los 2,8°C.

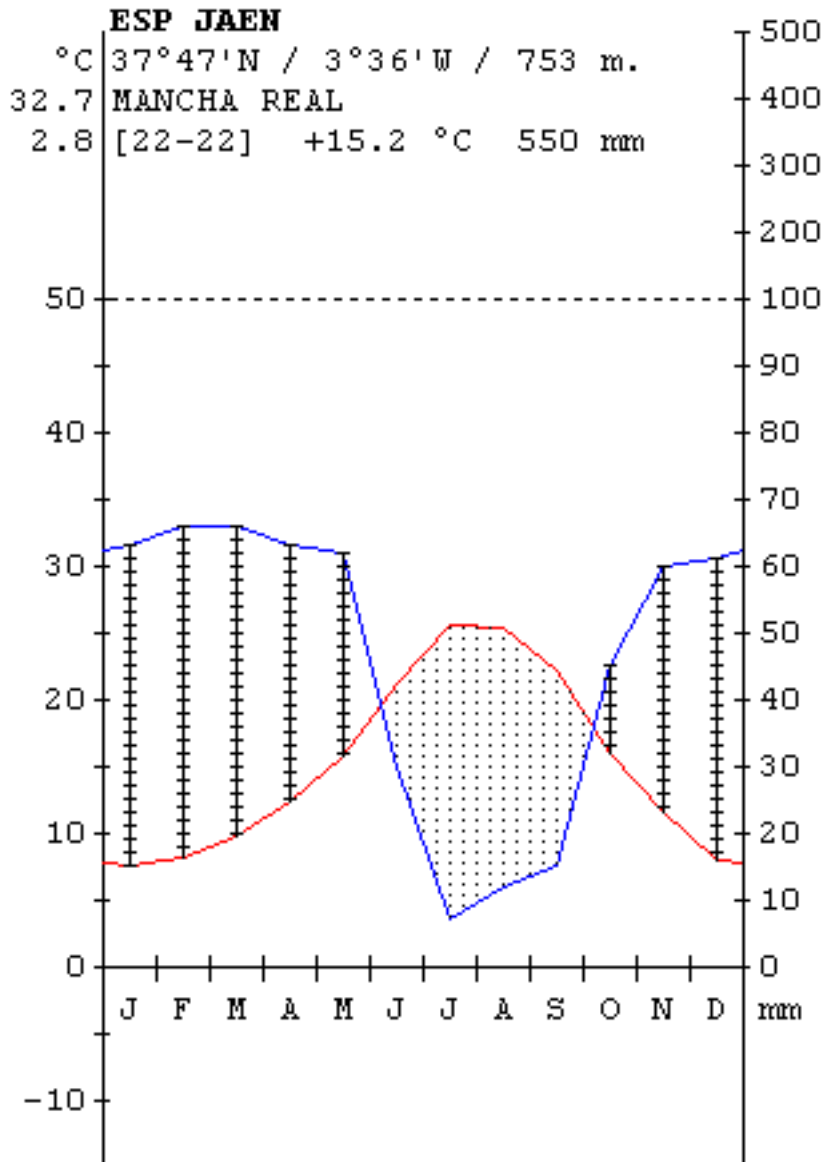


Figura 17: Diagrama climático de Mancha Real (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

La Loma y las Villas

Baeza es un territorio con un periodo de sequía comprendido desde mayo hasta finales de agosto, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 32,1°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas no desciende de los 3,4°C.

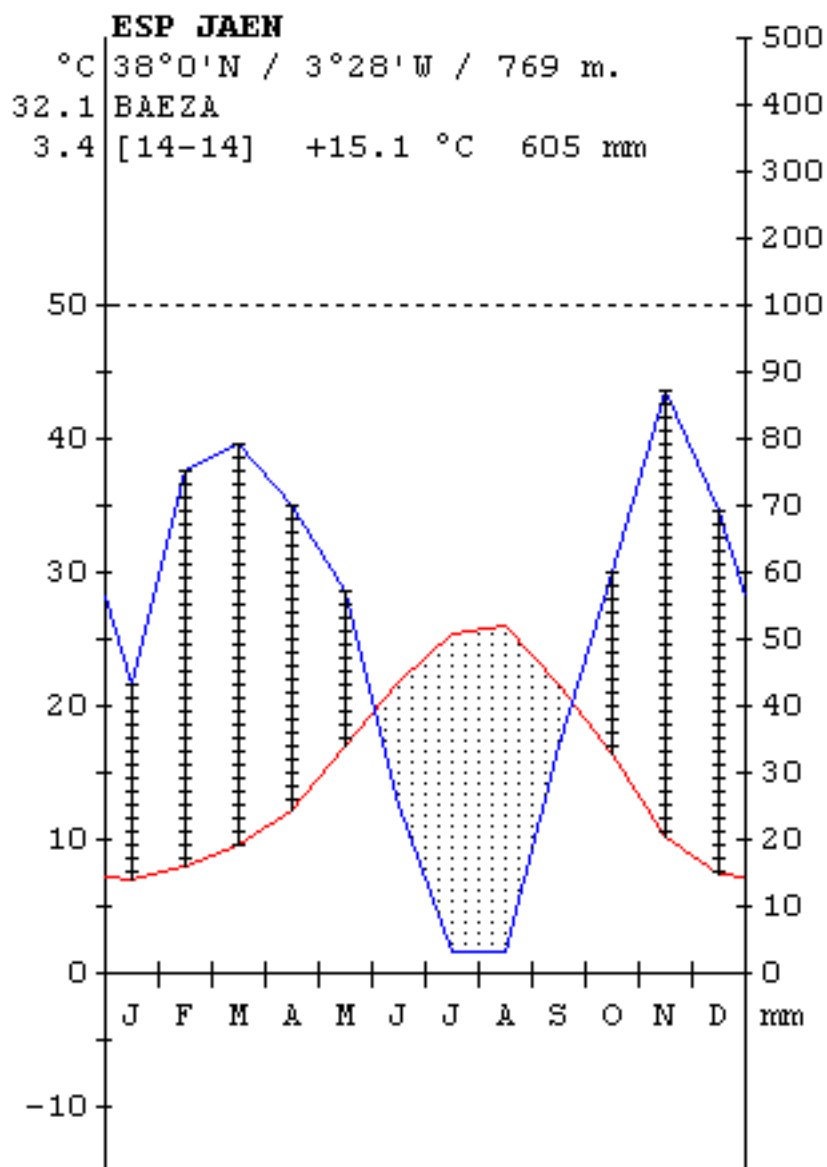


Figura 18: Diagrama climático de Baeza (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Canena es un territorio con un periodo de sequía comprendido entre finales de abril y mitad de septiembre, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 34,9°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas no baja de los 3,1°C.

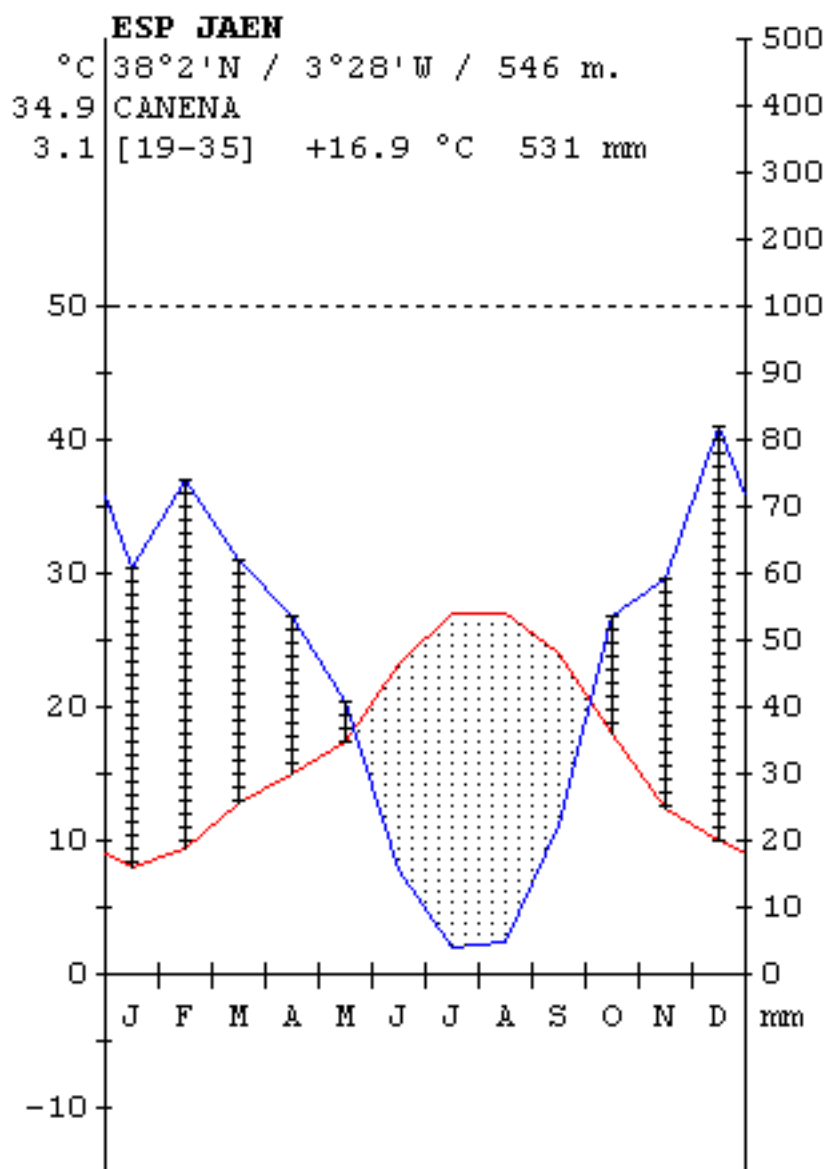


Figura 19: Diagrama climático de Canena (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Sierra Mágina

Bélmez de la Moraleda es un territorio con un periodo de sequía que abarca desde finales de abril hasta principios de septiembre. La temperatura media de las máximas del mes más cálido alcanza los 35,1°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas nunca es inferior de los 1,2°C.

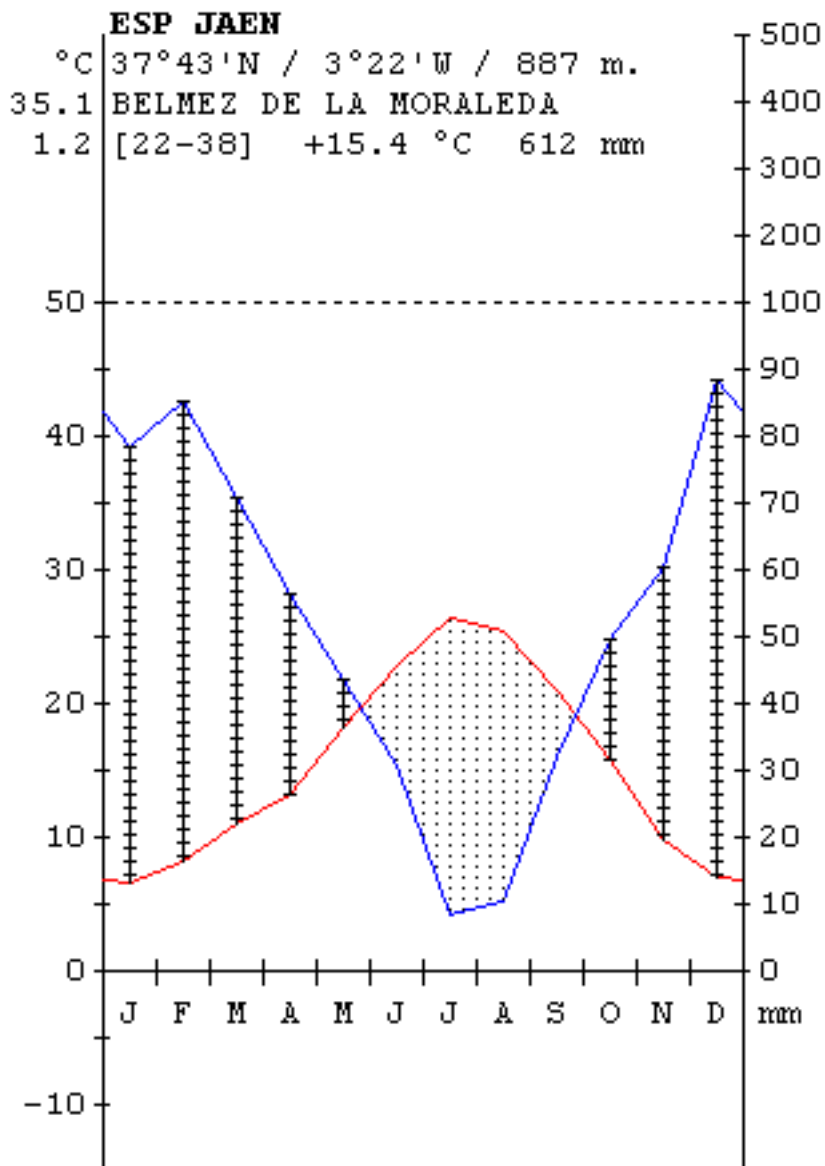


Figura 20: Diagrama climático de Bélmez de la Moraleda(Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Cabra de Santo Cristo es un territorio con un periodo de sequía comprendido desde mayo hasta septiembre, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 31,2°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas nunca baja de los 2,7°C.

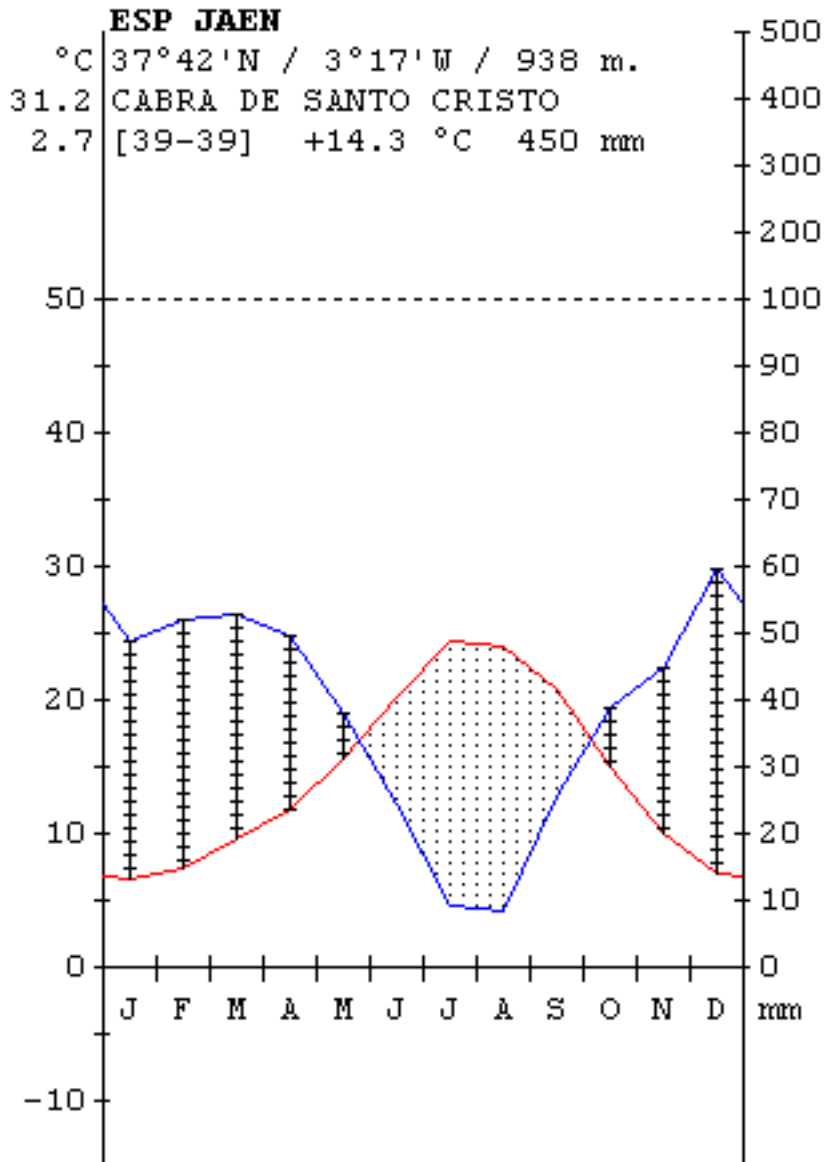


Figura 21: Diagrama climático de Cabra de Santo Cristo (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Sierra Sur

Alcalá la Real es un territorio con un periodo de sequía que abarca desde principios de mayo hasta finales de agosto, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 32,3°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas tampoco baja de los 1,5°C.

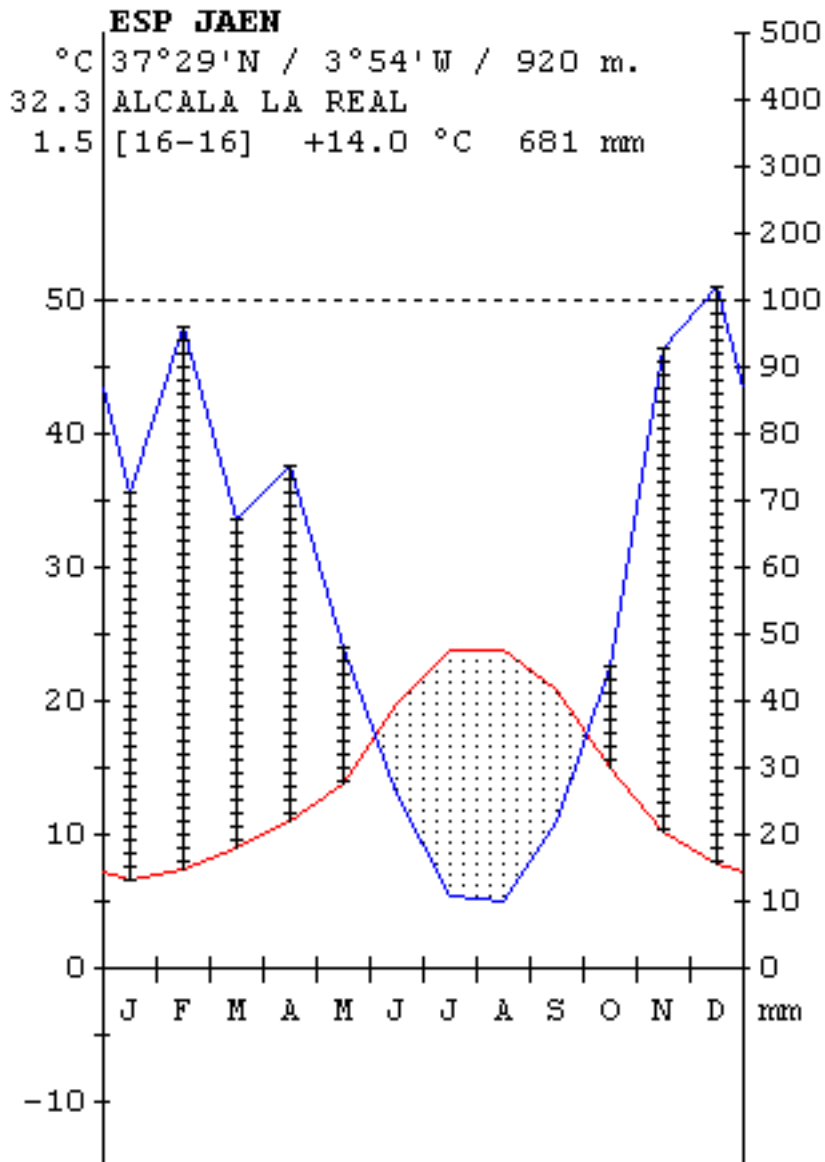


Figura 22: Diagrama climático de Alcalá la Real (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Sierra de Segura

En el territorio de Pontones, se observa el menor periodo de sequía registrado en todos los muestreos, abarcando desde mitad de mayo hasta mitad de agosto, es por ello que se considera como el único territorio con ombroclima húmedo de todos los muestreos, con una temperatura media de las máximas del mes más cálido que no supera los 29,6°C. Además, aparecen heladas desde mitad de noviembre hasta mitad de febrero, siendo el municipio más frío, con una su temperatura media de las mínimas de -2,4°C.

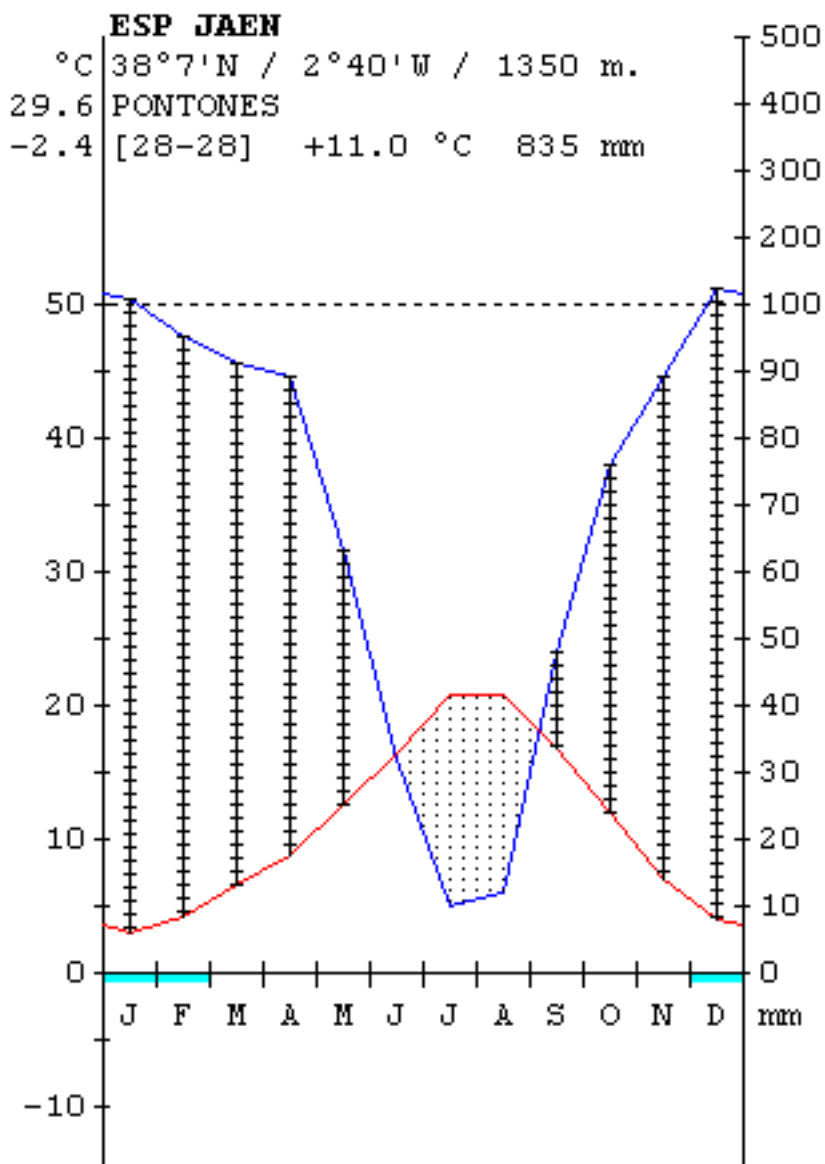


Figura 23: Diagrama climático de Pontones (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Sierra de Cazorla

Cazorla es un territorio con un periodo de sequía que abarca desde mitad de mayo hasta la segunda quincena de agosto, la temperatura media de las máximas del mes más cálido no supera los 33,4°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas tampoco baja de los 1,7°C.

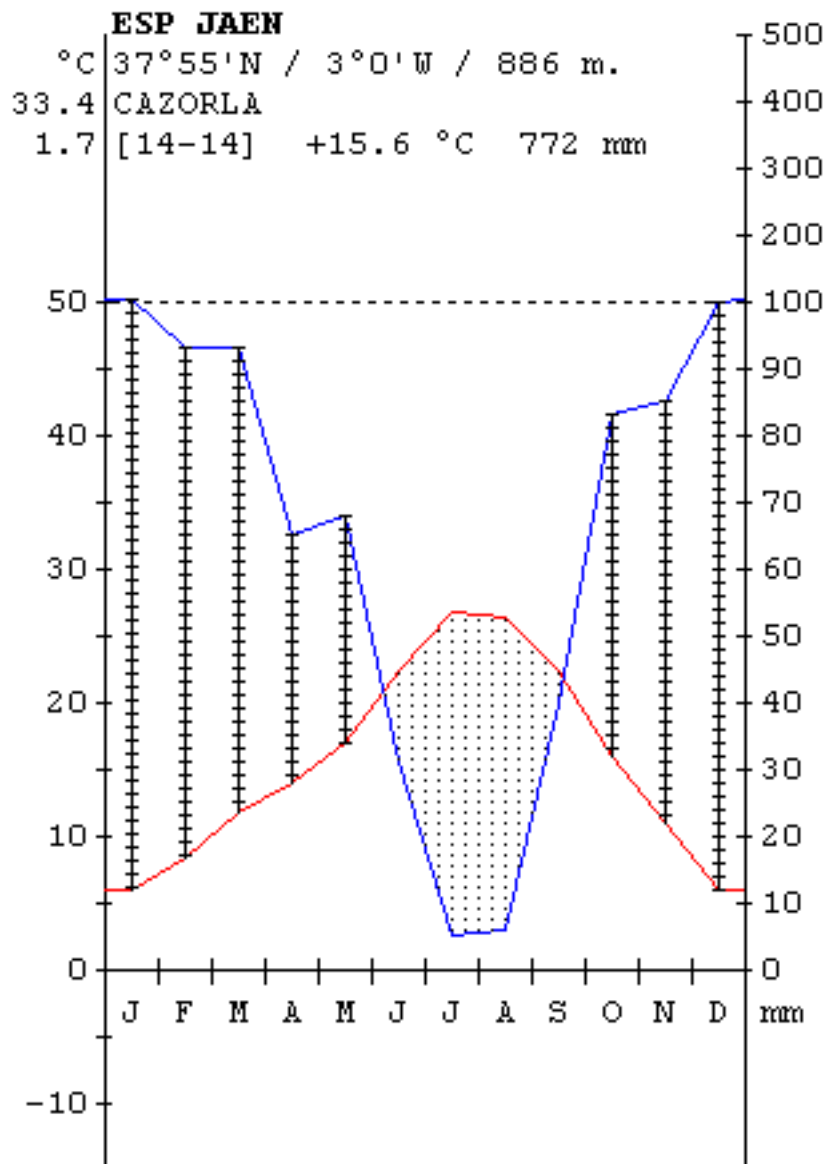


Figura 24: Diagrama climático de Cazorla (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

Santo Tomé es un territorio con un periodo de sequía que abarca desde mitad de abril hasta principios de septiembre, la temperatura media de las máximas del mes más cálido alcanza los 35,5°C. No posee meses de heladas, ya que su temperatura media de las mínimas no desciende de los 3,7°C.

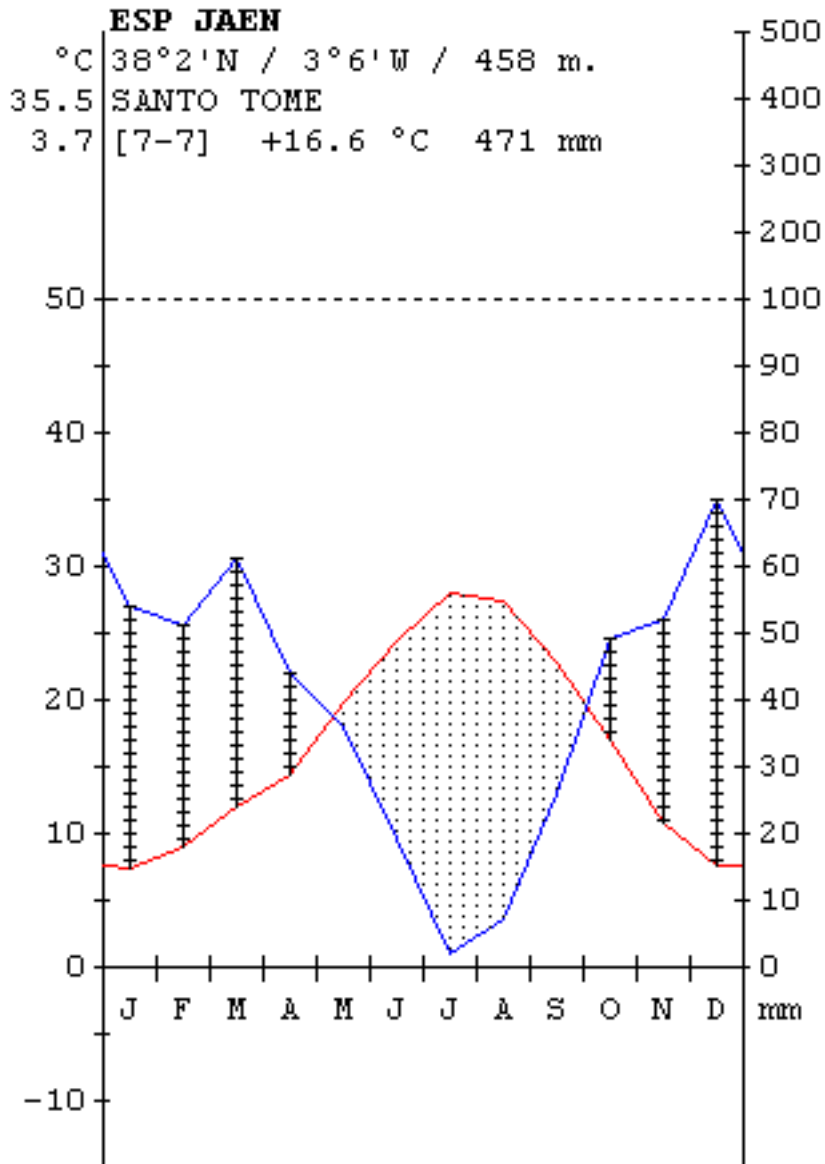


Figura 25: Diagrama climático de Santo Tomé (Fuente: Rivas-Martínez, Centro de Investigaciones Fitosociológicas, Madrid)

A continuación, se elaboró una tabla recopilando datos relevantes para este estudio como la precipitación, altitud y los índices bioclimáticos de interés de las zonas muestreadas:

ESTACIÓN	P	lo	lc	lt	ltc	Alt
Andújar	464	2,14	19,1	336	372	212
Santo Tomé	471	2,36	20,7	312	326	458
Arquillos	546	2,54	21,3	341	361	310
Canena	531	2,61	19	328	333	546
Cabra de Santo Cristo	450	2,63	17,7	275	275	938
Jaén	601	2,94	19,7	334	341	578
Mancha Real	550	3,01	18,1	299	300	753
Bélmez de la Moraleda	612	3,32	19,7	286	294	887
Baeza	605	3,33	19	290	295	769
El Centenillo	679	3,84	19,7	261	270	824
Alcalá la Real	681	4,05	17,3	270	270	920
Castellar de Santisteban	740	4,16	19,3	292	299	790
Cazorla	793	4,7	19	251	256	885
Pontones	909	7,33	16,6	170	170	1350

Tabla 1: Índices bioclimáticos de estaciones meteorológicas cercanas a las zonas de muestreo. (P = Precipitación positiva; lo = Índice ombrotérmico; lc = Índice de continentalidad; lt = Índice de termicidad; ltc = Índice de termicidad compensado Alt = Altura respecto al nivel del mar en metros.

4.3 Identificación de las series de vegetación existentes en Jaén

Tras identificar los bioindicadores termo y ombroclimáticos encontrados en cada muestreo, se establecieron las series de vegetación existentes en cada zona, llegando a las siguientes conclusiones:

El Centenillo:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Arbutus unedo* y *Quercus suber* como subhúmedo-hiperhúmedo; *Pistacia lentiscus* y *Quercus coccifera* como semiárido-subhúmedo y *Cistus ladanifer* como seco-húmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* y *Quercus coccifera* con termotipo termo-supramediterráneo *Cistus ladanifer*, *Rosmarinus officinalis*, *Arbutus unedo* y *Pistacia lentiscus* como termo-mesomediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo seco-subhúmedo.

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación termófila con Pistacia lentiscus.*

Andújar:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Ceratonia siliqua* con ombrotipo semiárido-subhúmedo, *Cistus ladanifer* como seco-húmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* con termotipo termo-supramediterráneo, *Smilax aspera* y *Nerium oleander* con termomesomediterráneo, *Ceratonia siliqua* como termomediterráneo estricto.

Termotipo y ombrotipo: Termomediterráneo superior seco.

Serie de vegetación: *Rhamno oleoidis-Quercus rotundifoliae* S.

Baeza:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Ulmus minor* como seco-subhúmedo, *Capparis spinosa* como semiárido-seco.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* con termotipo termo-supramediterráneo, *Brachypodium retusum* y *Ulmus minor* como termomesomediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo seco.

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación típica.*

Canena:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Capparis spinosa* como indicador de semiárido-seco, *Quercus coccifera* y *Ballota hirsuta* como semiárido-subhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus coccifera* y *Quercus rotundifolia* con termotipo termo-supramediterráneo, *Pistacia lentiscus*, *Asteriscus aquaticus* y *Ballota hirsuta* como termo-mesomediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: mesomediterráneo seco.

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Querco rotundifoliae* S. *Faciación típica.*

Cabra de Santo Cristo:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Capparis spinosa* como indicador de semiárido-seco; *Quercus coccifera* y *Retama sphaerocarpa* como semiárido-subhúmedo y *Bupleurum fruticosum* como seco-subhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus coccifera* y *Quercus rotundifolia* como indicador de termotipo termo-supramediterráneo, *Phlomis lychnitis* y *Retama sphaerocarpa* del termo-mesomediterráneo. *Daphne gnidium* como mesomediterránea estricta.

Termotipo y ombrotipo: mesomediterráneo seco.

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Querco rotundifoliae* S. *Faciación termófila con Pistacia lentiscus.*

Bélmez de la Moraleda:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Medicago sativa* como seco y *Glycyrrhiza glabra* como subhúmedo-húmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* como indicador de termotipo termo-supramediterráneo, *Cistus clusii* como termo-mesomediterráneo, *Medicago sativa* y *Daphne gnidium* como mesomediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: mesomediterráneo seco-subhúmedo

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación típica*

Castellar de Santisteban:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Quercus coccifera* con ombrotipo semiárido-subhúmedo, *Ulmus minor* como seco-subhúmedo, *Pistacia terebinthus* como subhúmedo-húmedo.

Termoclimáticas: *Quercus coccifera* y *Quercus rotundifolia* con termotipo termo-supramediterráneo, *Retama sphaerocarpa*, *Ulmus minor* y *Smilax aspera* como termo-mesomediterráneo y *Genista cinerea subsp. speciosa* como meso-supramediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo inferior seco-subhúmedo

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación termófila.*

Arquillos:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Quercus coccifera* con ombrotipo semiárido-subhúmedo, *Capparis spinosa* como semiárido-seco.

Termoclimáticas: *Quercus coccifera* con termotipo termo-supramediterráneo, *Rosmarinus officinalis* y *Pistacia lentiscus* como termo-mesomediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo inferior seco

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación termófila* con *Pistacia lentiscus*.

Pontones:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Pistacia terebinthus* y *Festuca scariosa* como subhúmedo-húmedo. *Festuca scariosa* como húmedo-hiperhúmedo y *Cytisus scoparius subsp. reverchonii* como seco-subhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* con termotipo termo-supramediterráneo, *Cytisus scoparius subsp. reverchonii* como meso-supramediterráneo, *Pinus nigra subsp. salzmannii*, *Acer granatense* y *Berberis hispanica* del meso al oromediterráneo y *Erinacea anthyllis* desde el supra al oromediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: supramediterráneo subhúmedo-húmedo

Serie de vegetación: *Berberido hispanicae-Quercus rotundifoliae* S.

Santo Tomé:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Pistacia lentiscus* y *Quercus coccifera* como semiárido-subhúmedo, *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna* como subhúmedo-hiperhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* y *Quercus coccifera* con termotipo termo-supramediterráneo, *Retama sphaerocarpa*, y *Pistacia lentiscus* y como termo-mesomediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo seco-subhúmedo

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación típica.*

Cazorla:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Ballota hirsuta*, *Pistacia lentiscus* y *Quercus coccifera* como semiárido-subhúmedo, *Cytisus scoparius subsp. reverchonii* como seco-subhúmedo, *Cistus laurifolius* como subhúmedo-hiperhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia*, *Brachypodium retusum*, *Rosmarinus officinalis* y *Quercus coccifera* con termotipo termo-supramediterráneo, *Ballota hirsuta* y *Pistacia lentiscus* como termo-mesomediterráneo,, *Cytisus scoparius subsp. reverchonii* como meso-supramediterráneo

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo subhúmedo

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación termófila con Pistacia lentiscus*

Alcalá la Real:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Pistacia lentiscus* y *Quercus coccifera* como semiárido-subhúmedo, *Arbutus unedo* y *Crataegus monogyna* como subhúmedo-hiperhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* y *Quercus coccifera* con termotipo termo-supramediterráneo, *Retama sphaerocarpa*, *Arbutus unedo* y *Pistacia lentiscus* y *Acer granatense* como termo-mesomediterráneo. *Crataegus monogyna* como meso-supramediterráneo

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo seco-subhúmedo

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Querco rotundifoliae* S. *Faciación típica.*

Jaén:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Capparis spinosa* como indicador de semiárido-seco, *Ballota hirsuta* como semiárido-subhúmedo y *Bupleurum fruticosum* como seco-subhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* con termotipo termo-supramediterráneo, *Ballota hirsuta* con termo-mesomediterráneo, *Genista cinerea subsp. speciosa* como meso-supramediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo seco

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Querco rotundifoliae* S. *Faciación típica.*

Mancha Real:

Especies bioindicadoras:

Ombroclimáticas: *Capparis spinosa* y *Delphinium gracile* como indicadora de ombrotipo semiárido-seco, *Retama sphaerocarpa* como semiárido-subhúmedo.

Termoclimáticas: *Quercus rotundifolia* con termotipo termo-supramediterráneo, *Retama sphaerocarpa* y *Heliotropium europaeum* como termo-mesomediterráneo y *Ruta montana* como meso-supramediterráneo y *Asteriscus aquaticus* como mesomediterráneo.

Termotipo y ombrotipo: Mesomediterráneo Seco-subhúmedo

Serie de vegetación: *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* S. *Faciación típica*

4.4 Variedades de olivo existentes

Existen numerosas variedades de olivo, cada una adaptada a diferentes condiciones bioclimáticas, las variedades estudiadas para este trabajo fueron las siguientes:

- Variedad Picual

Variedad que origina la mayoría de la producción de aceite de oliva, con un $lo = 3,6 - 4,6$, $lc = 18 - 20$ e $lt/lc = 280/400$, la coloca en un óptimo situado en el termomediterráneo superior y mesomediterráneo inferior. Es una variedad ideal para soportar heladas de 1 o 2 meses, por ello va bien en el mesomediterráneo inferior, sin embargo, su afección por las sequías es notable, por lo que siempre conviene situarla en zonas con ombrotipo seco/subhúmedo. No se ve afectada ante la diferencia de suelos ácidos o básicos, pero no va bien en suelos con una elevada cantidad de arcilla (vertisoles), donde hay una ETP elevada y una CR baja, comportándose como si fuesen semiáridos. Donde $lo > 4,6$, es muy susceptible a ser atacada por el repilo, *Spilocaea oleagina*, por lo que los cultivos de dichos territorios presentan un alto coste económico y ambiental para mantener una producción rentable.

Para que se encuentre en su óptimo ecológico debe de estar en áreas ocupadas por las siguientes series: 1) *Pyro bourgaeanae-Quercus rotundifoliae* s. faciación termófila con *Myrtus communis*. 2) *Paeonio coriaceae-Quercus rotundifoliae* s. faciación termófila con *Pistacia lentiscus*. 3) *Viburno tini-Quercus fagineae* s.4) *Myrtus communis- Quercus rotundifoliae* s. 5) *Rhamnus oleoides-Quercus rotundifoliae* (Cano y Cano-Ortiz., 2016).

- Variedad Cornicabra

Su óptimo se puede encontrar en el mesomediterráneo superior y supramediterráneo inferior, con valores de $lo = 2.6 - 3.6$, $lc = 20 - 22$ e $lt/lc = 210/280$. Un inconveniente es su gran sensibilidad al repilo, por lo que no debe localizarse en lugares con lo superior a 3.6. Por el contrario, es una variedad que aguanta heladas de hasta 3 o 4 meses, también soporta bien la sequía, por lo que conviene situarlas en zonas con un ombrotipo seco. Su óptimo se encuentra en las series: 1) *Pyro-Quercus rotundifoliae* s. 2) *Arparago-Quercus rotundifoliae* s., pudiendo ser cultivado al norte y noreste de la provincia de Jaén. (Cano et al., 2004).

- Variedad Hojiblanca

Con un $lo = 2.6 - 3.6$, $lc = 17 - 18$ e $lt/lc = 350/400$ hace que su óptimo sea termomediterráneo superior y ombrotipo seco. Va bien en ombrotipos secos, por lo que tampoco aguanta los $lo > 3.6$ al ser sensible al repilo, tuberculosis y verticilosis, y aunque es indiferente edáfica prefiere suelos calizos, además, es una variedad que no acepta el frío, por lo que se debe colocar en zonas con menos de 1 o 2 meses de heladas.

Su óptimo se encuentra en las series: 1) *Rhamnus oleoides-Quercus rotundifoliae* s. 2) *Myrtus communis-Quercus rotundifoliae* s, pudiendo llegar al *Paeonio-Quercus rotundifoliae* s. faciación termófila con *Pistacia lentiscus*, por lo que puede ser cultivada en los territorios provinciales más térmicos (Cano et al., 2003).

- Variedad Morisca

Variedad mejor adaptada en el termomediterráneo superior seco, pudiendo alcanzar zonas con termotipo mesomediterráneo inferior, no soporta más de un mes de heladas, por lo que se encuentra en zonas con un $lo = 2.6 - 3.6$, $lc = 16 - 18$, $lt/lc = 280/400$. Esta variedad resiste muy bien la sequía y los terrenos calizos.

Por ello, aparece en la serie de los encinares del *Pyro-Quercus rotundifoliae* s. faciación basófila y faciación termófila, o en la serie del *Myrto-Quercus rotundifoliae* s. (Cano *et al.*, 2004).

- Variedad Manzanilla

Esta variedad está destinada fundamentalmente a la producción de aceituna de mesa, localizándose en su mayoría por los territorios de Badajoz y Sevilla. Es bastante débil ante el frío, por ello su óptimo debe situarse en termomediterráneo, aunque puede irradiar al mesomediterráneo inferior. Su sensibilidad al repilo, tuberculosis y verticilosis, la restringe a zonas con un ombrotipo seco, con $lo = 2.6 - 3.6$, $lc = 15 - 17$ e $lt/lc = 280/450$, es fácil de encontrar en las mismas series de vegetación que la variedad morisca, ya que ambas pueden coexistir. (Cano *et al.*, 2003).

- Variedad Gordal

Esta variedad necesita ciertas horas de bajas temperaturas para su floración, lo que la convierte en la variedad más resistente al frío. Esta cualidad, junto con su resistencia al repilo hace que su óptimo sea mesomediterráneo de ombrotipo seco/subhúmedo. Por tanto, se sitúa en lugares con valores de $lo = 3.6-4.6$, $lc = 18-20$ e $lt/lc = 210/350$.

Debe de cultivarse en áreas con las mismas series que las variedades Picual y Hojiblanca. (Cano *et al.*, 2003).

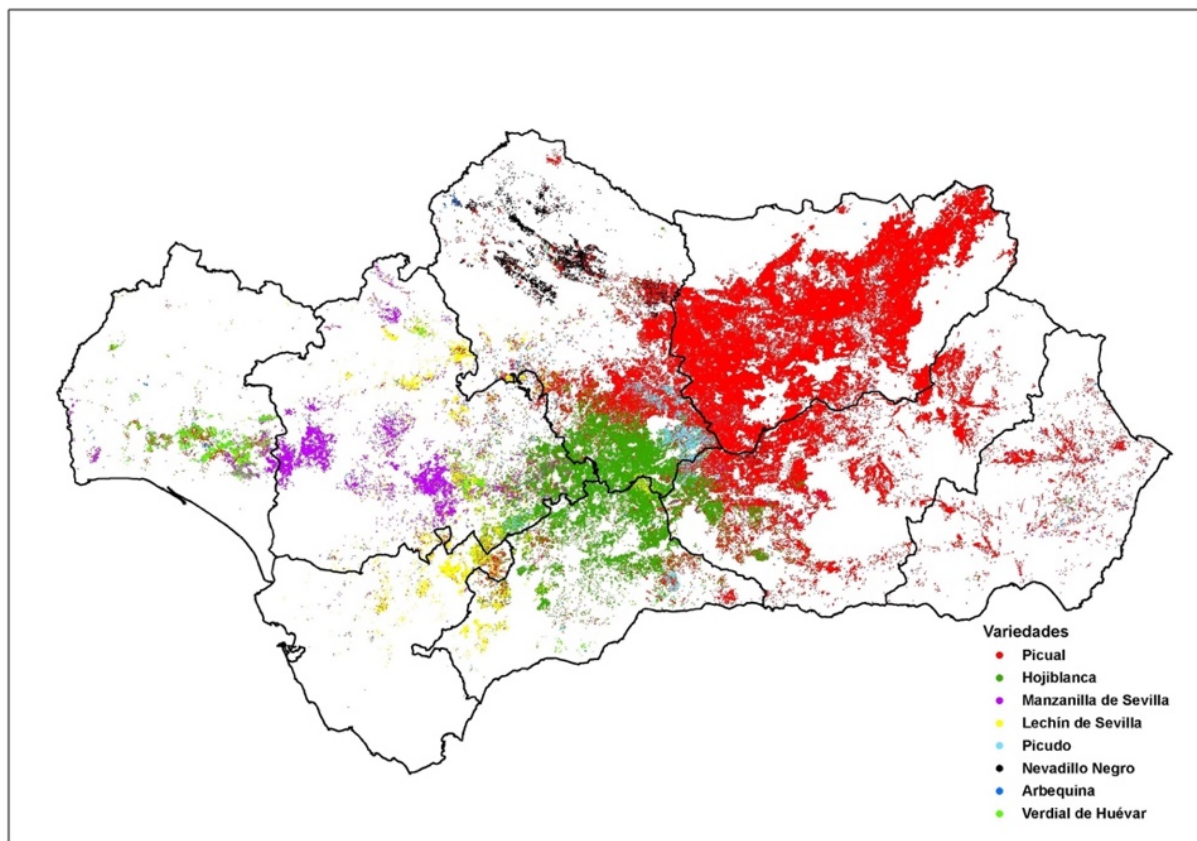


Figura 26: Distribución de las variedades del olivo en Andalucía. (Fuente: Modelo de explotaciones olivareras. Dpto de Prospectiva. Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural).

4.5 Establecimiento de áreas de máxima producción agrícola

Una vez identificada la serie de vegetación existente en cada territorio, conocidos sus índices bioclimáticos y la ecología de cada variedad, se elaboró una tabla localizada en el ANEXO (tabla 4), donde aparece la relación existente entre el índice ombrotérmico (Io), índice de continentalidad (Ic) y termo-ombroclima en las diferentes variedades de *Olea europaea* y las zonas muestreadas, con el fin de encajar estas variedades de olivo en los territorios con condiciones más óptimas para su desarrollo, llegando a las siguientes conclusiones:

La variedad picual alcanza su óptimo en los territorios de Castellar de Santisteban y El Centenillo, con índices bioclimáticos, termotipo y ombrotipo idóneos para su ecología. También evoluciona bastante bien en territorios con series de vegetación dominante de *Rhamno oleoidis-Quercu rotundifoliae s* (Andújar), *Paeonio coriaceae-Quercu rotundifoliae S. Faciación típica* (Santo Tomé, Canena, Jaén, Mancha Real, Baeza, Bélmez de la Moraleda y Alcalá la Real) y *Paeonio coriaceae-Quercu rotundifoliae S. Faciación termófila* con *Pistacia lentiscus* (Arquillos). En menor medida podría ser productiva en Cazorla y Pontones, aunque esta producción no sería óptima por los alto niveles de humedad que aumentan los daños por repilo, este hecho hace que su cultivo no sería rentable.

La variedad cornicabra no parece ser idónea para su cultivo en la provincia debido a la ausencia de territorios que cumplan con sus requisitos ecológicos, aunque podría prosperar en territorios más al norte.

La variedad hojiblanca adquiere unas condiciones muy favorables en el término de Cabra de Santo Cristo, aunque también puede ser productiva donde aparezcan las series *Rhamno oleoidis-Quercu rotundifoliae s* (Andújar), o *Paeonio coriaceae-Quercu rotundifoliae S. Faciación termófila* con *Pistacia lentiscus* (Arquillos).

La variedad morisca va bien en el término de Cabra de Santo Cristo, donde las condiciones bioclimáticas encajan, también puede prosperar en territorios termomediterráneos secos de Andújar.

La variedad manzanilla no está distribuida por la provincia de Jaén, aunque podría ocupar los mismos territorios y coexistir con la variedad morisca (Cabra de Santo Cristo y Andújar), aunque su productividad sería escasa.

La variedad gordal parece encajar en áreas ocupadas por las mismas series que las variedades Picual y Hojiblanca, es decir en territorios como Castellar de Santisteban, El Centenillo, Santo Tomé, Cabra de Santo Cristo, Bélmez de la Moraleda, Jaén, Mancha Real, Canena, Arquillos y Baeza, aunque parece alcanzar su óptimo en territorios termomediterráneos de Andújar.

5. DISCUSIÓN

Desde hace varios años, la mayor parte de las tierras agrícolas del territorio jiennense están ocupadas por el cultivo del olivar, aún así, se conoce que aún siguen conviviendo con otras explotaciones de muy diversa índole. Esto ocurre principalmente por la plantación del olivo en territorios de varios ambientes bioclimáticos, acción que ocasiona una gran variación de la producción por hectárea.

Tradicionalmente, en términos de propiedad, el cultivo del olivar siempre ha sido cultivado en pequeñas explotaciones y, aunque actualmente su monocultivo va en auge, es cierto que el tamaño medio de la explotación no suele alcanzar las 4 hectáreas, el 92% de las fincas no superan las 10 hectáreas, ocupando el 56% del área total. Por otro lado, únicamente el 2,8% supera las 20 hectáreas, ocupando el 22% de la superficie cultivada total (Sanchez Martinez D. J. y Paniza Cabrera A., 2015). Los denominados latifundios (superficies de cultivo de más de 100 hectáreas), quedan reducidos a un 6% del total de superficie y se encuentran muy distantes entre sí.

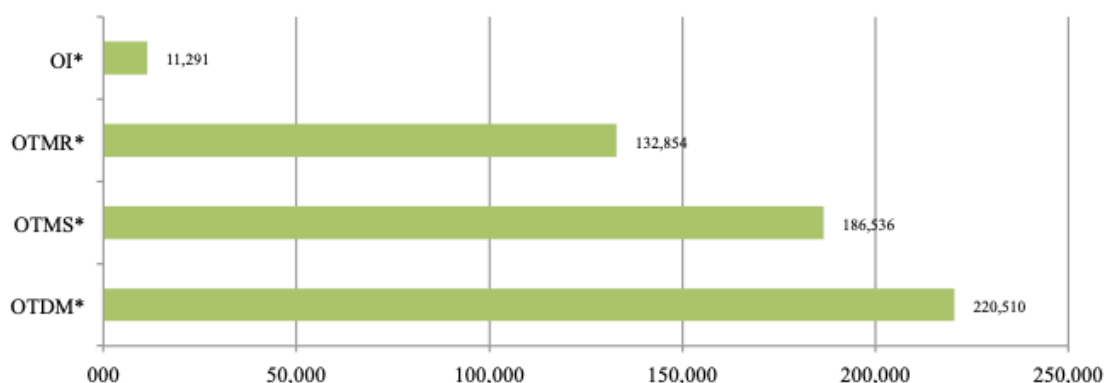


Figura 27: Superficie (hectáreas) ocupada por las diferentes formas de producción del olivo en la provincia de Jaén : OTDM: Olivar tradicional de difícil mecanización. OTMS: Olivar tradicional mecanizable en secano. OTMR: Olivar tradicional mecanizable en regadío. OI: Olivar intensivo. (Fuente: Sanchez Martinez D. J. y Paniza Cabrera A., 2015).

Esta imagen demuestra la dominancia familiar del cultivo por encima de las grandes empresas que, aún con la creciente intensificación del cultivo, no ha podido imponerse.

Actualmente, esta dominancia por parte de la pequeña empresa familiar, junto con la caída del precio del aceite de oliva, dejan en un segundo plano la idea de mejorar la actual planificación del cultivo del olivar, debido a que estas acciones suponen proyectos y estudios que no parecen ser rentables para las pequeñas entidades.

Por ello, es necesario que sean las propias instituciones autonómicas y nacionales las que tomen mano en el asunto y generen nuevas leyes con un enfoque científico-tecnológico encaminadas a una mejor planificación del cultivo del olivar, destinadas a un desarrollo sostenible que reduzca el impacto económico y ambiental.

Con respecto a las variedades de olivo existentes en Jaén, los resultados de este trabajo demuestran que la variedad picual es la que mejor rentabilidad produce y es la más cultivada en este momento en toda la provincia. Esto no debe generalizarse a todo el territorio jiennense, debido a la variedad bioclimática existente en Jaén. Por un lado, podemos encontrar zonas con una continentalidad elevada como Arquillos ($I_c = 21,3$) y otras con este factor menos pronunciado como Pontones ($I_c = 16,6$), también aparecen grandes cambios con respecto a la ombrotermicidad, encontrando un $I_o = 2,14$ en Andújar y $7,33$ en Pontones, o la termicidad, con un $I_t = 170$ en Pontones y 336 en Andújar.

Por lo tanto, se considera fundamental el uso de la bioclimatología, mediante el estudio de plantas bioindicadoras que demuestren las condiciones climáticas y generar los índices bioclimáticos de cada zona para establecer un modelo de desarrollo sostenible, con el fin de que cada variedad pueda ocupar su nicho bioclimático más adecuado.

Otro factor a tener en cuenta, es la presencia de numerosos inconvenientes ambientales generados por el monocultivo productivista actual, entre ellos la elevada erosión edáfica, el uso descontrolado de pesticidas y herbicidas contaminando acuíferos y embalses de agua o la simplificación del cultivo del olivar hasta convertirse en el llamado “desierto del olivar”, donde la biodiversidad queda reducida a niveles mínimos (Sánchez y Gallego., 2008).

En este sentido, el número de ayudas actuales se consideran bastante escasas, afirmando los hechos que los intentos de ecologizar el olivar han sido muy limitados, por ello, actualmente, el número de cultivos gestionados bajo métodos ecológicos es bastante reducido, este fenómeno ha sido apreciable en este trabajo a la hora de localizar plantas bioindicadoras, tarea que ha resultado más laboriosa en ciertas zonas de la provincia donde este monocultivo es más evidente.

En definitiva, este trabajo trata de buscar solución a una de las graves carencias ambientales que tiene actualmente el olivar, para transformarlo en un cultivo que mantenga una elevada biodiversidad, no sobreexplota los recursos naturales, y sea capaz de producir un alimento de calidad como es el aceite bajo el mínimo coste posible.

6. CONCLUSIONES:

- I. Los resultados obtenidos en este trabajo colocan a la variedad picual como la más adaptada en la mayoría del territorio jiennense, por ello no es de extrañar que sea la variedad más cultivada, siendo la elección que mayor beneficio tanto económico como productivo proporciona bajo un cultivo de secano, sin necesidad de costes extras de riego.
- II. Como segunda opción aparecen las variedades hojiblanca, gordal y morisca, aunque quedan restringidas a zonas concretas de la provincia, por lo que su producción y beneficio se prevé menor que la variedad picual.
- III. Las variedades manzanilla y cornicabra no parecen prosperar idóneamente en el territorio de Jaén, por lo que su cultivo no es rentable.

CONCLUSSIONS:

- I. The results derived from this paper show the Picual variety as the most adapted in most of the Jaen territory, therefore it is not surprising that it is the most cultivated variety, being therefore the choice that most benefits both economically as productive it provides under a rainfed crop, without the need for extra irrigation costs.
- II. As a second option, the hojiblanca, the gordal and the morisca varieties appear, although they are restricted to specific areas of the province, so their production and benefit is expected to be lower than the picual variety.
- III. Manzanilla and cornicabra varieties don't seem to prosper properly in the Jaén territory, so their cultivation is not profitable.

7. BIBLIOGRAFÍA:

- Aguilar J., Fernández E., Fernández E., Rodríguez, T. (1995). Jerarquización de parámetros edáficos en la evaluación de la productividad del olivo. *Edafología*, 1(1): 101-110.
- Bacelar E.A., Moutinho-Pereira J.M., Goncalves B.C., Lopes J.I., Correia C.M. (2009). Physiological responses of different olive genotypes to drought conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31: 611-621.
- Bacelar E.A., Santos D.L., Moutinho-Pereira J.M., Lopes J.I., Goncalves B.C., Ferreira T.C., Correia C.M. (2007). Physiological behaviour, oxidative damage and antioxidative protection of olive trees grown under different irrigation regimes. *Plant Soil*, 292: 1-12.
- Barbe D., de la Torre F., Feo F., Florido F., Guardia P., Moreno C., Quiralte J., Lombardero M., Villalba M., Salcedo G., Rodríguez R. (2008). Understanding patient sensitization profiles in complex pollen areas a molecular epidemiological study. *Allergy*, 63: 1550-1558.
- Barranco D., Fernández-Escobar R., Rallo L. (2008). *El Cultivo del olivo* (8a Ed). Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Boletín Comercio Exterior Aceite de Oliva. Campaña 2019-2020. Datos octubre 2019-enero 2020.
- Cabrera A & Martínez, Pilar & Martínez J. (2015). Análisis de la expansión del olivar en la provincia de Jaén a través de fuentes cartográficas (1956-2007). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. 35.
- Cano E y Cano-Ortiz A. (2013). Bioclimatología y bioindicadores del olivar: Bases fundamentales para un desarrollo sostenible en “Andalucía, El Olivar”. Ed Asociación Grupo de estudios avanzados-Grupo textura. 83-97.
- Cano E y Cano-Ortiz A. (2016). *Nuevas tendencias en olivicultura*. Universidad de Jaén.
- Cano E., Cano-Ortiz A., Montilla R.J. (2003). Encuadre bioclimático de algunas variedades de *Olea europaea* en el sur de España. *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses* 184:31-36.

- Cano E., Ruiz L., Melendo M., Nieto J., Cano-Ortiz A (2004) Bases bioclimatológicas para la planificación del olivar en el centro-sur de la Península Ibérica (España, Portugal). Actas IFOAN. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. SEAE. 304-311.
- Cano E.; Ruiz L., Cano-Ortiz A. (2001a). Análisis de las técnicas de cultivo en el olivar. Aldaba. 11: 157-162.
- Cano, E., Ruiz, L., Cano-Ortiz, A. (2001b). Influencia de la Bioclimatología en la producción del olivar. Aldaba 11: 151-155.
- Cansev A., Gulen, H., Celik G., Eris A. (2012). Alterations in total phenolic content and antioxidant capacity in response to low temperatures in olive (*Olea europaea* L. "Gemlik"). Plant Archives, 12: 489-494.
- Carrión Y., Ntinou M., Badal E. (2010). *Olea europaea* L. in the North Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene. Quaternary Science Reviews, 29(7): 952-968.
- Dell'Amico J., Moriana A., Corell M., Girón I.F., Morales, D., Torrecillas, A., Moreno, F. (2012). Low water stress conditions in table olive trees (*Olea europaea* L.) during pit hardening produced a different response of fruit and leaf water relations. Agricultural Water Management, 114: 11-17.
- Ipek A., Barut E., Gulen H., Oz A.T., Tangu N.A., Ipek M. (2009). SSR analysis demonstrates that olive production in the southern Marmara region in Turkey uses a single genotype. Genetics and Molecular Research, 8(4): 1264-1272.
- Kaniewski D., Van Campo E., Boiy T., Terral J.F., Khadari B., Besnard G. (2012). Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: palaeobotanical, historical and molecular evidence from the Middle East. Biological Reviews, 87(4): 885-899.
- Koubouris G.C., Metzidakis I.T., Vasilakakis M.D. (2009). Impact of temperature on olive (*Olea europaea* L.) pollen performance in relation to relative humidity and genotype. Environmental and Experimental Botany, 67(1): 209-214.

- Leiva F., Ortiz A., Musarella C., Piñar Fuentes JC., Gomes C., Cano E. (2017). New Method for Increasing Sustainable Agricultural Yield. *Transylvanian Review*. 24: 3638-3648.
- Malik N.S., Perez J.L. (2011). The effect of high temperature interruptions during inductive period on the extent of flowering and on metabolic responses in olives (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*, 129(2): 207-212.
- Mancuso S., Pasquali G., Fiorino P. (2002). Phenology modelling and forecasting in olive (*Olea europaea* L.) using artificial neural networks. *Advances in horticultural science*, 3-4: 155-164.
- Martinelli F., Basile B., Morelli G., d'Andria R., Tonutti P. (2012). Effects of irrigation on fruit ripening behavior and metabolic changes in olive. *Scientia Horticulturae*, 144: 201-207.
- Molina, J. M y Rey, F. J. (1997). Geología de Vilches, En VV AA (1997): Jaén:Pueblos y Ciudades. *Diario Jaén*, 2702-2703.
- Morettini A., Pulselli A. (1953) L'azione del vento nel trasporto del polline dell'olivo. *Ann Sperimentaz Agrar*, 7: 1187–1218.
- Rallo, L. (1994). Evaluación agronómica y obtención de nuevas variedades de olivo. *Olivicultura*, 62: 17-28.
- Rivas Martínez *et al.* (2011). Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Parte II. - *Itinera Geobotanica* 18 (1): 5-424.
- Rivas Martínez S y Loidi Arregui J. (1999). Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobotanica*. 13: 41-47.
- Rivas Martínez S. (1987). Memoria del mapa de series de vegetación de España a escala 1:400.000. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. ICONA.
- Ruiz, P., (1997). Geología de Jaén. En VV AA (1997): Jaén: Pueblos y Ciudades. *Diario Jaén*, 15-23.
- Sánchez Martínez, J. D.; Gallego Simón, V. J. y Araque Jiménez, E. (2008): "El monocultivo olivarero jiennense: ¿del productivismo a la sostenibilidad?". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. 47: 245-270.

Sánchez Martínez D. J. y Paniza Cabrera A (2015). *European Journal of Geography* 6
3 16–29.

Simmonds N.W. (1976). *Evolution of crop plants*. Longman Group Ltd.

Trigo M.M., Jato V., Fernández D., Galán C. (2008). *Atlas aeropalínológico de España*.
Secretariado de Publicaciones, Universidad de León. León.

Valdés B., Díez M.J., Fernández I. (1987). *Atlas polínico de Andalucía Occidental*.
Instituto de Desarrollo Regional y Excma. Diputación de Cádiz.

8. ANEXO:

- Especies termoclimáticas de Andalucía (Fuente: Junta de Andalucía).

ESPECIES	TERMO		MESO		SUPRA	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
<i>Corema album</i>	Verde					
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i>	Verde					
<i>Ziziphus lotus</i>	Verde					
<i>Periploca laevigata</i> subsp. <i>angustifolia</i>	Verde					
<i>Anthyllis terniflora</i>	Verde	Verde				
<i>Ceratonia siliqua</i>	Naranja	Verde				
<i>Thymus hyemalis</i>	Naranja	Verde				
<i>Launaea arborescens</i>	Naranja	Naranja				
<i>Chamaerops humilis</i>	Verde	Verde				
<i>Genista spartioides</i>	Naranja	Verde	Amarillo			
<i>Quercus canariensis</i>	Naranja	Verde	Amarillo			
<i>Thymus baeticus</i>	Verde	Verde	Amarillo			
<i>Smilax aspera</i>	Verde	Verde	Naranja			
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	Verde	Verde	Naranja			
<i>Pistacia lentiscus</i>	Verde	Verde	Naranja			
<i>Nerium oleander</i>	Verde	Verde	Naranja			
<i>Lavatera oblongifolia</i>		Naranja	Naranja			
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Verde	Verde	Verde	Verde		
<i>Asparagus horridus</i>	Verde	Verde	Naranja	Amarillo		
<i>Arbutus unedo</i>	Amarillo	Verde	Verde	Verde		
<i>Stipa tenacissima</i>	Verde	Verde	Verde	Verde		
<i>Thymus zygis</i> subsp. <i>gracilis</i>	Naranja	Verde	Verde	Verde		
<i>Cistus clusii</i>	Verde	Verde	Verde	Verde		
<i>Brachypodium retusum</i>	Verde	Verde	Verde	Verde		
<i>Cistus albidus</i>	Naranja	Naranja	Naranja	Naranja		
<i>Pinus halepensis</i>	Verde	Verde	Verde	Verde		
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Verde	Verde	Verde	Verde		
<i>Cistus ladanifer</i>	Naranja	Verde	Verde	Verde		
<i>Quercus suber</i>	Verde	Verde	Verde	Naranja		
<i>Quercus coccifera</i>	Naranja	Verde	Verde	Verde	Amarillo	
<i>Quercus rotundifolia</i>	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>acutisquama</i>		Naranja	Verde	Verde	Verde	Verde
<i>Genista cinerea</i> subsp. <i>speciosa</i>			Naranja	Verde	Verde	Naranja
<i>Quercus pyrenaica</i>				Amarillo	Verde	Verde
<i>Lavandula lanata</i>	Naranja	Naranja	Verde	Verde	Verde	Naranja
<i>Salvia lavandulifolia</i> subsp. <i>vellerea</i>				Amarillo	Verde	Verde
<i>Berberis hispanica</i>				Amarillo	Verde	Verde
<i>Acer granatense</i>				Naranja	Naranja	Naranja
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>				Naranja	Verde	Verde
<i>Prunus ramburii</i>					Verde	Verde
<i>Lonicera arborea</i>					Naranja	Naranja
<i>Erinacea anthyllis</i>					Verde	Verde
<i>Rosa sicula</i>						Naranja
<i>Genista versicolor</i>						Naranja
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i>						Amarillo
<i>Juniperus sabina</i>						Amarillo

Tabla 2: Especies termoindicadoras presentes en Andalucía. Verde = Especie con su óptimo en la categoría; Naranja = Especie frecuente; Amarillo = Especie rara o presente de forma residual; Blanco = Especie no presente (Fuente: Junta de Andalucía).

- Especies ombroindicadoras de Andalucía (Fuente: Junta de Andalucía).

ESPECIES	SEMIÁR.	SECO	SUBHÚM.	HÚM.	HIPERHÚM.
<i>Anthyllis terniflora</i>	Verde				
<i>Euzomodendrum bourgaeum</i>	Verde				
<i>Limonium insigne</i>	Verde				
<i>Periploca laevigata</i> subsp. <i>angustifolia</i>	Verde				
<i>Ziziphus lotus</i>	Verde				
<i>Launaea arborescens</i>	Naranja				
<i>Moricandia foetida</i>	Naranja				
<i>Salsola papillosa</i>	Naranja				
<i>Thymus hymemalis</i>	Naranja				
<i>Coronilla juncea</i>	Verde	Amarillo			
<i>Artemisia barrelieri</i>	Verde	Naranja			
<i>Atriplex halimus</i>	Verde	Amarillo			
<i>Capparis spinosa</i>	Naranja	Naranja			
<i>Asparagus horridus</i>	Naranja	Naranja			
<i>Genista spartioides</i>	Verde	Verde			
<i>Quercus coccifera</i>	Verde	Verde	Amarillo		
<i>Osyris lanceolata</i>	Naranja	Naranja			
<i>Retama sphaerocarpa</i>	Verde	Verde	Amarillo		
<i>Ceratonia siliqua</i>	Verde	Verde	Verde		
<i>Bupleurum fruticosum</i>		Amarillo	Naranja		
<i>Adenocarpus decorticans</i>			Verde	Verde	
<i>Cotoneaster granatensis</i>			Naranja	Naranja	
<i>Cytisus grandiflorus</i>			Naranja	Naranja	
<i>Genista florida</i>			Naranja	Naranja	
<i>Cistus ladanifer</i>		Verde	Verde	Naranja	
<i>Festuca scariosa</i>			Verde	Verde	
<i>Amelanchier ovalis</i>			Verde	Verde	
<i>Acer granatense</i>			Verde	Verde	Naranja
<i>Castanea sativa</i>			Verde	Verde	Naranja
<i>Cistus laurifolius</i>			Verde	Verde	
<i>Helleborus foetidus</i>			Naranja	Naranja	Naranja
<i>Lonicera arborea</i>			Naranja	Naranja	Naranja
<i>Pistacia terebinthus</i>			Naranja	Naranja	
<i>Pteridium aquilinum</i>			Naranja	Naranja	Naranja
<i>Arbutus unedo</i>			Verde	Verde	Naranja
<i>Quercus pyrenaica</i>			Verde	Verde	
<i>Prunus ramburii</i>				Verde	Verde
<i>Berberis hispanica</i>				Verde	Verde
<i>Quercus canariensis</i>				Verde	Verde
<i>Abies pinsapo</i>				Verde	Verde

Tabla 3: Especies ombroindicadoras presentes en Andalucía. Verde = Especie con su óptimo en la categoría; Naranja = Especie frecuente; Amarillo = Especie rara o presente de forma residual; Blanco = Especie no presente (Fuente: Junta de Andalucía).

- Relación entre el índice ombrotérmico (Io), índice de continentalidad (Ic) y termo-ombroclima en las diferentes variedades de *Olea europaea* y las zonas muestreadas.

	PICUAL			CORNICABRA			HOJIBLANCA		
	Io =3.6-4.6	Ic = 17-18	Mesomediterráneo o seco-subhúmedo	Io =2.6-3.6	Ic = 20-22	meso-supramediterráneo seco	Io =2.6-3.6	Ic = 17-18	Termomediterráneo seco
Andújar	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO
Santo Tomé	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Arquillos	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO
Canena	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO
Cabra de Santo Cristo	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO
Jaén	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO
Mancha Real	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO
Belmez de la Moraleda	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO
Baeza	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO
El Centenillo	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Alcalá la Real	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO
Castellar de Santisteban	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Cazorla	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Pontones	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO

	GORDAL			MORISCA			MANZANILLA		
	Io =3.6-4.6	Ic = 18-20	Mesomediterráneo o seco-subhúmedo	Io =2.6-3.6	Ic = 16-18	Termomediterráneo seco	Io =2.6-3.6,	Ic = 15-17	Termo-mesomediterráneo seco
Andujar	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO
Santo Tomé	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Arquillos	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO
Canena	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO
Cabra de Santo Cristo	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO
Jaén	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO
Mancha Real	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO
Belmez de la Moraleda	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO
Baeza	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO
El Centenillo	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Alcalá la Real	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Castellar de Santisteban	VERDADERO	VERDADERO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Cazorla	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
Pontones	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	VERDADERO	FALSO

Tabla 4: Relación existente entre el índice ombrotérmico (Io), índice de continentalidad (Ic) y termo-ombroclima en las diferentes variedades de *Olea europaea* y las zonas muestreadas. (Verdadero indica que el municipio tiene índices dentro del rango ecológico de la variedad. El color indica una adaptación máxima de la variedad en la zona).

CURRICULUM VITAE

Datos personales:

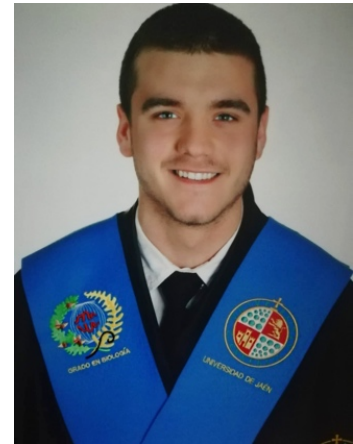
Nombre y apellidos: Antonio José López Rus.

Fecha de nacimiento: 17 de febrero de 1996.

Nacionalidad: Española

Dirección: C/ Miguel Ángel Blanco, Nº 5, Lupión, 23528.
Provincia: Jaén. España.

Correo electrónico: antoniolopezrus@hotmail.es (Personal).



Formación académica:

2008-2012: Educación Secundaria Obligatoria:

- (1º y 2º): Colegio Virgen del Lorite, Lupión (Jaén). Nota media: Sobresaliente.
- (3º y 4º): I.E.S Santísima Trinidad, Baeza (Jaén). Nota media: Notable

2012-2014: Bachillerato de Ciencias de la Salud. I.E.S. Santísima Trinidad Baeza (Jaén). Nota media: 6,081

2014: Selectividad. SAFA, Úbeda (Jaén). Nota: 8,669.

2014-2019: Grado en Biología. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Jaén. Nota media: 6,31.

2019: Realización del Trabajo de Fin de Grado. Título: *Nuevas citas para la fauna de sifonápteros ibéricos*. En el departamento de biología animal, biología vegetal y ecología. Tutor: Dr. Jesús María Pérez Jiménez. (Universidad de Jaén) Cotutor: Dra. Gracia María Liébanas Torres (Universidad de Jaén). Nota: 9,8.

2019-2020: Máster Universitario en Análisis, Conservación y Restauración de Componentes Físicos y Bióticos de los Hábitats. Universidad de Jaén. (En curso).

Idiomas:

Inglés: Nivel acreditado B2. (Nivel de lectura, escritura y expresión oral medio) APTIS.

Español: Nativo

Permisos de conducción:

Permiso clase B

Experiencia laboral:

2014 – Actualidad: Mantenimiento y recolecta del cultivo del olivar. Lupión (Jaén)

2016 (Julio): Peón de jardinería en Ayuntamiento de Lupión (Jaén).

2020 (Julio-actualidad): Peón de albañilería-agricultor. Linares (Jaén)

Capacidades y aptitudes organizativas:

Capacidad para recopilar y analizar información de diversas fuentes y áreas, así como para la preparación, exposición pública y defensa de trabajos, con capacidad crítica y autocrítica.

Capacidad para convivir y trabajar en entornos multidisciplinares y en oficios donde la comunicación y el compromiso son primordiales.

Capacidad de análisis y síntesis.

Habilidad para aplicar la teoría a la práctica y trabajar de forma autónoma.

Iniciativa, perseverancia y espíritu emprendedor.

Capacidades y aptitudes técnicas:

Experiencia, habilidad y manejo en técnicas dedicadas al mantenimiento y recolecta del cultivo del olivar.

Windows y Mac: nivel usuario

Microsoft Office: nivel usuario.

Mathematica, Vensim, PAST, Rstudio, Rapidminer, Distance, nivel usuario.

Experiencia en programas de teledetección: QGIS y ArcGIS.