

EL ESTADO EROSIVO DEL SUELO Y FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA EROSIÓN EN CULTIVOS DE OLIVAR CON DIFERENTE MANEJO EN LOS MUNICIPIOS DEL FLYSH DEL BAJO VALLE DEL GUADALHORCE



Redacción: **Francisco Javier Lima Cueto**

Tutores: **Dr. Rafael Blanco Sepúlveda**

Dra. M^a Luisa Gómez Moreno

Diciembre, 2013

A Rafael Blanco Sepúlveda, por su interés, amabilidad y profesionalidad en las correcciones, y a la “gente del campo”, agricultores, taladores, cabreros... aquellos que nos dan de comer con su trabajo, siendo éste duro, mal pagado y poco reconocido. En especial, a los agricultores del flysch del bajo Valle del Guadalhorce que me han abierto las puertas de sus explotaciones, compartiendo conmigo sus inquietudes y enseñándome conocimientos que no vienen en los libros.

Sin ellos ésta investigación no hubiera sido posible. Gracias

EL ESTADO EROSIVO DEL SUELO Y FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA EROSIÓN EN CULTIVOS DE OLIVAR CON DIFERENTE MANEJO EN LOS MUNICIPIOS DEL FLYSH DEL BAJO VALLE DEL GUADALHORCE

	Página.
1. Presentación.	3
2. Objetivos.	5
3. Metodología.	5
4. El área de estudio.	6
4.1. Las características del medio físico.	8
4.2 El cultivo del olivar.....	25
5. El problema de la erosión y la conservación de suelo en las figuras de planificación nacionales y la PAC.	41
5.1. La planificación urbana general de los municipios del área de estudio.	41
5.2 La planificación en relación al Parque Natural de la Sierra de las Nieves.	46
5.3. Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA).	48
5.4 La política agraria comunitaria (PAC).	50
6. Análisis del estado erosivo del suelo del área de estudio.	51
6.1. La erosión y el estado erosivo del suelo en el área de estudio. Estado de la cuestión y antecedentes metodológicos	51
6.2 Metodología de trabajo y de muestreo.	53
6.3. Características de las fincas de muestreo.	71
6.4 Resultados del muestreo.	84
7. Conclusiones finales de la investigación.	102
8. Bibliografía y Webgrafía.	106
9. Anexo documental.	112

1. Presentación.

La presencia del cultivo olivarero en nuestro territorio es evidente, ocupando un millón quinientas mil hectáreas en Andalucía, el 60% de la superficie oleícola española y el 30% de la superficie europea. Se distribuye por todas las provincias andaluzas, pero adquiere mayor relevancia en la provincia de Jaén, el sur de Córdoba, el noroeste de Granada, el norte de la de Málaga y el sudeste de Sevilla, que conforman el denominado “*Eje del olivar de Andalucía*”. En lo que respecta a la producción de aceite de oliva andaluz fluctúa en torno al millón de toneladas, y la de aceituna de mesa alrededor de las cuatrocientas mil toneladas. El valor de la producción de aceite de oliva y de la aceituna de mesa percibido por los olivicultores supone aproximadamente el 24% de la producción en valor de la rama agraria andaluza (BOE N°268, 2011). Estos altos valores de superficie y producción responden a la existencia de unas condiciones agrológicas óptimas para el cultivo del olivar: ausencia de heladas, alto número de horas de sol, sequía estival, entre otros factores. De tal modo, que no existe en ninguna otra parte del Mediterráneo una región que se haya especializado tanto en el cultivo del olivar como Andalucía. Esto ha dado lugar a que muchas zonas rurales del interior hayan dependido, y dependan socioeconómica y ambientalmente de este cultivo. Es el caso de nuestra área de investigación: la cuenca de recepción media del Río Guadalhorce. Denominación que, como vemos, responde a criterios hidrográficos, al comportarse como cabecera tributaria del Guadalhorce, dotándolo de afluentes tan importantes como el Río Grande.

En la sociedad rural del bajo Guadalhorce, la cultura del olivo está bastante presente tanto en jóvenes como en ancianos. El arraigo territorial de este cultivo se ve plasmado en sus numerosas fiestas, liturgias y ferias del lugar, como son “Los Rondeles” en Casarabonela o la “Feria de la Aceituna” en Alozaina. Festividades y rituales que se han venido celebrando a lo largo de los siglos para vaticinar buenas cosechas.

El sector olivarero ha sido y sigue siendo un sector a tener en cuenta. Las características ambientales de este territorio, han dado lugar a variedades de aceite y aceituna de mesa única en el mundo, como es el caso de la variedad “*Manzanilla Aloreña ó Aloreña de Málaga*”. Ésta se produce exclusivamente en el SE de la provincia de Málaga y engloba a un total de 19 municipios: Alhaurín de la Torre, Alhaurín el Grande, Almogía, Alora, Alozaina, Ardales, El Burgo, Carratraca, Cártama, Casarabonela, Coín, Guaro, Málaga, Monda, Pizarra, Ronda, Tolox, El Valle de Abdalajís y Yunquera, con una superficie total de 230.500 ha. Se trata de una variedad óptima para ser consumida como aceituna de mesa partida. Para ello, es recolectada con saberes populares (recolección manual) y, posteriormente, es aderezada con aliños que el propio medio natural ha puesto a disposición del hombre a lo largo de los años: ajo, hinojo, pimiento rojo, mejorana y tomillo. En el caso de nuestra área de estudio, todos estos ingredientes aparecen en las proximidades de los campos agrícolas en forma de una gran dispensa natural, denominada el “Parque Natural de la Sierra de las Nieves”.

De éste modo, se consolida el sector olivarero en la zona como; a) un sector de gran potencial encuadrarse en un *entorno privilegiado*, “La Reserva de la Biosfera y Parque Natural de la Sierra de las Nieves”. Esto nos puede dar una idea del excelente entorno natural y geográfico, en que se encuentran las plantaciones y de la función medioambiental que ejercen en el mismo, en relación con el mantenimiento de los ecosistemas y la consolidación como zona de transición entre las áreas de especial protección y el resto del territorio protegido, b) ocupa una *gran extensión del territorio* agrario (3.687 ha), según el Pliego de condiciones de la denominación de Origen Protegida; “Aceituna Aloreña de Málaga” con fecha de 5 agosto de 2010, c) y con cierta *singularidad*, ya que aporta al mercado nacional, e internacional variedades únicas de gran valor gastronómico. La Dirección General de Industrias y Calidad Agroalimentaria de la Consejería de Agricultura y Pesca publicó en 2010 su decisión favorable en relación con la inscripción de la que es la primera Denominación de origen Protegida en España para una aceituna de mesa, la “Aceituna Manzanilla Aloreña de Málaga”. Por lo tanto, pasa a estar

inscrita en el Registro Comunitario encargado de velar por la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios.

Todas las cuestiones anteriores, dan lugar a que el sector olivarero sea un apéndice económico de gran potencial y de indiscutible relevancia para planificación, y el desarrollo endógeno de la zona. Pero no son todo ventajas, este “monocultivo olivarero” que se presenta en muchos municipios, genera grandes problemas de sostenibilidad ambiental que la planificación local no recoge. Como veremos en la investigación, el cultivo en pendiente, el manejo inadecuado de las explotaciones, entre otros factores, dan lugar a pérdidas edáficas irreversibles que, con el paso de los años, se ha ido reflejado en un progresivo descenso de la productividad. A esta situación de degradación medioambiental progresiva, hay que sumar la escasa atención que la planificación proporciona a dichos temas. En lo que respecta a la *planificación general local* de los municipios del área de estudio, como se verá en el trabajo, deja bastante que desear. La mayoría de los municipios carecen de Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) aprobado y la legislación de la que disponen no repara como debería en las necesidades de los suelos agrarios. El único municipio que goza de PGOU aprobado es Guaro, en el cual se realiza un diagnóstico erosivo mediante la metodología de la USLE. Detecta las zonas agrarias más afectadas por los fenómenos erosivos y expone una serie de medidas generalistas, que no se acogen a la problemática específica del área. Alozaina, realiza una buena delimitación de los usos agrarios del municipio, aunque infravalora el cultivo del olivar al no dotarlo de una figura de protección adecuada. En cuanto a la problemática erosiva que posee el municipio, a pesar de su importancia, le dedica poco más de 3 líneas. Casarabonela realiza una clasificación de los usos agrarios bastante confusa, sobre todo en la delimitación de las unidades agrarias. A pesar de ser uno de los municipios con más tierra labrada, la planificación no repara en las necesidades de la misma. Tampoco hace mención, a sus huertas (recurso patrimonial), usos agrícolas de regadío de gran transcendencia hortofrutícola, que en la actualidad mantienen una agricultura de autoconsumo. Yunquera se trata de uno de los municipios con mayor riqueza en patrimonio agrario (terrazas, acequias, etc) de la provincia de Málaga. A pesar de ello, en su planificación actual, no se repara en ello. Sólo se hace alarde de la escasa viabilidad de los mismos, sin entrar en la posibilidad de cambiar el modelo productivo.

Por otro lado con la *planificación europea* ocurre lo mismo, la conservación del suelo es un punto relativamente poco abordado. Aunque bien es cierto que existen estudios de la PAC en los que establece una legislación medioambiental de obligado cumplimiento que luego no se preocupa de controlar (como los que veremos en el trabajo) y que es poco conocida entre los agricultores.

Este estado de la planificación vigente que afecta a la zona de estudio, ha justificado aún más esta investigación. La planificación no da pistas ni herramientas sólidas para lograr la conservación del suelo en estas zonas agrícolas de montaña (alta pendiente, erosión, escasa cobertera herbácea, excesivo laboreo, etc), no trata al espacio como un todo, sino como dos partes independientes, naturaleza (PUP, PDS, PORN y PRUG) y sociedad (PGOU). Se tratan de proyectos, en la mayoría de los casos, carentes de vinculación con la realidad territorial, dando la impresión al lector de que están hechos por obligación y no con el fin para el que fueron redactados (gestión territorial, sostenible y ordenada). Quizás la respuesta a todo esto la encontremos en la Unión Europea. Con nuestro ingreso la diversidad de medidas y figuras de planeamiento han hecho proliferar una muy abundante y reiterativa serie de trabajos de diagnóstico sobre un mismo espacio. Todos los documentos de planeamiento analizados realizan diagnósticos similares y proponen siempre las mismas estrategias genéricas que, en la mayoría de los casos, no pasan de una declaración de intenciones, así siempre se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo de la comarca (recursos naturales, culturales, económicos, etc.), que evidentemente son necesarios para proponer las líneas de actuación, pero que también incrementan el coste de los mencionados instrumentos, cuando dicho estudio ya se ha realizado con anterioridad (Larrubia y Navarro, 2001).

También destaca un “individualismo” entre los distintos municipios que integran el área de estudio, lo cual hace que, en vez de cooperar para conseguir fines comunes, intenten canalizar las actuaciones sobre sus términos cayendo en muchas ocasiones en la multiplicación de proyectos sin coordinación. Finalmente, cabe destacar la falta de realismo y eficacia en las acciones planificadoras locales realizadas sobre la superficie agraria, haciendo demasiado hincapié en proyectos teóricos y no en acciones concretas, incluyendo actuaciones tipo, ya aplicadas en otros espacios sin un correcto enjuiciamiento. Esta “planificación irreal”, unida al carácter receloso que mencionábamos al principio del párrafo auguran un futuro incierto a la comarca.

Por lo tanto, las razones por las que se eligió esta temática y área de estudio ya se han adelantado algunas, pero a continuación se citan de un modo más concreto:

- Por su situación privilegiada en transición entre la Serranía de Ronda y el Valle del Guadalhorce.
- Su riqueza medioambiental avalada por la denominación de Reserva de la Biosfera y Parque Natural de la Sierra de las Nieves.
- Importancia ambiental que los campos de olivar tienen en la protección del parque natural (zona de especial protección), actuando como zona de transición en el régimen de protección. Con la posibilidad de incrementar en cierta medida la extensión del parque con campos de cultivo sostenibles.
- Por ser una zona donde se producen variedades únicas en el mundo: “*Aloñera de Málaga*” (DOP).
- Poseer un gran patrimonio agrario (agricultura de montaña, bancales construidos aprovechando oquedades naturales, bancales de mampostería, canales, acequias, tornas, incluso costumbres, técnicas agrarias, etc).
- Por la existencia de explotaciones agrarias en precarias condiciones de sostenibilidad ambiental (elevada erosión) que provocan bajas rentabilidades.
- Y finalmente, y por ello no menos importante, por la escasa importancia que la planificación actual de la zona proporciona a éstos factores y características que hemos mencionando.

Estos factores fueron la base de la que partió el presente trabajo, con el fin de determinar las medidas necesarias que garanticen la convivencia armoniosa entre el medio natural y el humano. A escala de finca, siendo ésta la única forma de estudiar la erosión y dar respuestas reales en los estudios, se ha cuantificado el estado erosivo de las explotaciones olivareras y se han estimado las pérdidas de suelo por erosión hídrica. Concretamente se ha analizado la influencia de los sistemas de cultivo convencional y ecológico, y el manejo con arado, y sin arado en cultivos de olivar, así como la influencia que pueden tener determinados factores medioambientales, concretamente la pendiente de ladera y la cobertura vegetal del suelo. Ésta se ha analizado a 2 alturas: cobertura de sombra y altura del olivar y cobertura de suelo.

2. Objetivos.

Los objetivos de la investigación han sido detectar malas prácticas agrícolas y conocer cuál de los sistemas productivos empleados actualmente en la región es el que más contribuye a la conservación de suelo y por lo tanto el más sostenible. También se ha pretendido plasmar la importancia que la erosión tiene en los campos agrícolas de los municipios del flysch del bajo valle del Guadalhorce, con el fin de tomar conciencia para futuros planeamientos.

3. Metodología.

La metodología consta de cuatro fases de trabajo:

1. Reconocimiento del área de estudio con trabajo de campo y gabinete (consulta de bibliografía, entrevistas, etc.), para seleccionar las fincas de trabajo en base a los objetivos de la investigación.
2. Análisis del estado erosivo del suelo a escala de parcela por observación directa.
3. Análisis de laboratorio de las muestras de suelo obtenidas en campo.
4. Para finalizar se realiza un análisis estadístico de todo los datos obtenidos en trabajo de campo (fase ii) y en laboratorio (fase iii), se interpretan los resultados y se exponen las conclusiones.

Posteriormente en cada apartado uno de los apartados, se describe con mayor nivel de detalle la metodología empleada.

4. El área de estudio.

La región objeto de estudio se localiza en España, en la comunidad autónoma Andaluza, al S.O de la provincia de Málaga (mapa 1).

Mapa 1. Área de estudio



Área de estudio

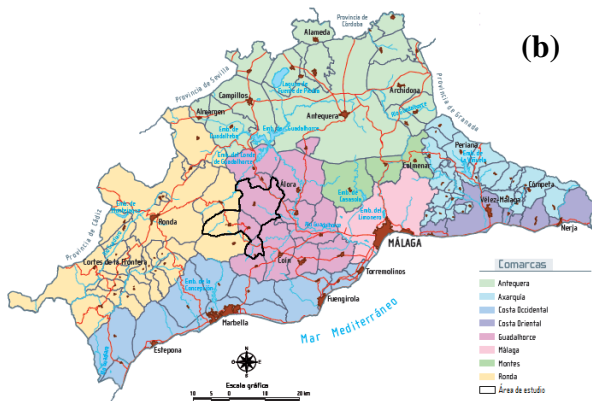
Su situación fronteriza da lugar a confusión a la hora de enmarcarla comarcally, ya que, según a los criterios a los que se atienda, se identifica con una comarca u otra. Atendiendo a Gómez, 2007 destacan tres posibles comarcalizaciones de la provincia de Málaga y por lo tanto del área de estudio (mapa 2).

Mapa 2. Comarcalización del área de estudio



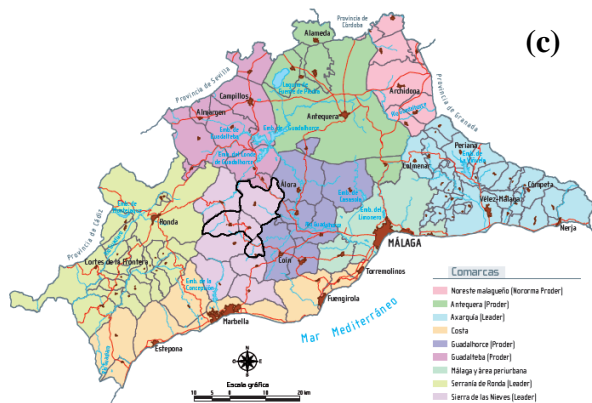
(a)

Según la *comarcalización agraria* (mapa 2a), los municipios de Alosaina, Casarabonela, Guaro y Yunquera pertenecen a la Comarca agraria del Valle del Guadalhorce (centro-sur de la provincia).



(b)

En cambio, si se atienden a las *comarcas funcionales* (mapa 2b) de la Diputación provincial de Málaga, el área de estudio se divide en dos comarcas funcionales: Comarca funcional de Ronda, la cual alberga el municipio de Yunquera y la Comarca funcional del Guadalhorce, que acoge el resto de municipios del área de estudio (Alosaina, Casarabonela y Guaro).



(c)

En el caso de los *programas de desarrollo rural* Leader y Proder (mapa 2c), la situación se torna bastante diferente. Tanto es así que el área de estudio se localiza en una sola comarca, denominada Sierra de las Nieves (Leader).

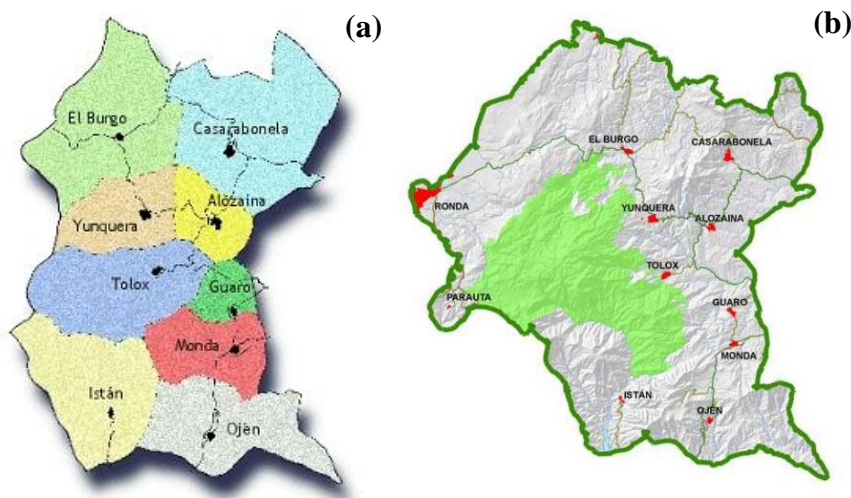
Fuente: Gómez Moreno, 2007

Gómez, 2007 afirma que: “La comarca de la Sierra de las Nieves, tiene como factor común el carácter montañoso de sus municipios, careciendo de una capitalidad clara, al haber carecido de autonomía por estar insertados en otras unidades con capitalidades definidas: Málaga, Ronda o Marbella.”

De toda esta maraña taxonómica, lo más evidente a destacar es la privilegiada situación en la que se encuadra el área de estudio. Entablándose como un espacio de transición entre la Serranía de Ronda y el Valle del Guadalhorce. No obstante, ambos territorios presentan características bien diferentes: climáticas, edáficas, históricas, etc. En el aspecto agrícola, el área de estudio conecta el Valle del Guadalhorce, caracterizado por cultivos en regadío intensivo de alta productividad con las montañas orientales de la Serranía de Ronda, donde se practica principalmente un cultivo extensivo de secano, relegando el regadío intensivo a aquellas zonas de manantiales y arroyos donde la existencia de agua permite el desarrollo de pequeñas huertas en banales, ya que la morfología agreste del relieve lo precisa.

El mapa 1, refleja como el área de estudio se compone de los municipios malagueños de Alozaina, Casarabonela, Guaro y Yunquera. Todo ellos pertenecientes el Centro de Desarrollo Rural (CEDER) “Sierra de las Nieves” (mapa 3a) y están afectados por varias figuras de protección natural (mapa 3b). En 1989, la Junta de Andalucía declaró parte de su extensión como Espacio Natural Protegido bajo la figura del “Parque Natural Sierra de las Nieves”, que abarca en la actualidad un total de 20.163 ha, extensión repartida entre los municipios de *Alozaina, Casarabonela, El Burgo, Guaro, Istán, Monda, Ojén, Ronda, Tolox, Parauta y Yunquera*. Esta declaración de Parque Natural posteriormente serviría como referente para la declaración por la UNESCO, en 1995, de la “Reserva de la Biosfera Sierra de las Nieves” (mapa 3b). Con una extensión de 93.930 ha, ésta abarca la totalidad del CEDER del mismo nombre, incluyendo íntegramente los términos municipales de *Alozaina, Casarabonela, El Burgo, Guaro, Istán, Monda, Ojén, Tolox y Yunquera*, además del de Parauta y parte del de Ronda.

Mapa 3. Centro de Desarrollo Rural / Reserva de la Biosfera y Parque Natural de la “Sierra de las Nieves”



Fuente: www.sierranieves.com, (a) Municipios que componen el CEDER Sierra de las Nieves (b) Reserva de la Biosfera de la Sierra de las Nieves (gris) en la que se incluye la extensión del Parque Natural (verde claro).

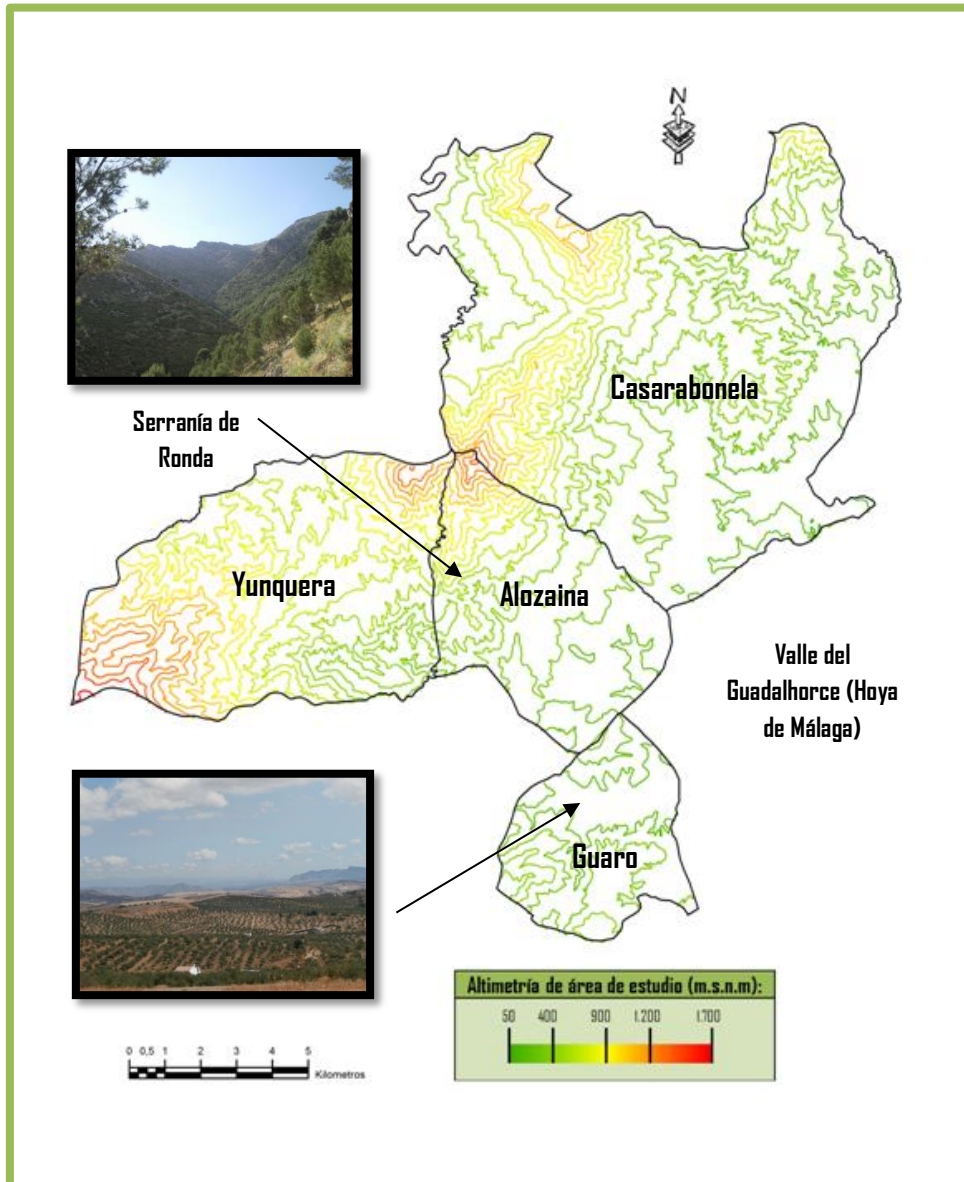
4.1 Las características del medio físico

Cuando se analiza la configuración natural del área de estudio, rápidamente salta a la palestra su gran diversidad en todos los aspectos. Su localización intermedia entre el flysch y la serranía, le proporciona variabilidad en cuanto a paisajes, caracterizados por diferentes tipos de relieves, vegetación, usos del suelo, sistemas de explotación (banales con regadío hortofrutícola minifundista en Yunquera, secano más extensivo de cultivos leñosos, sobre todo olivar en Alozaina, Casarabonela y Guaro), modos de vida distintos, etc.

4.1.1. El relieve

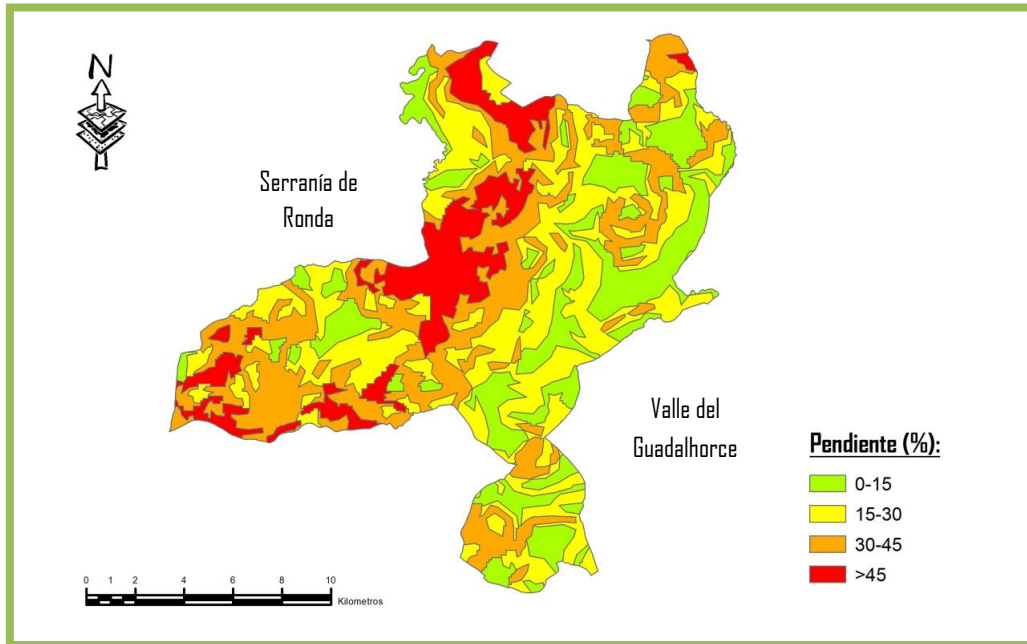
La altitud media de la región de estudio es relativamente elevada localizándose en torno a los 484 m.s.n.m (SIMA, 1999). Existe una gran diversidad de altitudes, al estar recorrida por una masa montañosa de SO a NO, que hace que las alturas oscilen desde algo menos de 50 m (S. de Casarabonela) hasta los 1700 m. (O. de Yunquera) (mapa 4).

Mapa 4. Altimetría del área de estudio



Fuente: Elaboración propia de JJ.AA, 2005

Con el fin de clarificar y zonificar mejor la pendiente del área de estudio, se agruparon en 4 intervalos (mapa 5).

Mapa 5. Pendientes del área de estudio

Fuente: Elaboración propia de J.J.A.A, 2005

En los mapas 4 y 5, se observa con claridad el comportamiento de transición altimétrica que presenta el área de estudio entre el valle (sureste) y la sierra (noroeste). Las mayores pendientes (>30%) se localizan en los ámbitos serranos con materiales duros grauvacas, calizas, pizarras, conglomerados, etc., que dan lugar a relieves abruptos y escarpados que cruzan el área de estudio en diagonal de NE a SO. Se comportan como una única alineación que va desde la Sierra de Tolox (SO) hasta la Sierra de las Aguas (NE) pasando por la Sierra del Pinar, Sierra Blanquilla, Sierra Cabrilla, Sierra Prieta, Sierra Alcaparaín, Sierra Blanquilla o de Baños y Sierra de la Robla dentro del área de estudio, llegando a unirse con la alineación de las Sierras del Valle de Abdalajís (Almorchón, Huma, Llana) y del Torcal (Chimenea, Pelada). Se trata, por lo tanto, de una barrera natural que separa la Serranía de la Ronda de la Hoya de Málaga, donde destacan las zonas de cumbre con pendientes superiores al 45%. En cambio hacia el SE los relieves se tornan más suaves y alomados (flysch del bajo Guadalhorce), con porcentajes de pendiente más bajos (0-30%) que responden a su composición arcillo-margosa. Es conveniente destacar dentro de esta unidad de flysch la presencia puntual de klippe sedimentarios, que dan lugar a pendientes superiores al 30%. Se tratan de losetas calizas o areniscosas empastadas entre las margas y resaltadas por erosión diferencial, un ejemplo de ello es el Cerro de Ardite.

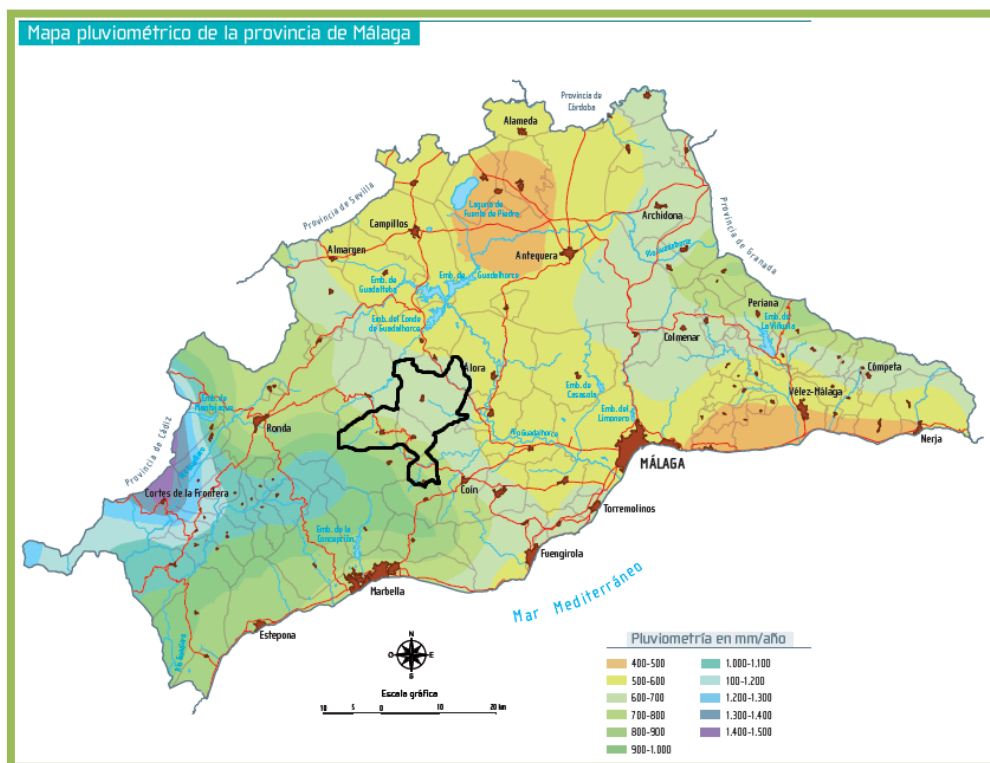
4.1.2. El clima

Su localización en el centro-occidente provincial y su relativa proximidad al mar (mapa 6) le confieren al área de estudio ciertas peculiaridades regionales. A éstas hay que añadir la impronta del relieve (descrito anteriormente), que condiciona las direcciones y comportamientos de las masas de aire, generando una moderada ruptura de la zonalidad climática, sobre todo en aquellas zonas más próximas a la Serranía de Ronda (Yunquera).

A pesar de la extensión del área de estudio, solamente se ha localizado una estación pluviométrica fiable, el resto de estaciones se encuentran abandonadas, y las que no lo están, no se han podido acceder a sus datos. Esta única estación de la que hablamos es la número 24, perteneciente a la Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía). Se denomina “Estación de Alozaina” y se localiza a 380 metros de altitud, con una latitud de $36^{\circ}41'$ y $4^{\circ}45'$ de longitud, valores que la enmarcan en la Cuenca del Guadalhorce. Se trata de una estación con series termométricas y pluviométricas excelentes, tanto en la fiabilidad de los datos, como en los años de observación. La serie comienza en 1977 y carece de lagunas importantes, lo que debemos agradecer a un único observador, D. Miguel Baltasar Arjona Rubio, profesor y vecino de Alozaina, cuyo seguimiento pormenorizado de la estación año tras año ha dado lugar a la consolidación de una sólida base de datos climáticos de gran importancia para el ámbito investigativo.

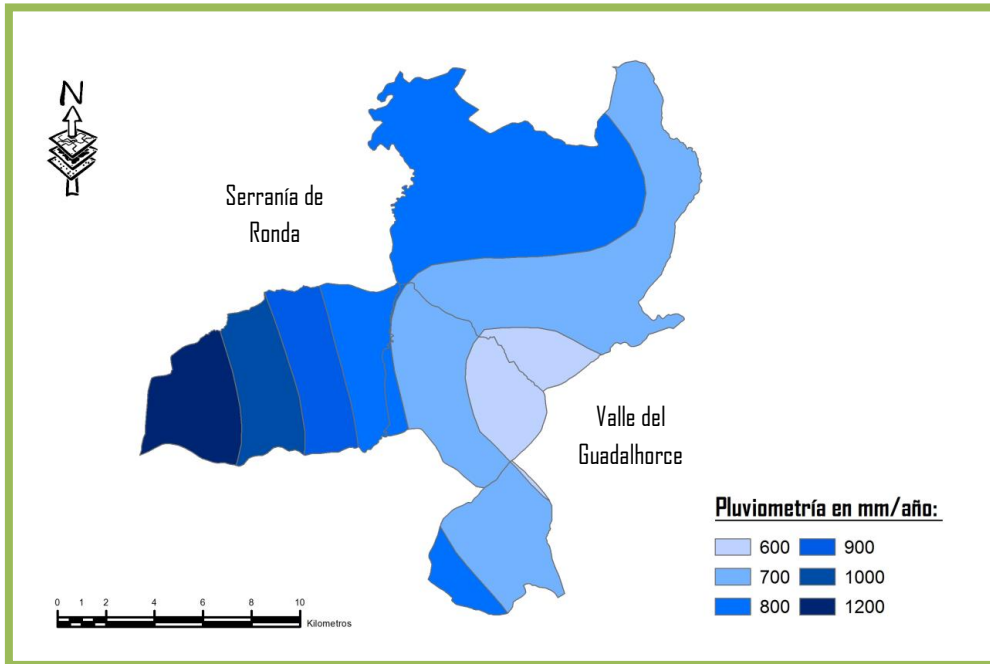
Por todo lo anterior, la enmarcación climatológica del área de estudio será no menos compleja que la regional, dando lugar a microclimas y variaciones imposibles de registrar debido a la escasez de estaciones pluviométricas en la zona, lo que lleva a una recopilación de datos y estudios ya existentes.

Mapa 6. Pluviometría de la provincia de Málaga



Fuente: Senciales, 2007

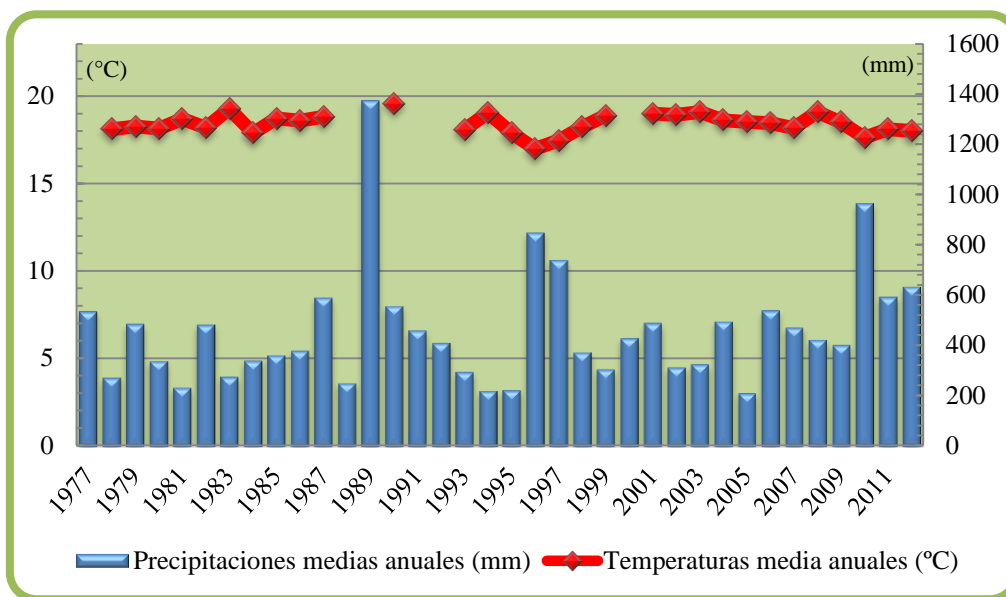
Mapa 7. Pluviometría del área de estudio



Fuente: Elaboración propia de J.J.AA, 2005

En lo que respecta a las precipitaciones, la media anual del área de estudio se encuentra entre 600 y 1.200 mm dependiendo de la zona, incrementándose con la altitud (mapa 7). Presentan una marcada variabilidad interanual, sucediéndose años secos (1977, 1981, 1983, 1988, 1994, 1995 y 2005) y húmedos (1977, 1987, 1989, 1996, 1997, 2006 y 2010). De ésta evolución destacan como años más lluviosos 1989, 1996, 1997 y 2010, con valores de 1.372´8 mm 848´4 mm, 740´7 mm y 965´1 mm respectivamente, y como años más secos 1981, 1988, 1994, 1995 y 2005, donde las medias superan vagamente los 200 mm anuales. Se podría decir que las precipitaciones siguen un patrón cíclico constante pero marcado por la existencia de años extremos (gráfico 1).

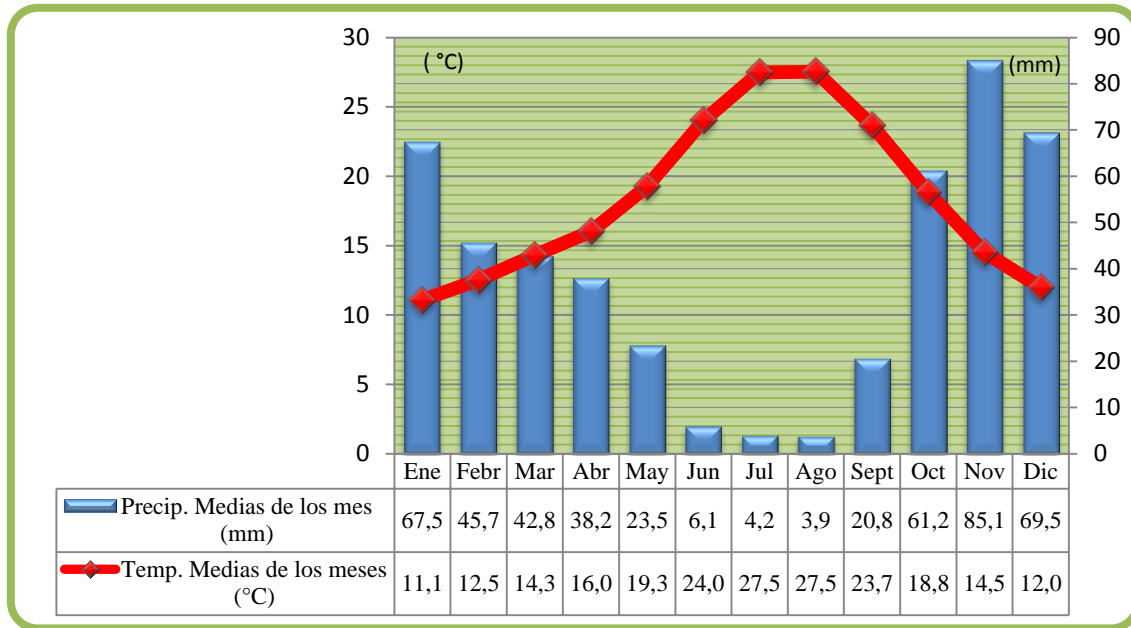
Gráfico 1. Climodiagrama de la Estación de Alozaina 1977-2013



Fuente: Elaboración propia a partir de datos cedidos por D. Miguel Baltasar Arjona Rubio (Estación de Alozaina)

Las precipitaciones proceden, generalmente, del SO ó del O (borrasca situada sobre el Atlántico frente a las costas portuguesas). Lluere por término medio 46 días al año aproximadamente, con un reparto desigual de la cantidad caída por día, siendo frecuentemente de carácter torrencial. Se concentran en los equinoccios, siendo superiores a los 60 mm mensuales desde octubre hasta enero, con máximo en noviembre de 85,1 mm. En contraposición, destacan los meses de verano, junio, julio y agosto como los más secos, con valores entre los 4 y 6 mm mensuales correspondiéndose el primero con la mínima anual. Por lo tanto el área de estudio presenta dos periodos claramente diferenciados, un periodo seco y otro lluvioso, separados por periodos muy cortos de transición (gráfico 2).

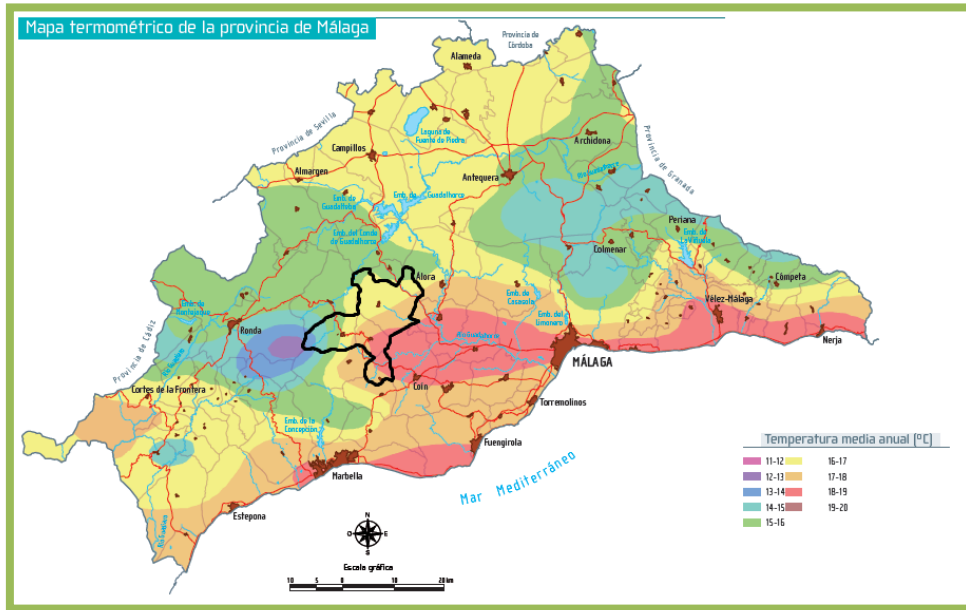
Gráfico 2. Climodiagrama mensual de la Estación de Alozaina 1977-2013



Fuente: Elaboración propia a partir de datos cedidos por D. Miguel Baltasar Arjona Rubio (Estación de Alozaina)

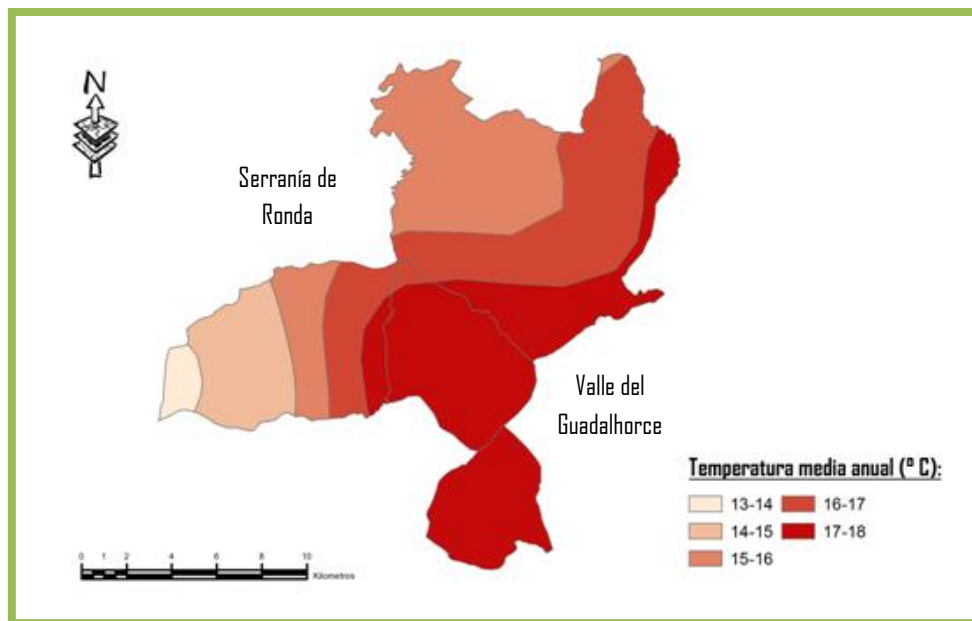
En cuanto a las temperaturas, las medias se encuentran entre los 13°C de la serranía y los 18°C de aquellas zonas más próximas al valle del Guadalhorce. Al contrario de las precipitaciones, las temperaturas medias descienden de O a E (mapa 9). Cabe destacar las variaciones térmicas que introduce el Valle del Guadalhorce hacia el interior provincial (mapa 8). La depresión del Guadalhorce encauza la influencia marítima provocando que sus efectos suavizantes se remonten bastante al interior alcanzando municipios del área de estudio, Alozaina, Casarabonela, y Guaro.

Mapa 8. Termometría de la provincia de Málaga



Fuente: Fuente: Senciales, 2007

Mapa 9. Termometría del área de estudio



Fuente: Elaboración propia de JJ.AA, 2005

Los años 1977, 1988, 1989, 1991, 1992 y 2000 no han sido representados gráficamente, debido a la falta de datos térmicos mensuales. Los valores siguen una distribución bastante más regular que las precipitaciones. Destacan 1983, 1989, 1994 y 2008, con valores 19,3 °C, 20,5°C, 19,1°C y 19,1°C respectivamente. No existen mínimos pronunciados, sólo en el año 1996 y 2010 con valores de 16,9°C y 17,6°C respectivamente (gráfico 1). Analizando las temperaturas mensuales, destacan dos máximos en julio (27,5 mm) y agosto (27,5 mm), coincidiendo con los meses de estiaje. Por otro lado, destacan los mínimos de enero (11,1 °C) y diciembre (12 °C) (gráfico 2). Los veranos son calurosos, aunque los días de calor sofocante son escasos, ya que la fisiografía impide la entrada del viento del norte (Terral). Los inviernos en general se presentan

suaves, aunque con temperaturas medias inferiores a las registradas en el vecino municipio de Alora localizado en pleno Valle del Guadalhorce.

A la hora de encuadrar todos estos parámetros climáticos en un determinado tipo de clima, dependiendo de la bibliografía que se consulte, se decantan por un tipo de clima u otro. Al margen de ello, lo que sí hay que tener en cuenta es, la existencia de grandes matizaciones climáticas dentro del área de estudio. Según la clasificación climática de Papadakis, en el área de estudio dominaría un clima Mediterráneo Subtropical con un invierno tipo “Citrus” y un verano tipo “algodón menos cálido”. El régimen térmico es de tipo Subtropical Semicálido, y el régimen pluviométrico sería Mediterráneo Húmedo (600-700 mm). No obstante, la fisiografía introduce algunas matizaciones. La importante barrera montañosa de hasta 1.521 m.s.n.m (Sierra Prieta) que respalda a los municipios de Alosaina y Casarabonela modifica su climatología regional. En el municipio de Guaro ocurre algo similar, por la existencia de resguardos montañosos importantes (Sierra Blanca, 1.275 m.s.n.m. y Alpujata, 1.074 m.s.n.m.), además, de su relativa proximidad al mar Mediterráneo (a unos 20 kilómetros). Esta fisiografía actúa a modo de resguardo en Alosaina, Casarabonela y Guaro provocando que sus características climáticas se suavicen, pero en Yunquera no ocurre lo mismo. Las condiciones climáticas del municipio de Yunquera difieren bastante de las del resto del área de estudio. Posee una mayor altitud media, en relación al resto (mapa 4), pero no sólo eso. Sierra Blanquilla (1.395 m.s.n.m.) constituye un bloque elevado a suficiente altitud como para quedar desprotegidos de las invasiones frías del norte, mientras que la Sierra del Pinar (1.654 m.s.n.m.) sufre además, la incidencia de las masas Atlánticas procedentes del SO que provocan abundantes precipitaciones. Estos factores determinan una de las características que mejor definen el clima de Yunquera, el frescor de sus temperaturas por la influencia del relieve. Estos mismos factores determinan también, que las precipitaciones sean más elevadas que en el resto del área de estudio y se localicen entre los 700 y los 1200 mm (mapa 7). Éstas se incrementan hacia el O. dando lugar a que, en la zona de Sierra del Pinar sean bastante más elevadas. Este incremento de humedad unido al descenso de la temperatura media anual en el término municipal de Yunquera, hace necesario diferenciarlo del resto y clasificarlo como un nuevo tipo climático. Según Delgado, (1999) en estas zonas más elevadas localizadas el O del término municipal de Yunquera con mayor precipitación (>1.000 mm. anuales), donde las heladas y nevadas son más comunes y las temperaturas más frescas, dominaría un invierno tipo “avena fresco y un verano de tipo “trigo más cálido. Régimen térmico de tipo marítimo fresco y régimen de humedad Mediterráneo húmedo.

4.1.3. La geología y litología.

El área de investigación se encuadra dentro de lo que se denominan las cordilleras Béticas, cadena montañosa que representa el extremo más occidental del conjunto de cadenas alpinas europeas. Las Béticas conforman un relieve que se extiende desde el Golfo de Cádiz hasta el Cabo de la Nao. Al NO linda con la cuenca del Guadalquivir y la zona meridional del macizo y el sistema Ibérico mientras que, en el borde S, entabla su límite con el mar de Alborán. Sin embargo, se extienden más allá de los límites geográficos peninsulares, se prolongan hacia el S, por debajo del mar Mediterráneo y hacia el NE, donde parte de sus estructuras, se continúan sin interrupción por el fondo y ascienden, en las Islas Baleares. El sistema Bético se formó como consecuencia del régimen compresivo que comenzó a finales del Cretácico y afectó, principalmente, a los bordes N y S de la placa Ibérica. Su estructura y evolución es compleja, ya que esta cadena es el resultado de la interacción de dos grandes placas con un bloque continental (microplaca de Alborán, actuales zonas internas), que se desplaza hacia el O y que, finalmente, colisiona contra los márgenes mesozoicos de la Península y del NO de África, formando la cordillera Bético-Rifeña.

Los criterios petrológicos y estructurales, han llevado a distinguir en la cordillera Bética dos grandes zonas o dominios diferenciados:

- 1) *Zonas Externas.* Aparecen en los borde de los cratones (placas Europea y Africana)

- 2) *Zonas Internas*. Son comunes en ambos lados del mar de Alborán y se sitúan en la zona de separación entre ambas placas o zonas cratogénicas.

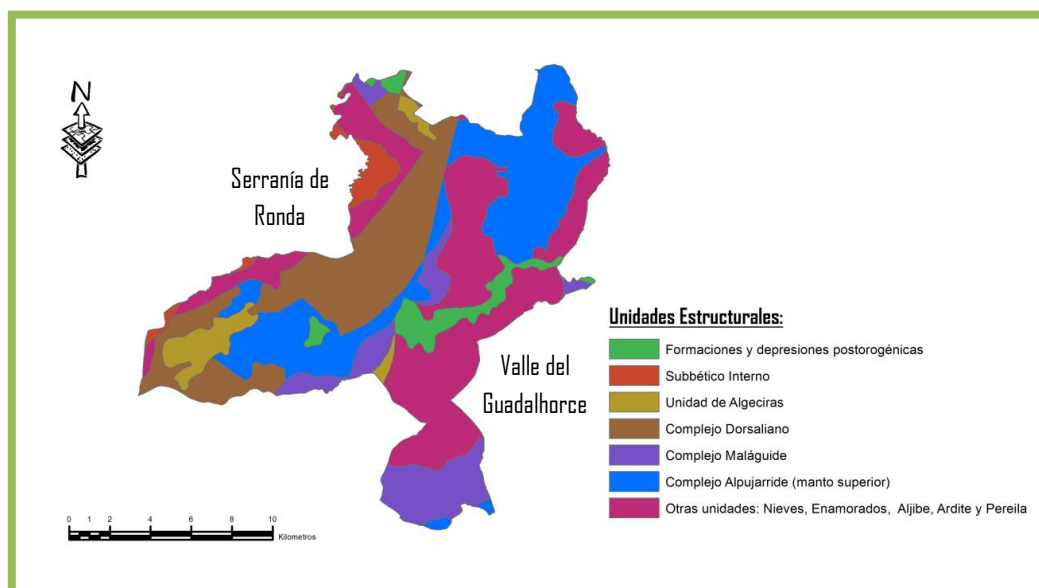
Respondiendo a la complejidad de una cordillera de desarrollo geosinclinal, las unidades internas y externas se subdividen en subzonas. Lejos de nuestra investigación está el explicar a gran nivel de detalle la compleja totalidad estructural de las béticas, por ello, no ceñiremos a la descripción exclusiva de aquellas unidades dentro de la misma que afectan al área de estudio.

Nuestra área de estudio se encuentra entre la zona Prebética y la zona Subbética que, formalmente, suelen ser asignadas al Subbético (zonas internas). Esta situación de tránsito entre la Hoya de Málaga y la Sierra repercute en la variedad del paisaje.

En términos regionales físicos, nuestra zona de estudio se localizaría en una encrucijada dentro de los distintos materiales que componen las Béticas internas y las unidades intermedias de los sistemas Béticos: Flysch de Teba, Bajo Guadalhorce y Colmenar. Según Gómez (1987) se trata de una unidad considerada como la continuación de los flysch del Campo de Gibraltar, diferenciándose únicamente en la escasa representación de los materiales areniscos, en beneficio de los margosos y margo-calizos. Dentro de esta unidad se delimitan dos ámbitos, uno en el que descansa sobre los materiales de las unidades externas (flysch de Teba) y otro en el que lo hace sobre las unidades internas (bajo Guadalhorce y pasillo del Colmenar). En este último caso se encuentra nuestra área de estudio. Se trata de una formación de conglomerados, margas, arcillas, areniscas, calizas con *Microcodium* y silixitas del mioceno Inferior (terciario), conformando las formaciones de Alozaina y Las Millanas. En definitiva, es un dominio caracterizado por la heterogeneidad y por la variación espacial de los materiales, lo que da lugar a una gran diversidad morfológica. Tampoco hay que olvidar en esta unidad la presencia de klippen sedimentarios, como el cerro de Ardite, y de losetas calizas o areniscas empastadas entre las margas y resaltadas por la erosión diferencial. La presencia de estos relieves residuales rompe la compacidad de los sistemas Béticos, intercalando valles longitudinales aptos para el cultivo entre las sierras que los rodean.

En cuanto al encuadre geológico regional del área de estudio, según los mapas geológicos 1051 (IGME, 1990) y 1052 (IGME, 1978) destacan las siguientes formaciones geológicas (mapa 10).

Mapa 10. Estructura geológica del área de estudio



Fuente: Elaboración propia, a partir de J.J.A.A, 2005

1. **FORMACIONES Y DEPRESIONES POSTOROGÉNICAS.** De origen sedimentario reciente (terciario y cuaternario) están compuestas por materiales calcáreos, conglomerados, areniscas, arcillas y margas fosilíferas de naturaleza dendrítica y proceden en su mayoría del relieve circundante. Desde el punto de vista geomorfoestructural se pueden resaltar en relación al área de estudio, los travertinos de Matemil, Jorox y colindantes al casco urbano del municipio de Alozaina o los piedemontes y conos de deyección localizados en la base de las sierras. El resto de depósitos son de naturaleza conglomerática y aluviales de envergadura variable.
2. **FORMACIONES TECTO-SEDIMENTARIAS.**

Neonumídico ó Unidad de Aljibe. Los geólogos engloban a esta unidad bien como una formación tecto-sedimentaria, con el nombre de “Neonumídico” (IGME, 1990), o bien en el complejo Predorsaliano con el nombre de “Unidad de Aljibe” (IGME 1978). Ajenos a este problema contextual lo que no hay que perder de vista es que forma parte indiscutible del flysch del bajo Guadalhorce. Se trata de una formación arcillo-arenosa de klippen sedimentarios denominada por Bourgois (1978, citado por IGME, 1990) “*melange-tectonique*”. En ella se encuentran materiales circumbéticos dispuestos dentro de una matriz arcillosa. Entre los materiales, destaca la abundancia de areniscas. La arenisca del Neonumídico se presenta en bloques cuyas dimensiones varían de algunos decímetros a varios metros. Presentan tonalidades rojo-oscuro a veces brillantes. Dentro de este “*melange tectonique*”, se encuentra también la llamada caliza con resto de Microcodium, unidad de gran importancia, formada por bloques desorganizados, generalmente de grandes dimensiones. Su coloración externa es gris oscura, tiene un grano grueso bien cementado y se presenta formando estratos de 1 a 2 decímetros de espesor. A su vez las arcillas, que forman el aglutinante de toda esta serie de bloques, presentan colores rojos y verdes muy vivos que recuerdan por su coloración a las arcillas de Keuper (IGME, 1990).

3. ZONA SUBBÉTICA

3.1 Subbético Interno

Se limita a algunos vestigios en la zona NO del término municipal de Yunquera y de Casarabonela. Las variaciones de facies entre las distintas unidades no son muy importantes. Destacan calizas oscuras y margas estratificadas en capas de grosor variable, aparecen también calizas nodulosas-brechoides de colores rosados y grises con frecuente matriz amarillo-verdosa, algo arcillosa. En las facies de tránsito entre el flysch del subbético según Dürr (1967, citado por IGM, 1990) aparecen margas y margocalizas blancas y rojas. A techo de las margas se encuentran areniscas de color pardo rojizo, de aspecto grosero, acompañado de arcillas multicolores dando lugar a un flysch arenoso. Finalmente también se localizan arcillas, margas, limos y areniscas, con yesos de colores abigarrados que según Blumenthal (1933, citado por IGME, 1990) pueden corresponder al Rethiense y quizás a parte del Noriense y el tránsito al Lías.

4. ZONA CIRCUMBÉTICA

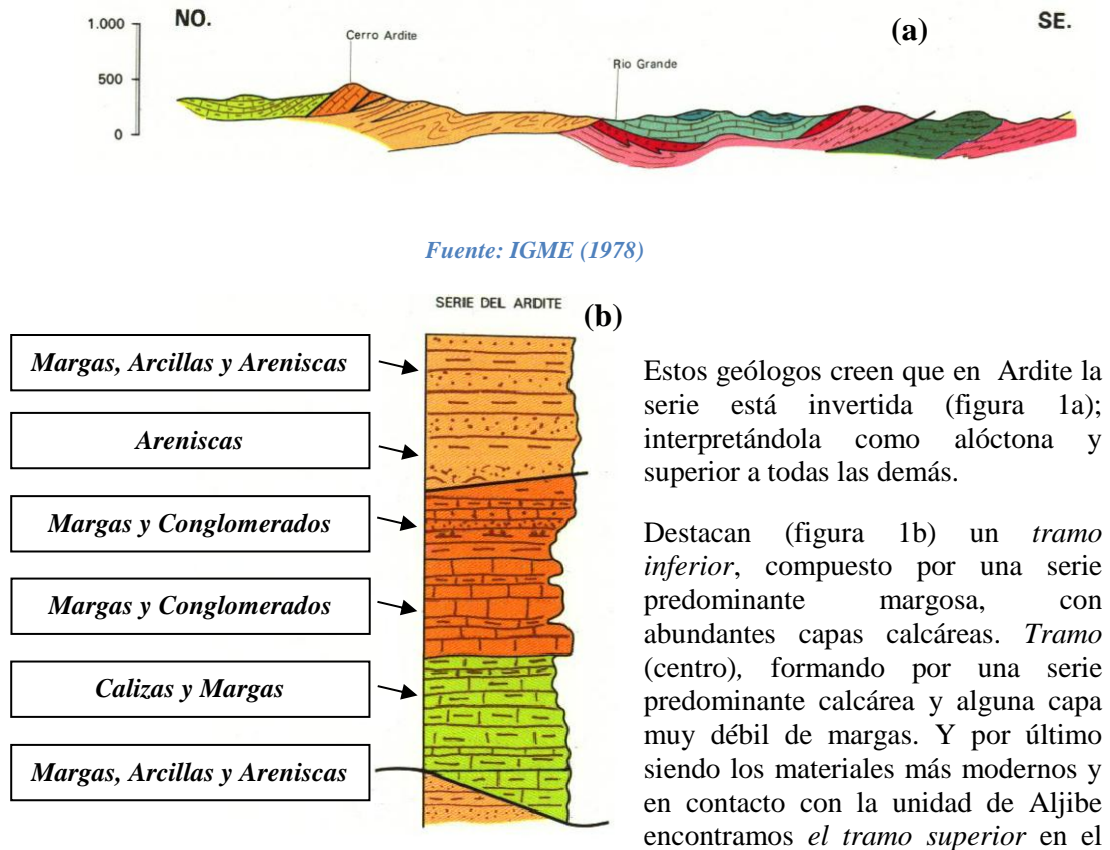
4.1 Complejo Predorsaliano (“Flysch”)

Son materiales detríticos que incluyen series muy diversas, algunas de ellas sin relación con la denominación de Flysch. Se presenta en general ocupando zonas poco elevadas y actuaron de base sobre la cual se depositaron la mayor parte del resto de los materiales terciarios más modernos. Así pues, rodea los afloramientos paleozoicos sobre los que, o no se depositó, o bien ya se ha erosionado. Topográficamente, la altura máxima que ocupa es de unos 600 m. cerca del municipio de Casarabonela. Su relieve es suave y alomado, sobresaliendo algunos crestones de arenisca y bloques sueltos que

están dispersos sobre el terreno margoso. Dentro del complejo Predorsaliano encontramos tres unidades:

a) La *unidad de Ardite* estudiada por Didon y Peyre, (1964) que aparece en su mayor parte bajo materiales del tipo de la serie de Aljibe.

Figura 1. Corte geológico (a) y serie estratigráfica (b) de la unidad de Ardite



que predominan las margas y pelitas de color marrón rojizo y verdosas que Didon y Peyre (1964) dataron del Ypresiense a Luteciense (IGME, 1978).

b) La *unidad de Pereila*, descrita por Buser (1977-78) y Bourgois (1978-79) (citado por IGME, 1990) está formada por dolomías grisáceas en la base y por una alternancia de calizas dolomíticas y margosas con algunos nódulos de sílex. Destaca una potente brecha de espesor variable constituida por cantos y bloques procedente de los materiales adyacentes. Sobre ésta aparecen calizas nodulosas rojas, calizas grises con sílex, calizas rojas y brechas en una intrincada asociación de facies. En la parte occidental de la unidad aflora un potente paquete de calizas con sílex y manchas ferruginosas. Finalmente aparecen discordantemente las areniscas y arcillas pardas del flysch.

c) Y por último, la *unidad de Algeciras*, fue definida por Didon (1960, citado por IGME, 1990) caracterizándola, desde un punto de vista litológico, por la presencia de un potente flysch areniscos micáceo que está formado por alternancias de margas, de colores grises o verduzcos, con capas de areniscas en la que el elemento fundamental es la presencia de moscovita.

4.2 Complejo Dorsaliano

Se trata de un conjunto alóctono, situado por encima de la zona bética y del subbético interno, cobijado a su vez por el cabalgamiento frontal de las zonas internas. Cabe destacar a parte de los efectos de la tectonización posterior, su origen olistostrómico,

cuyos olistolitos (klippes hundidos) están embalados en una matriz resultante de la desorganización gravitacional de una sucesión flysch del mioceno inferior (IGME, 1990). Alberga dos grupos de unidades: a) la unidad de las Nieves, que engloba a un conjunto de sierras escarpadas que cruza el área de estudio de SO-NE (desde la cabecera del río Verde, hasta las proximidades del pueblo de Ardales). Se trata de una secuencia constante de edad triásica y jurásica formada de muro hacia el techo por dolomías basales, calizas negras tableadas, calizas blanco-azules cristalinas y brecha de la Nava, definida por Durr (1967) con ese nombre; b) otra unidad dentro de este complejo, habiendo grandes discrepancias entre autores como Kockel, 1963, Blumenthal 1930, 1933, Dürr 1967, Bourgois 1970, Didon 1973, Buser 1977-78, Felder 1978-1981 (citado por IGME, 1990), en cuanto a su origen y contexto geológico, es la unidad de los Enamorados y afines (Cabrilla). Está formada por dolomías claras bastante representadas en la Sierra de Cabrilla, calizas blancas localmente calizas con sílex y brechas en la parte septentrional y occidental del tajo de los Enamorados y en las cimas de Sierra Cabrilla. En ambos casos dan lugar a grandes tajos de calizas nodulosas rojas, amarillentas y rosadas. En la escama superior del tajo de los Enamorados, en el afloramiento Maláguide del Convento de las Nieves y en Sierra Cabrilla aparecen margocalizas y margas del Neocomiense (IGME, 1990).

5. ZONA BÉTICA

5.1 Complejo Maláguide (zona interna)

El Maláguide o Bético de Málaga, definido por Blumenthal en 1927, se diferencia del resto, por una tectónica de mantos de corrimientos. Se trata de una cobertera sedimentaria compuesta por materiales calcáreos principalmente, aunque también afloran los materiales silíceos. Aparece en el límite septentrional de la zona bética, en el sector del Convento de las Nieves y en el cerro del Peral. Se sitúa sobre distintos términos de la sucesión Alpujárride y de las unidades asociadas a los complejos Dorsaliano y Predorsaliano. Su estructura interna es compleja, debido a la existencia de escamaciones que pueden delimitar, en algunos puntos, unidades tectónicas diferentes. Existen grandes discrepancias en cuanto a su extensión (Cruz-San Julián 1991, Ruíz Peig y otros 1991, Cano Medina 1991). Dependiendo de la hoja del IGME que se consulte (1051 ó 1052), se prolonga la cobertera hasta el mioceno inferior o alcanza hasta el Oligoceno (Chattiense) y Mioceno inferior (Aquitaniense). Se trata de una formación equiparable a la zona de Alozaina y Las Millanas (Mérida, 1997).

5.2 Complejo Alpujárride (manto superior)

Se compone de 3 unidades: a) unidad de los Reales, formada por rocas ultrabásicas, aflora en el O de Alozaina y el SE de Yunquera. Constituyen una prolongación del macizo ultramórfico de Sierra Bermeja; b) la unidad del Saucillo formada por mica-esquistos oscuros más o menos cuarzosos (carretera de Yunquera a El Burgo y al S del cerro del Peral) y filitas negras y violáceas que descansan sobre la anterior; c) y por último, la unidad de Yunquera formada por mica-esquistos y gneises migmatíticos que afloran en las proximidades de Yunquera y están invadidos por cuarzo-feldespáticos de textura gneésica. Un problema delicado es la delimitación de esta unidad por su parte septentrional, debido la existencia de una brecha muy similar a la de la Nava (brecha de Jarro), que tapa los contactos entre la unidad de las Nieves y la de Yunquera. Sus características litológicas son semejantes a la de la brecha de la Nava (poligénica, heterométrica constituida por detritos carbonatados, angulosos sin ordenamiento interno). La matriz está constituida por fragmentos carbonatados más pequeños, frecuentemente monocristales de carbonato, especialmente de dolomita y el cemento es calcítico (IGME, 1990).

4.1.4. Los suelos

Los suelos constituyen el soporte de las actividades humanas dirigidas al aprovechamiento de su potencial productivo y son una fuente de nutrientes para la cubierta vegetal. En este sentido, los suelos están dotados de una características y propiedades que le proporcionan una mayor o menor aptitud agrícola, como son la textura, pH, contenido de nutrientes, retención de agua, entre otros factores. En el área de investigación no existen estudios edafológicos a la escala requerida para la investigación. Éstos se refieren tan sólo a las áreas afectadas por el proyecto LUCDEME (“Lucha contra la desertificación en el Mediterráneo”), que sigue la metodología del “Mapa mundial de suelos” de la FAO (1988). Debido a su escasa actualidad en terminología, se actualizan sus posibles deficiencias con la FAO (2006).

Los cambios en los condicionantes geológicos, climáticos y geomorfológicos que se han visto, dan como resultado suelos diferentes. La edafogénesis localizada en la Serranía de Ronda (más próximos al ámbito serrano) no es la misma que la del flysch del bajo Guadalhorce, (más próximo el Valle del Guadalhorce). La mayoría de los suelos de la región de estudio son suelos azonales o brutos, tipo regosoles y leptosoles. Se tratan en general de sustratos poco evolucionados, propios de zonas muy transformadas, ligados a zonas relictísticas, en las que la erosión realiza un lavado continuo, impidiendo el desarrollo de los horizontes. Así, en la base de la edafogénesis autóctona están los leptosoles, muy erosionados y en la evolución alóctona, los regosoles.

En los suelos del área de estudio destacan los horizontes de diagnóstico: *Cálcico* y *Vértico*. Los calificadores de grupo I: *Lítico* y *Cálcico*, y calificadores de grupo II: *Calcárico*, *Éútrico*, *Crómico* y *Pélicos*

En cuanto a los grupos de suelos destacan: a) los *Regosoles* son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Destacan los calificadores: *Calcáricos* y *Éútricos*. Su extensión es importante, los regosoles se localiza al O del núcleo de Alozaina, centro O y SE del término municipal de Yunquera, S del término municipal de Guaro y NO del término de Casarabonela. Dado el carácter del material original estos suelos presentan una alta pedregosidad (tamaño grava), mientras que los afloramientos rocosos son prácticamente inexistentes. Las pendientes oscilan entre el 10-50%, lo que da lugar a procesos erosivos que generan importantes pérdidas de suelo. Se dedican fundamentalmente al cultivo de olivar y almendros.

b) *Los Cambisoles*, generalmente constituyen buenas tierras agrícolas, con alta saturación en bases. Destacan los horizontes de diagnóstico: *Cálcico* y *Vértico*, y los calificadores: *Calcáricos* y *Éútricos*. Los cambisoles están bastante extendidos por el área de estudio y aparecen en infinidad de asociaciones, como veremos a continuación. Se localiza sobre todo en zonas coluviales que son dedicadas a cultivos de olivar y a veces cereal, sufriendo una erosión hídrica severa en surcos.

c) Los *Fluvisoles*, son suelos azonales genéticamente jóvenes. La mayoría poseen una buena fertilidad natural. Destaca el horizonte de diagnóstico *Cálcico*. La extensión de los fluvisoles en el área de estudio es reducida, localizándose en el N y S de Casarabonela, y en el NO de Yunquera.

d) Los *Leptosoles*, son suelos muy someros sobre roca continua y extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Son azonales y particularmente comunes en regiones montañosas, principalmente en tierras de altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Cultivos como el olivo, almendro, etc. se explotan en tales pendientes pero al precio de erosión severa. Destacan los siguientes calificadores: *Lítico* y *Éútrico*. También aparecen Leptosoles *con Rendzinas*, son aquellos leptosoles que tienen un horizonte mólico que contiene o está

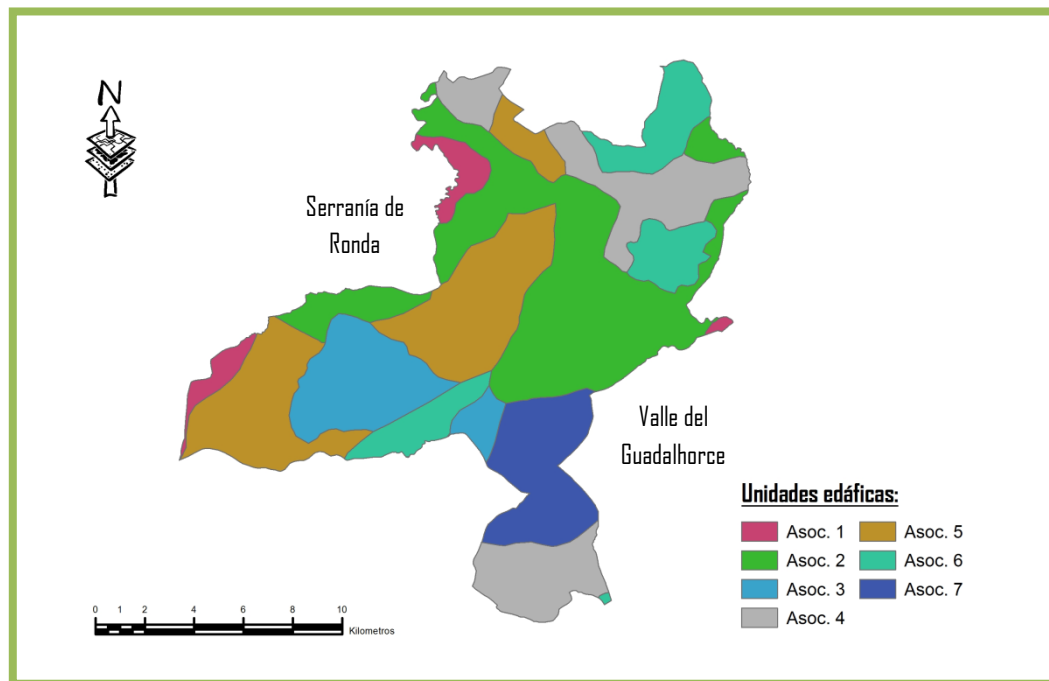
inmediatamente por encima de material calcárico o roca calcárea que contiene 40% o más de carbonato de calcio equivalente. Y *Leptosoles con Phaeozems* son leptosoles que, en su capa superficial, acomodan suelos de pastizales en regiones forestales. Los leptosoles son bastante extensos, se localizan en la base de Sierra Prieta y en los extremos suroccidental, meridional y occidental de Alosaina.

e) Los *Luvisoles*, son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el horizonte superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades. En cuanto a su uso y manejo, la mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas. Destacan los siguientes calificadores: *Crómico* y *Cálcico*. Exceptuando el S del término municipal de Alosaina, parte SO del término municipal de Casarabonela y el N de Yunquera, los Luvisoles forman parte de diferentes asociaciones por toda el área de estudio.

f) Y finalmente los *Vertisoles*, son suelos muy arcillosos que se mezclan con alta proporción de arcillas expansibles. Forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. Estos suelos tienen considerable potencial agrícola, pero el manejo adecuado es una condición para la producción sostenida. Destacan los siguientes calificadores: *Pélicos*, *Éutrico* y *Crómico*. Los Vertisoles, se localizan al S de Alosaina y N de Guaro. Son los suelos más aptos para el cultivo del olivar de toda el área de estudio. Cuidando su posibilidad de encharcamiento gozan de excelentes producciones. Ello hace que, casi toda su superficie se encuentre cultivada por olivar de aceituna de mesa variedad “Manzanilla Aloreña” (la más cotizada en el mercado). Se tratan de suelos tanto desarrollados sobre los materiales terciarios (margas, arenas y conglomerados) como sobre materiales cuaternarios (cantos coluviales, arcillas, arenas).

Según (JJAA, 2005), estos grupos de suelo se combinan para formar 7 asociaciones unidades (mapa 11).

Mapa 11. Unidades edáficas del área de estudio



Fuente: Elaboración propia de JJAA, 2005

Asociación 1: *Cambisoles cálcicos, Luvisoles cálcicos y Luvisoles crómicos con Leptosoles y Fluvisoles calcáreos.* De extensión reducida, se expanden por el NO de Casarabonela y zona O de Yunquera.

Asociación 2: *Cambisoles cálcicos, Regosoles calcáreos y Leptosoles con Rendsinas* se trata de la asociación más extendida, ocupa la cuarta parte del término municipal de Alosaina (O), el SO de Casarabonela, y el N de Yunquera.

Asociación 3: *Cambisoles éutricos, Luvisoles crómicos y Cambisoles cálcicos con Regosoles éutricos y calcáreos y Luvisoles cálcicos.* Aparecen en el centro del término municipal de Yunquera y O de Alosaina.

Asociación 4: *Cambisoles éutricos, Regosoles éutricos y Luvisoles crómicos con Leptosoles* ocupan la mitad S de Guaro, y el NE del término municipal de Casarabonela.

Asociación 5: *Leptosoles, Luvisoles crómicos y Rendsinas con Cambisoles cálcicos,* se extienden a modo de franja, con algunas irrupciones, a lo largo del área de estudio desde el SO hasta el NE, ocupando el O y E de Yunquera, N de Alosaina y, O y N de Casarabonela.

Asociación 6: *Luvisoles crómicos, Regosoles éutricos y Leptosoles con Phaeozems y Cambisoles éutricos,* se distribuye por el área de estudio en pequeños rodales en el S de Guaro y en extensiones mayores en el S de Yunquera, O de Alosaina y, O y NO de Casarabonela.

Asociación 7: *Vertisoles crómicos y Cambisoles vérticos con Cambisoles cálcicos, Regosoles calcáreos y Vertisoles pélicos,* ocupan el S del término municipal de Alosaina y el N de Guaro.

4.1.5. La capacidad agrológica

El valor agrícola de un suelo reside en las cualidades que posee para sostener la vida vegetal o, lo que es lo mismo, en su capacidad productiva. Dicha capacidad es directamente proporcional al rendimiento de los cultivos y está relacionada con un conjunto de características de tipo climático, fisiográfico y edáfico. Pero además conviene tener en cuenta que el uso agrícola intensivo del suelo entraña un riesgo de pérdida de la “capacidad agrológica”. La clasificación de los suelos según su capacidad agrológica permite valorar el grado de explotación agrícola, ganadera y forestal a la que puede someterse un terreno sin dañar su capacidad productiva (Fernández y Cabrera, 2003). Ésto nos sumerge en la necesidad de racionalizar y ordenar los usos del suelo en sistemas de producción donde las pérdidas de potencialidad sean mínimas. Pero para poder hacer dicha valoración es requisito indispensable haber efectuado previamente un reconocimiento de la morfología y propiedades de los suelos.

Para evaluar la capacidad agrológica del área de estudio se han utilizado dos fuentes diferentes. Fernández y Cabrera (2003), que utilizan la metodología del USDA (1961) basada en varios sistemas de explotación en orden decreciente de intensidad: laboreo continuado, laboreo ocasional, pastos, bosques y reserva natural (no aprovechable ni agrícola ni forestalmente). Este análisis estructurado de los factores da lugar a la catalogación de las superficies en 8 clases (de I a VIII), ordenadas de mayor a menor en función de su capacidad productiva, siendo la clase I los más aptos y productivos, y los de clase VIII los más inadecuados para el cultivo. De este modo, los suelos de cada clase son teóricamente capaces de sostener un determinado tipo máximo aprovechamiento, sin deterioro de los mismos y todos aquellos usos que corresponden a las clases de inferior valor. La otra fuente utilizada ha sido la JJ.AA (1996) que clasifica la capacidad agrológica en tres, de mayor a menor capacidad: de buena a moderada, de moderada a marginal y marginal o improductiva.

Fernández y Cabrera (2003) determinan la capacidad agrológica según las comarcas funcionales, centro-Sur Guadalhorce y Serranía de Ronda (cuadro 1). Al no corresponderse el área de estudio integralmente con ninguna de ellas (área de transición), compararemos ambas comarcas, para sacar una conclusión adecuada.

Cuadro 1. Clases agrológicas de las comarcas que afectan al área de estudio.

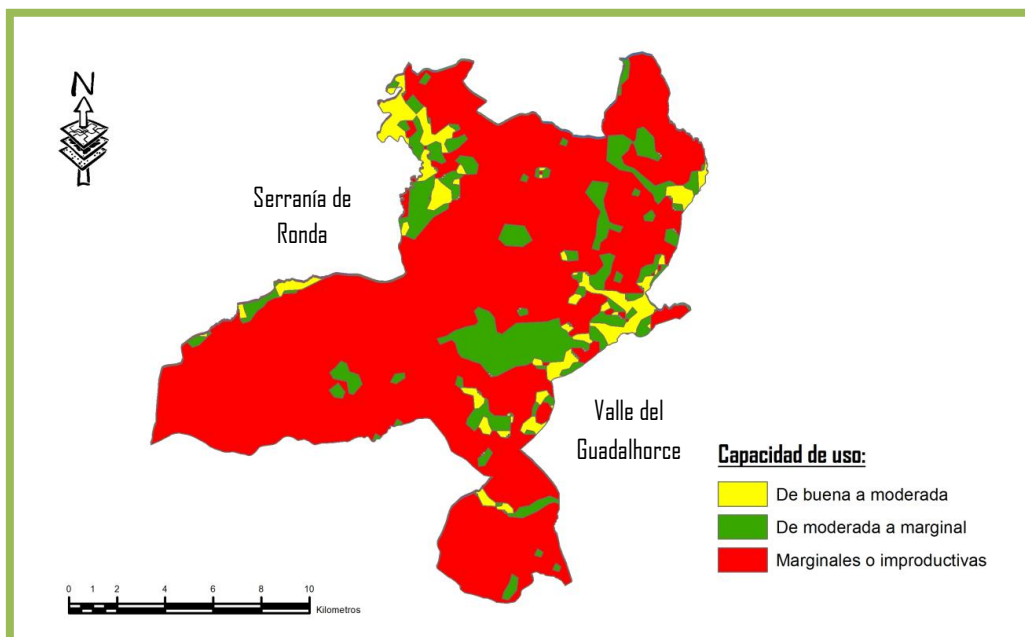
CLASES AGROLÓGICAS	COMARCA CENTRO-SUR		SERRANÍA DE RONDA	
	Has	%	Has	%
I	-	-	-	-
II	15.251	6.2	727	0.5
III	54.894	22.2	13.059	9.5
IV	77.081	31.2	2.606	1.90
V	42	0	398	0.3
VI	40.414	16.4	21.351	15.6
VII	41.972	17	63.385	46.3
VIII	17.319	7	35.440	25.9
TOTAL	246.973	100	136.966	100

Fuente: Fernández y Cabrera (2003)

Las clases agrológicas menos aptas predominan en la Serranía de Ronda especialmente la clase VII, en la que los suelos presentan limitaciones que obligan a explotarlos para uso ganadero, bosques o como reserva natural. Mientras que en la comarca Centro-Sur predominan los suelos con mayor capacidad agrológica, especialmente las de clase III y IV.

Según JJAA, 1996 la mayoría del área de estudio se encuentra ocupada por zonas de tierras marginales e improductivas agrícolamente hablando (mapa 12), zonas con bastantes limitaciones, donde predominan las clases superiores a V. Se tratan de zona que no reúnen por lo general las condiciones ecológicas necesarias (pendientes, suelos, etc) para el cultivo agrícola, por sus fuertes pendientes.

Mapa 12. Capacidad de uso agrario del área de estudio



Fuente: Adaptado de JJAA, 1996

Por el contrario, las zonas de mayor aptitud agrícola se localizan en el flysch SE del área de estudio (zona más próxima al Valle del Guadalhorce) y en el N (puerto de Casarabonela), coincidiendo en su mayoría con relieves alomados donde la edafogénesis ha tenido posibilidad de desarrollo. En general, las mayores superficies y capacidades agrícolas (II, III y IV) se localizan en los municipios de Casarabonela y Alosaina. Calificándose sin capacidad agrológica (VI, VII Y VIII), la mayor parte de la superficie de los municipios de Yunquera y Guaro.

Foto 1. Cultivos de olivar abandonado



Olivar abandonado (Alosaina)

El olivar en el área de estudio se extiende por todo el territorio ocupando hasta las áreas más agrestes (VII incluso VIII), pero que debido a su escaso rendimiento están cayendo en el abandono (foto 1) reduciéndose su extensión a aquellas zonas con capacidad agrológica (IV, V y VI) que no son las mejores, pero acogen sin problema las exigencias del olivo. El olivo, como sabemos, se trata de un cultivo de secano, el cual precisa poco “mimado” por parte del agricultor para que produzca. Ciertamente es que, cuando el agricultor pretende obtener altos rendimientos de sus parcelas, debe estar pendiente a la misma, sin dilatar acciones cruciales que luego le podrían condicionar la producción (desherbado a su tiempo, arado

fuera de tiempo, talas excesiva, etc). Pero, en todo caso, el olivar producirá en cualquiera de los intervalos de capacidad, eso sí, reduciendo sus productividad conforme empeoran los factores condicionantes de la capacidad agrícola (pendiente, suelo, humedad, etc).

4.2 El cultivo del olivar

4.2.1. Superficie y estructura de las explotaciones olivareras

El olivar, como se ha citado, es el cultivo por excelencia del área de estudio, sobre todo en el municipio de Alozaina, donde representan el 73% de la superficie cultivada (cuadro 2). Su extensión superficial destaca del resto de cultivos, conformándose como el primer y segundo cultivo de la mayoría de municipios (olivar de aceituna de aceite u olivar de aceituna de mesa).

Cuadro 2. Distribución general de la tierra por aprovechamiento en el área de estudio.

	ALOZAINA		CASARABONELA		GUARO		YUNQUERA	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
SUPERFICIE LABRADA								
<i>Cultivos herbáceos</i>	297,63	13,89	1466,58	47,40	33,52	4,31	240,5	22,43
<i>Frutales</i>	228,13	10,64	462,84	14,96	274,45	35,26	253,09	23,60
<i>Olivar</i>	1572,23	73,36	1163,25	37,60	469,83	60,36	562,8	52,48
<i>Viñedo</i>	3,52	0,16	0,1	0	0,57	0,07	12,88	1,20
<i>Otras</i>	41,64	1,94	0,98	0,03	0	0	3,12	0,29
SUPERFICIE NO LABRADA								
<i>Prados y pastos¹</i>	225	16,53	1661	28,33	317	52,57	838	22,90
<i>Terreno forestal²</i>	528	38,80	3644	62,14	6	1,00	2619	71,56
<i>Otras superficies³</i>	608	44,67	559	9,53	280	46,43	203	5,55
TOTAL SUPERFICIE LABRADA	2143,15	61,16	3093,75	34,54	778,37	56,35	1072,39	22,66
TOTAL SUPERFICIE NO LABRADA	1361	38,84	5864	65,46	603	43,65	3660	77,34
TOTAL	3504,15	100	8957,75	100	1381,37	100	4732,39	100

Fuente: Censo agrario de 2009

Leyenda: ¹ Prados y pastos: pastos naturales + pastizales + erial a pastos/ ² Terreno forestal: monte maderable + monte abierto + monte leñoso/ ³ Otras superficies: espartizales + terreno improductivo + superficie no agrícola + ríos y lagos.

En la actualidad, los campos agrarios se sitúan principalmente en aquellas zonas donde la pendiente es más amable y permite la existencia de suelo. No obstante, las necesidades que la población local sufrió en tiempos pasados, dio lugar a la puesta en cultivo de terrenos con menos aptitud agraria. A pesar de sus limitaciones, la capacidad de adaptación de los cultivos empleados (olivar y almendro) hizo que se ocuparan las áreas de montaña con terrazas y abancalamientos que les permitieron introducir el olivar en los terrenos más agrestes (Rubio et al., 2010). Por lo tanto, las condiciones ecogeomorfológicas del área de estudio han respondido, y responden con creces a la exigencia del cultivo olivarero. No obstante, dando un simple paseo por estos campos de cultivo, vemos como en su mayoría van cayendo en el abandono, por su escasa rentabilidad, difícil acceso, etc., pasando de nuevo a formar parte del hábitat natural. (foto1 y 2).

Foto 2. Cultivos de olivar abandonado*Olivar (Alozaina)*

Es obvio que la rentabilidad de las explotaciones del área de estudio dependa de su extensión, del tipo de suelo, de los cuidados del agricultor, entre otros factores. Pero lo principal causa de esta baja rentabilidad la encontramos en el minifundismo, condicionante que da lugar a que el tamaño de las explotaciones no sea el adecuado para obtener los rendimientos económicos necesarios. Esto explica que la mayor parte de la dedicación agrícola sea a tiempo parcial, para autoconsumo, que en la mayoría de los casos producen más (aceite o aceituna de mesa) que la capacidad de consumo del hogar familiar, por lo que los excedentes de producción son vendidos a las cooperativas locales. A pesar de tener estos excedentes en producción, las pequeñas explotaciones olivereras no son tan rentables, económicamente hablando, como para sustentar durante todo el año a la economía familiar. Por lo que, aquellos agricultores que no tengan otra fuente de ingreso principal deben adoptar a métodos de sustento alternativos (“peonas”, construcción, etc). En este aspecto, las subvenciones nacionales y ayudas Europeas hacen que las explotaciones (sobre todo las de aceituna de mesa) puedan cubrir los gastos de mantenimiento: labores, desbroces, talas y recolección. Gastos que restan bastante el beneficio neto final anual que percibe el agricultor. Pero se podría decir que a pesar de recibir el apoyo de las subvenciones, las producciones de las explotaciones más pequeñas difícilmente alcanzan para cubrir gastos y aún en menor medida para obtener beneficios (Ocaña y García 1990; Blanco y Larrubia, 2008).

Por otro lado, también existen agricultores a tiempo completo. Suelen ser en su mayoría grandes propietarios, que recolectan grandes volúmenes de aceituna al año, lo cual les permite mantener su economía familiar, pero éstos son bastante escasos en la zona.

Esta baja rentabilidad general de las explotaciones provoca que los fondos de los que dispone el agricultor para adoptar innovación y maquinaria sean escasos. Esto, unido a las limitaciones que impone el relieve, reduce la innovación y maquinaria a desbrozadoras manuales, moto-sierras, vareadoras mecánicas y tractores oruga (“de cadenas” al ser los más adaptados a las limitaciones que presenta el terreno), y todo ello gracias en gran parte a las subvenciones. Esto hace que las explotaciones se encuentren en un “laberinto sin salida”.

Este carácter minifundista se ha visto agravado por el sistema de herencia imperante en la zona. A lo largo de los años los propietarios agrarios dividían sus explotaciones en porciones, en función de los hijos que tenía. Como me decía D. Francisco Cueto Trujillo, hortelano, campesino y vecino de Casarabonela: *“Para que cada hijo tenga un poco de cada finca, y no se peleen”*. Esta conciencia social, apoyada por la orografía entre otros factores, ha contribuido a forjar un minifundismo extremo en la zona. Una extremada parcelación que provoca a su vez una gran dispersión parcelaria y atomización excesiva, en la que incluso las explotaciones menores de una hectárea están formadas por más de una parcela.

Por lo tanto, el minifundismo se consolida en la zona como una limitación importante para el logro de economías de escala, pérdidas de superficie agrícola por los linderos de separación, pérdidas de tiempo en los traslado de una parcela a otra y por último un mal uso de prácticas productivas al intentar homogeneizarlas en el conjunto de la explotación, labores a destiempo, etc.

El régimen de tenencia está asociado principalmente a la explotación directa (cuadro 3).

Cuadro 3. Explotaciones agrarias por régimen de tenencia de la Superficie Agrícola Utilizada (SAU)

Régimen de tenencia	Expl. Agrarias de la S.A.U en Propiedad		Expl. Agrarias de la S.A.U en Arrendamiento		Expl. Agrarias de la S.A.U en Aparcería y otros regímenes		TOTAL
		%		%		%	
ALOZAINA	321	92,5	10	2,9	16	4,6	347
CASARABONELA	375	94	11	2,8	13	3,3	399
GUARO	239	98,4	2	0,8	2	0,8	243
YUNQUERA	312	97,8	1	0,3	6	1,9	319

Fuente: Censo agrario de 2009

La superioridad de las explotaciones en propiedad como sistema de tenencia está clara en todos los municipios con porcentajes siempre superiores al 90% (cuadro 3). No obstante, fuera de las estadísticas, hemos de destacar la existencia de sistemas de explotación de la propiedad no reglados. Priman en situaciones de imposibilidad por parte del propietario para llevar el control de la parcela (enfermedad, trabajo, desinterés o despreocupación). Éste entrega la tierra a un amigo, vecino o familiar para que la explote. Respondería a una especie de “trueque”, sistema de favores muy arraigado en la región entre los trabajadores del campo.

Otro factor que condiciona a las explotaciones, lo acabamos de adelantar, la elevada edad media de los agricultores, siendo en todos los municipios superior el porcentaje de propietarios mayores de 65 años que el de los menores de 35 (cuadro 4). Gran inconveniente este para la adopción de innovación, ya que la mayoría de los agricultores más veteranos se muestran reacios a cambiar sus formas de cultivar, las cuales están (según ellos) más que probadas con decenas de años de experimentación. Este fenómeno se pudo comprobar de primera mano en las entrevistas a los agricultores. Llamó la atención sobre los demás D. José Francisco Trujillo Navarro, agricultor ecológico de algo más 40 años que tras heredar las tierras de su padre (hombre octogenario), entablaba constantes disputas con él por haber modificado el sistema de producción convencional que él había utilizado durante toda su vida y que tan buenos resultados le había dado (según él) por el sistema ecológico con labor. Fue una gran suerte, encontrar aquella inesperada situación, ya que reflejaba con claridad las grandes diferencias de mentalidad entre jóvenes y mayores. Se enfrentaban ramas del conocimiento, que lejos de ser contrarias debieran ser complementarias. Años de briega, experiencia y saber hacer (capital cognitivo local), con innovación y desarrollo (capital científico).

Cuadro 4. Titulares de explotaciones agrícolas por edad

<i>Titulares por edad (años)</i>	<i>< 35</i>	<i>%</i>	<i>35-54</i>	<i>%</i>	<i>55-64</i>	<i>%</i>	<i>>64</i>	<i>%</i>	<i>TOTAL</i>
ALOZAINA	83	14,4	227	39,4	133	23,1	133	23,1	576
CASARABONELA	41	7,4	220	39,5	149	26,8	147	26,4	557
GUARO	83	16,3	208	40,9	107	21,1	110	21,7	508
YUNQUERA	83	14,3	254	43,9	107	18,5	135	23,3	579

Fuente: Censo agrario de 2009

La escasez de jóvenes agricultores es evidente, pero hay que tener en cuenta el envejecimiento demográfico que sufre la zona. También es necesario destacar la falta de correspondencia entre las edades de los titulares de las explotaciones y la de los explotadores o cuidadores de las mismas. Son muchas las explotaciones que siendo propiedad del cabeza de familia, son los hijos los que las gestionan. Éstos, en algunos, casos mantienen las pautas de explotación que tenían sus padres, pero otras veces, adoptan nuevos sistema como ya hemos visto en el caso de José Francisco Trujillo. Es decir, no siempre en la zona, un titular anciano se corresponde con un sistema tradicional (convencional), ni a la inversa. Pero lo que sí está claro en nuestra área de estudio es, la importancia que tiene la edad de los agricultores en el tratamiento de la parcela. Calatrava y Parra (2005) recogen esto que venimos comentando afirmando que los agricultores más jóvenes (con menos años en la agricultura) son lo que más se decantan por adoptar el sistema ecológico, prestándole una mayor dedicación a todos los aspectos relacionados con su explotación: administración, gestión, asistencia a cursos formativos, mayor pertenencia a asociaciones agrarias, etc.

Por otro lado, la “agricultura a tiempo parcial”, “el asistencialismo” (subsidio agrario), “la crisis actual” también han sido condicionantes en el desarrollo de las explotaciones agrarias de la zona. Como explica Ocaña (2000) los agricultores del Guadalhorce han sido y son obreros de la construcción, trabajadores en hostelería y otros oficios, que obtienen un beneficio extra en la práctica de la agricultura. Basta con que se cubran los gastos, o en el mejor de los casos, tengan ingresos a su favor, para que el modelo siga siendo viable. Jubilados, subsidios y trabajos temporales dan la base de la economía de muchos hogares. La tierra se mantiene por sus pequeñas producciones, las ayudas comunitarias que conllevan y el valor patrimonial que representan, sobretudo el minifundio olivarero del que hablamos que, en cualquiera de estos elementos (rendimientos, subvenciones y valor patrimonial) tiene un valor más elevado. La reducida extensión superficial de las explotaciones y los escasos beneficios económicos son criterios válidos para mantener las explotaciones, no pudiendo detraer de estos criterios modelos definitivos de estrategia empresarial. Más aún tratándose, en su mayoría, de “agricultura a tiempo perdido” (permanencia en la actividad agraria de empresarios o trabajadores que ya no lo son y que se vinculan a la actividad solamente por la conveniencia de mantener la tierra, o lo siguen siendo dedicando sus ratos libres al cultivo de la tierra).

Esta actividad agraria a tiempo parcial de la que hablamos provoca entre otros factores la escasa presencia empresarial en el sector, al basarse, como se ha comentado, en explotaciones familiares adoptadas como ayudas complementarias a la economía familiar. Por lo tanto no demandan apenas mano de obra asalariada, sólo se hace ocasionalmente ante determinadas labores (recolección, talas, etc.), cuando se desborda la capacidad técnica o física del agricultor y su ayuda familiar. En este caso aparecen la “peoná o tornapeón” (acuerdo verbal por el cual dos o más agricultores unifican sus esfuerzos para realizar aquellas tareas en sus parcelas que requieran un sobre esfuerzo, como la recolección, tala, etc). Los propietarios se comprometen al intercambio de horas o días de trabajo para hacer las labores más amenas y menos duras. En otros casos se contrata a personal eventual, con poca especialización y cualificación profesional escasa. Esto da lugar a un empleo agrícola intermitente como se refleja en las estadísticas y, a su vez, provoca que el trabajo que realiza una persona a tiempo completo a lo largo de un año, Unidad de Trabajo Agrario (UTA) sea escaso (cuadro 5).

Cuadro 5. Unidades de trabajo agraria en las explotaciones del área de estudio

<i>Municipio</i>	<i>Unidades de Trabajo Agrarias anuales (UTA)</i>
ALZAINA	221,16
CASARABONELA	242,25
GUARO	109,15
YUNQUERA	144,79

Fuente: Censo agrario de 2009

Destacan los municipios de Alzaina y Casarabonela, con 221,16 y 242,25 UTAs respectivamente, por ser los que disponen de mayor extensión olivarera, siendo ésta la más demandante de mano de obra en la zona. En el caso de Yunquera y Guaro, su menor extensión olivarera, les resta el número de UTAs. Los demás cultivos: almendros, cítricos y cereales precisan menos cuidados, y con ello menos UTAs. Estos datos, son explicados por dos factores, alguno de ellos ya mencionado: la escasa mecanización de las explotaciones y la necesidad de recolección manual que precisa la aceituna de mesa “Manzanilla Aloreña”, para evitar posibles deterioros en el fruto. Estos factores, “inflan” eventualmente las UTAs.

En materia de comercialización, el sector olivarero de la zona deja bastante que desear. Atendiendo a Romero y Farinos (2004), es conveniente concretar que la implicación de los diferentes actores locales encargados de la comercialización no se produce siempre de una forma coordinada o consensuada en el área de estudio que permita el desarrollo de la zona. En muchas ocasiones las relaciones son conflictivas y aunque la sociedad contemporánea funciona a partir de redes de cooperación, las relaciones entre los actores locales no son del todo armoniosas. Ni el sector olivarero, a pesar de tratarse del cultivo estrella del área de estudio, posee una estructura comercial y productiva organizada y potente. No obstante, hay que destacar la labor de Hojiblanca de Antequera, con el establecimiento de una cooperativa de segundo grado en Alzaina.

En el área de estudio, existen 2 polos contrapuestos de comercialización:

- Por un lado la *comercialización de la producción ecológica* en la zona deja bastante que desear, quizás por su juventud e inexperience de los agricultores ecológicos en esta rama innovadora, aunque bien es cierto que desde organismos públicos como la Mancomunidad de municipios de la Sierra de las Nieves, existen incipientes intentos de fomento del olivar ecológico de la comarca: estudios de caracterización y manejo del olivar, talleres de poda, cursos informativos, entre otras acciones que están poco a poco calando en la conciencia “reacia al cambio” de los agricultores. A esta juventud, habría que añadir la necesidad de fondos económicos para adaptar las instalaciones y crear una nueva línea de producción ecológica para su tratamiento separado del resto de la producción y una escasa reivindicación de los agricultores e interés de las instituciones olivareras por buscar nuevos mercados de línea ecológica. En definitiva, una gran cantidad de lastres a salvar para consolidar la producción ecológica de la zona.

Quizás la clave estaría en promover programas de difusión que incentiven al consumo, en la cooperación interna del sector (agricultores y cooperativas) o en la creación de nuevas vías comerciales que aprovechen el enclave geográfico de la zona y su proximidad a grandes aglomeraciones urbanas áreas como Málaga, Marbella, Torremolinos, entre otras.

- Por otro lado, el sector olivarero convencional tiene mejores bases comerciales que responden a un mayor rodaje en el tiempo. El “asociacionismo” tiene una presencia algo más relevante y arraigada entre los agricultores convencionales pero no cuanto debiera. Actualmente existen varias cooperativas entre las que destaca por su importancia “Hojiblanca”. Otras almazaras o fábricas de encurtidos existentes son Acenal, Copusan, Aceitunas Lima, Aceitunas Bonela, Sagrado corazón, Naturaceites, Agrimerma, etc.,

(cuadro 6). La aceituna que los agricultores ingresan en estas cooperativas y empresas privadas familiares son aderezadas (aceituna de mesa), o molturadas (aceitunas para aceite), envasadas y posteriormente son comercializadas a escala local, provincial, nacional, e incluso internacional.

Cuadro 6. Empresas relacionadas con el sector olivarero

<i>Municipios</i>	<i>Empresas relacionadas con el olivar</i>
ALOZAINA	ACENAL, S.C.A. Agro-olivarera Purísima Santiago (COPUSAN), Aceitunas Lima.
CASARABONELA	Aceitunas Bonela, Aceitunas Redondo, Aceitunas Santiago, Aceitunas Palomeque, Aceitunas Rubio Trujillo, Diamsur, Sociedad Cooperativa Andaluza Sagrado Corazón,, Naturaceites de Andalucía S.L
GUARO	El Molino de Guaro Sociedad Cooperativa Andaluza,
YUNQUERA	Agrimerma S.L, Almazara tradicional Nuestras Señora del Rosario

Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen, las características principales del sector olivarero de la zona son:

- Elevada importancia del sector agrario y en concreto del olivarero en la zona.
- Condiciones fisiográficas extremas que condicionan la productividad del cultivo (pendiente, suelos, uso de maquinaria adecuada, etc).
- Escasa rentabilidad que influye en la escasez de inversiones en mejoras.
- Extremada parcelación (minifundismo).
- Explotaciones familiares a tiempo parcial (actividad económica complementaria).
- Elevada edad media de los titulares agrícolas.
- Empleo eventual (meses de recolección, talas, laboreo, etc).
- Exacerbado asistencialismo de los agricultores (subvenciones, desempleo entre otras fuentes económicas).
- Red de comercialización deficitaria.
- Escaso emprendurismo.
- Escaso grado de asociacionismo en general.

4.2.2. Requerimientos del cultivo

El olivo, de la familia de la oleáceas (*olea europea L.*), es un árbol perenne de crecimiento lento y tamaño mediano de unos 4 a 8 m de altura, según el tipo de poda que haya recibido. Es polimórfico con fases juvenil (enraizamiento) y adulta (producción). Se trata de una especie

“vecera”, con alternancia de cosecha, es decir, unos años son más productivos y otros menos. Según los análisis paleobotánicos más recientes, el olivo ocupaba toda la cuenca mediterránea: desde Garda (Italia), límite norte del cultivo donde se han encontrado vestigios de la Edad del Bronce, hasta Marruecos, extremo sur donde los yacimientos de “Grotte Rassel” atestiguan que el acebuche existió en el norte de África desde el XII milenio a.C. Otras teorías afirman que el “ancestro” del olivo apareció mucho antes, en el Villafranchense según algunos y en la Edad Terciaria, según otros. Llegó al Mediterráneo y se expandió de manera espontánea por sus orillas. La llegada a Europa probablemente tuvo lugar de mano de los fenicios, en tránsito por Chipre, Creta, e Islas del mar Egeo, pasando a Grecia y más tarde a Italia. Los primeros indicios de la presencia del olivo en las costas mediterráneas españolas coinciden con el dominio romano, aunque fueron posteriormente los árabes los que impulsaron su cultivo (Cerrero Carpio, M.).

Como ya se ha mencionado, el olivo es una especie poco exigente. Es un cultivo rústico, que se adapta a suelos y condiciones climáticas marginales, estando sus exigencias ambientales relacionadas con las condiciones de la región geográfica de origen, caracterizada por veranos secos y calurosos e inviernos fríos y poco húmedos. Está especialmente adaptado al secano y gracias a la conformación de sus hojas se minimiza la pérdida de agua. En cuanto a las exigencias edáficas, se extiende por todo tipo de suelos, incluidos los terrenos de escasa fertilidad, aunque prefiere suelos franco-arenosos, profundos y con drenaje, ya que es muy sensible al encharcamiento prolongado.

A continuación, con más nivel de detalle, se indican las exigencias climáticas concretas de olivo ante diferentes situaciones (Hueso, 2012):

- Temperaturas elevadas. La fotosíntesis es inhibida con temperaturas superiores a los 35°C. La autopolinización queda limitada con temperaturas elevadas durante el periodo de floración ya que se inhibe el crecimiento del tubo polínico. La cutícula de la hoja sufre daños irreversibles con temperaturas por encima de los 55°C. Las altas temperaturas no limitan la productividad del olivo pero temperaturas extremadamente elevadas después de floración, provocan la pérdida total de la cosecha.
- Necesidades de frío. La calidad de su cosecha mejora con inviernos fríos. La inducción floral se favorece cuando la temperatura fluctúa entre 2 - 15°C durante 70-80 días. Requiere al menos 10 semanas con temperaturas por debajo de 12°C para alcanzar plena floración. (Bongi et al, 1994, citado por Hueso, 2012).
- Sensibilidad al frío: Temperaturas medias de las mínimas absolutas anuales por debajo de -7°C delimitan el área geográfica del cultivo. En estado de reposo, temperaturas comprendidas entre
 - 0°C y -5°C causan pequeñas heridas en brotes y ramas de poca edad.
 - 5°C y -10°C pueden causar daños mayores a brotes y ramas de poca edad que, en ocasiones, provocan su muerte.
 - Inferiores a los -10°C causan la muerte de ramas de gran tamaño e incluso de toda la parte aérea. (Sibbett et al, 1994, citado por Navarro et al, 2008).
 - Ligeramente inferiores a 0°C pueden causar daños graves en brotes provocando la muerte de yemas y hojas.
 - Temperaturas bajas, ligeramente superiores a 0°C pueden afectar a la floración provocando una formación incompleta de la flor.

Durante el periodo de crecimiento y maduración del fruto, temperaturas inferiores a 0°C lo dañan, mermando la producción y disminuyendo la calidad del aceite obtenido. (Navarro et al, 2008, citado por Hueso, 2012).

- *Granizo*: El granizo favorece la aparición de tuberculosis y en época de maduración del fruto, puede dañarlo y eliminar parte de la producción. (Trapero et al, 2008, citado por Hueso, 2012).
- *Humedad*: Los ataques de negrilla, tizne o fumagina (*Capnodium elaeophilum*) están determinados por una elevada humedad relativa y temperaturas suaves. Por ello los ataques más graves de esta enfermedad se producen durante otoño y primavera en zonas bajas y húmedas.

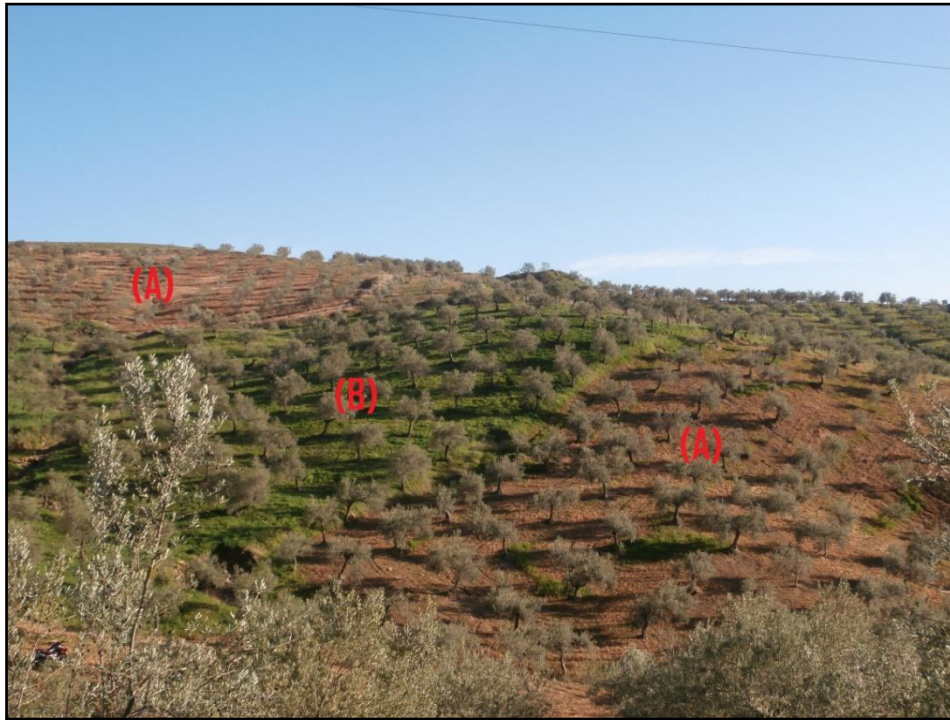
El área de estudio reúne todas aquellas condiciones climáticas necesarias para el desarrollo óptimo del olivar. Esta comodidad climática permite la siembra o el injerto en diferentes variedades con umbrales climáticos más restringidos como es el caso de la Manzanilla Aloreña. Por orden de importancia en extensión destacan las variedades siguientes.

- *Manzanilla Aloreña*: Se trata de la variedad más extendida en el área de estudio y típica de la provincia, de la que se pueden obtener dos productos finales aceite y aceituna de mesa. Su nombre proviene del gentilicio de una de las localidades de producción (Alora), aunque el municipio con mayor superficie es Alosaina. Debe su nombre a que en el municipio de Alora era donde llegaba, tras su recolecta, toda la aceituna de esta variedad procedente principalmente del área de estudio (Alosaina, Casarabonela, Yunquera, etc). Se concentraban allí todas las producciones, eran cargadas en el tren dirección a Málaga para ser tratadas y comercializadas.
- *Hojiblanca*: De igual importancia que la variedad Manzanilla, aunque ocupando menos extensión. La variedad Hojiblanca, al igual que la Manzanilla es cultivada por su doble aptitud para aceite y mesa. El nombre le viene del color del envés de la hoja que hace que el olivo presente un aspecto plateado en la lejanía. Da unos aceites de color verde intenso, con aromas de frutas maduras, presentado un sabor agradable con ligero amargor y picor.
- *Arberquina*: Es originaria de la localidad de Arbeca (Lérida) de tamaño pequeño y produce aceites con una gran intensidad aromática. Sus sabores varían mucho dependiendo del tipo de suelo y clima.
- *Picual*: Variedad originaria de Jaén que, al igual que la Arberquina. Aunque su presencia en el área de estudio es escasa, constituye la variedad más extendida no solo en España, sino también en el mundo. Su aceite tiene una gran estabilidad y fuerza, sabor afrutado, un amargor intenso y claros tonos picantes.

4.2.3. Sistemas productivos agrícolas

El manejo de las explotaciones es bastante diferente dependiendo del sistema productivo del que se trate: ecológico con labor, sin labor o convencional. A continuación los clasificaremos, centrándonos principalmente en el tratamiento que éste proporciona al suelo (foto 3).

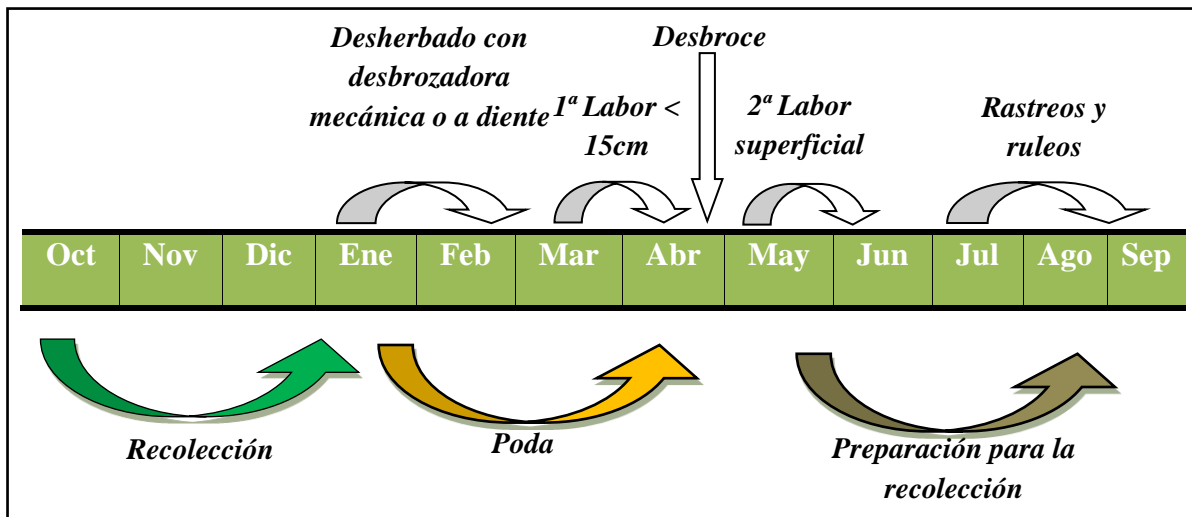
Foto 3. Diferencias entre olivar ecológico y convencional



Olivar convencional (A), Olivar ecológico (B), (Alozaina)

En la figura 2 y 3 se expresa el manejo de la tierra y de la cobertura herbácea, y la temporalidad aproximada general en la que se producen las acciones (depende del agricultor). En el sistema de cultivo ecológico sigue la secuencia que se esquematiza en la figura 2.

Figura 2. Periodicidad de las acciones en el sistema de cultivo ecológico



*El número de desbroces mecánicos (2 ó 3) dependen de la cubierta herbácea existente, y ésta a su vez de las lluvias y de la parcela.

El manejo que realiza el sistema productivo ecológico no es nada nuevo. Desde principios del siglo pasado los agricultores cultivaban la tierra de modo ecológico, sin añadir productos químicos a la tierra. El estiércol que producía el ganado se comportaba como los actuales fertilizantes y el control de las malas hierbas por parte del ganado, o bien mediante el segado manual eran los actuales herbicidas (Navarro y Larrubia, 2002). Con la revolución verde este

sistema perdió viabilidad apartándose del mercado. En la actualidad, el exceso de alimentos, la búsqueda de un alimento de calidad y la necesidad de proteger el medio ambiente han favorecido de nuevo su aparición.

El control de la cobertera herbácea cobra cierta importancia para el agricultor, aunque no es concebida como una amenaza para el olivar (como luego veremos que ocurre en el sistema convencional). Esta cobertera, en las zonas de baja densidad o zonas de “calvas” (como le llaman los agricultores), está apoyada por la introducción de mezclas de semillas o la incorporación de estiércol (que también actúa de semillero) con el fin de incrementar la cubierta. Ésta debe ser controlada o eliminada antes de que afecte al olivar. Para ello, los agricultores llevan a cabo los siguientes métodos de desherbado y de manejo de la tierra:

1. *Desbrozadora mecánica.* Cuando la cobertera vegetal es excesiva, dependiendo del año, y de la parcela, se pueden hacer 1 o 2 pasadas de desbrozadora manual de hilo-disco (foto 4) o de cadenas para tractor (foto 5).

Foto 4. Desbrozadoras mecánicas manuales de disco(a) ó hilo (b)



Agricultor ecológico, desbrozando la cubierta vegetal bajo la copa del olivo (Casarabonela)

Foto 5. Desbrozadoras mecánicas de cadenas para tractor.



Fuente: Elaboración propia / www.serida.org

2. *Desbroce “a diente”*. Se trata de la introducción de ganado caballar u ovino en las explotaciones para que consuman la cubierta vegetal existente. A veces también se introduce ganado caprino, con un exhaustivo control por parte del pastor (foto 6c), para que respeten el cultivo. Es un sistema cómodo para el agricultor, que controla la cubierta vegetal (foto 6a) a la vez que va estercolando la parcela (foto 6b). A veces, va acompañado de desbroces mecánicos o laboreos superficiales.

Foto 6. Desbroce “a diente” de parcelas ecológicas con ganado caprino



3. *Labor superficial.* Laboreo realizado con cultivador (foto 7). Según las condiciones del sistema ecológico implantado por la Mancomunidad de municipios de la Sierra de las Nieves en la zona, la profundidad de esta labor no debe superar los 15 cm y no puede darse con anterioridad al mes de marzo, con el fin de no dejar el suelo sin cubierta en la época de lluvias.

Foto 7. Arado de cultivador



4. “Rastreo o ruleo”. Consiste en el paso de rastras bien sean de gomas o metálicas “rastreo” (foto 8) o rulo apisonador “ruleo” (foto 9) durante los meses de julio, agosto y septiembre. Ambas acciones tienen la misma finalidad, por un lado disgregar los terrones y hacer más fácil el desplazamiento humano por la parcela para la futura recolección y por el otro, al tratarse de suelos bastante arcillosos en su mayoría, la desecación de las arcillas en los meses de verano da lugar a grandes fisuras en el sustrato. Éstas provocan la aireación de la tierra y con ello una mayor pérdida de humedad, por lo que mediante el rastreo o ruleo, el agricultor pretende sellar todos los poros y grietas del suelo, para que conserve la máxima humedad posible.

Foto 8. Rulo apisonador



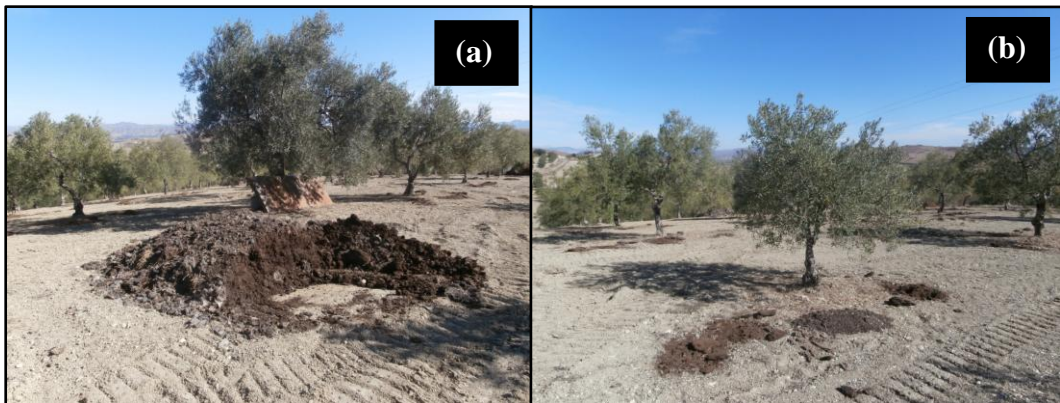
Foto 9. Rastra de gomas



5. *Preparación de ruedos.* Medida casi en desuso, sólo la practican aquellos agricultores con más dedicación. Tiene lugar, normalmente, en entre los meses de agosto y septiembre. Consiste en el alisamiento del terreno bajo la copa del olivo con un rastrillo o azada (manualmente), eliminando grietas, quitando piedras, arrancando las herbáceas que hayan nacido tras la labor y dejando el terreno liso para poder recolectar cómodamente las aceitunas que caen al suelo con maquinaria de rodillos o bien a mano.

Fuera de una periodicidad marcada, aunque normalmente después de la recolección y tala, algunos agricultores ecológicos abonan sus explotaciones con estiércol (foto 10), o con la siembra de abonos verdes (foto 11).

Foto 10. Abonado con diferentes tipos de estiércol: vaca, cabra y gallina



Olivar ecológico (Casarabonela)

Foto 11. Abonos verdes



Olivar ecológico (Alozaina)

Por otro lado, el sistema productivo convencional tiene un manejo bastante diferente. Es aquel que se ha venido aplicando a lo largo de los años en la región, por ser un sistema de fácil utilización, cómodo y “económico” (según algunos agricultores). Este sistema de cultivo es el más usado en las explotaciones olivareras de la comarca. En él los agricultores consideran a la cobertera herbácea como un “enemigo para el olivar”, que le resta recursos hídricos, nutrientes, etc., y por ello a la mínima posibilidad debe ser eliminada con herbicida o mediante sucesivos laboreos. Esto provoca que la cubierta vegetal en el sistema convencional sea prácticamente inexistente, debido a los herbicidas y a las sucesivas y profundas labores que a lo largo de los años han recibido los suelos, lo cual ha provocado la progresiva esquilmación de semillas adventicias que puedan dar protección al suelo, presentándose éste desprotegido sin cubierta ante los meteoros la mayor parte del año. Quizás en algunas parcelas, por condiciones ajenas al agricultor (retardo del tractorista, años lluviosos, etc.), la cubierta vegetal aguanta un poco más de tiempo sobre el suelo, pero no es lo normal.

El manejo que se produce en el sistema productivo convencional consta de las siguientes acciones (figura 3):

1. *Labores profundas (>15 cm de profundidad)*. Desde su puesta en cultivo, estas tierras han estado afectadas por el laboreo. Actualmente los agricultores realizan 2 ó 3 labores al año normalmente con cultivador, en los meses de enero-febrero, marzo-abril y junio-agosto, es decir, se practica un laboreo continuo desde el invierno hasta el otoño.
2. *Herbicidas*. Hace más de 30 años que se introdujo en algunas parcelas del área de estudio. Se utiliza sobre todo en años lluviosos, donde el crecimiento herbáceo es excesivo y la humedad del suelo impide la introducción de maquinaria en las explotaciones. Su uso se reduce principalmente a situaciones esporádicas y en la mayoría de los casos sólo se aplica al ruedo (foto 12) y a zonas con grandes pendientes difíciles de labrar, priorizando en la mayoría de las explotaciones el laboreo frente a la aplicación de estos productos químicos.

Foto 12. Aplicación de herbicidas en los ruedos

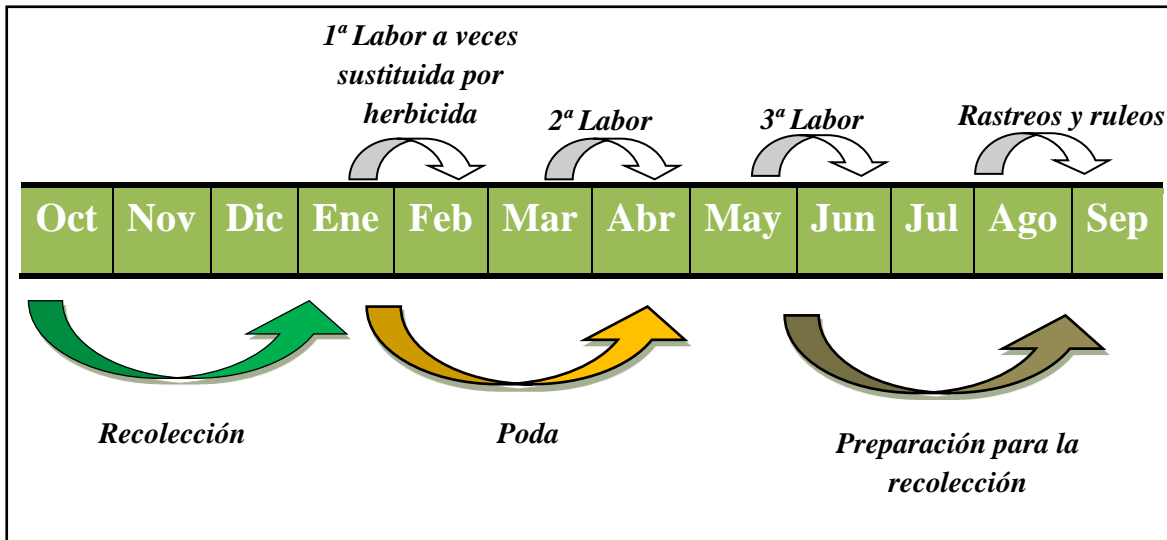


Olivar convencional (Alozaina)

3. Al igual que el sistema ecológico, también se realizan rastreos o ruleos y preparación de ruedos.

Al igual que en el ecológico, normalmente después de la recolección y tala, algunos agricultores abonan sus explotaciones con fertilizantes químicos abono granulado 15-15-15, etc.

Figura 3. Periodicidad de las acciones en el sistema de cultivo convencional



Este comportamiento tan agresivo del agricultor convencional con el suelo y la cobertura adventicia del olivar, tiene su explicación en las deficiencias hídricas del ámbito climático semi-árido en el que se encuentra el área de estudio. Como se vio en el apartado del clima las precipitaciones no son muy abundantes y por lo tanto, los recursos hídricos son escasos. Razón por la cual la mayoría de explotaciones olivareras son de secano, cuyo único sustento hídrico es el que obtienen de las precipitaciones. He aquí la principal preocupación del agricultor convencional, “la competitividad hídrica” que pueda realizar esta cubierta adventicia al olivar, ya que los meses más áridos (julio, agosto y septiembre) son en los que el olivar realiza un mayor esfuerzo por mantener el fruto y es, en estos meses, cuando las adventicias terminan muriendo por la falta de agua una vez han consumido la humedad del suelo.

Como comentábamos, el laboreo es el método más extendido entre los agricultores convencionales para erradicar la cubierta vegetal, más que el uso de herbicidas, provocando que, en la mayoría de los casos, el número de pasadas sea excesivo. Este laboreo excesivo y continuado “de generación en generación”, ha dado lugar a grandes pérdidas edáficas en las explotaciones, pérdidas constatadas con trabajo de campo y visibles incluso para ojos inexpertos (foto 13). Pero no sólo las pérdidas son edáficas, sino también desaparece la biodiversidad de las parcelas.

Foto 13. Olivo afectado por erosión



*Antiguo olivar convencional, hoy olivar ecológico
(Alozaina)*

Para concluir, con este apartado es conveniente destacar que, a lo largo del diagnóstico (entrevistas, visitas a las parcelas, etc.), se ha comprobado de primera mano que, en general, la mayoría de los agricultores no conciben la importancia que la cubierta vegetal tiene en sus parcelas, pocos son los que hablaban positivamente de ella. El desconocimiento y en muchos casos, y en otros la despreocupación, hacen que algunos agricultores se encuentren estancados en una situación arcaica y reacia a todo cambio posible.

Por otro lado, no hay que perder de vista la condicionalidad que ejerce el relieve (pendiente) y la extensión parcelaria (minifundio) en la decantación por un sistema de manejo u otro. De tal manera que en las parcelas pequeñas con alta pendiente, la mecanización será reducida y proliferarán los herbicidas, y en aquellas más amplias de noble orografía, predominará el laboreo y una mayor introducción de maquinaria.

5. El problema de la erosión y la conservación del suelo en las figuras de planificación local, FEOGA y la PAC.

En este apartado se tratará de interpretar las figuras de planificación que afectan al área de estudio. Además de estudiar la Planificación General de los municipios del área estudiada, al localizarse algunas de éstos en el propio Parque Natural de la Sierra de las Nieves, es necesario incluir en este apartado las figuras referentes a la planificación natural de la “Sierra de las Nieves”, como son el Plan de Desarrollo Sostenible, Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, Plan Rector de Usos y Gestión y Programa de Uso Público de la Sierra de las Nieves. Todas estas figuras serán analizadas en función de los objetivos del trabajo, concretamente: la calificación dada a los diferentes usos del suelo agrícola (en concreto al olivar), la importancia que da a la planificación sostenible de los usos del suelo, si contempla la problemática entorno a la erosión, sobreexplotación, o si plantea medidas de control erosivo.

5.1. Planificación urbana general de los municipios del área de estudio.

Al tratarse de municipios pequeños que escasamente superan los 3.000 habitantes, algunos de ellos como Yunquera, Casarabonela y Alozaina carecen de PGOU a día de hoy, por lo que se rigen con las Normas Subsidiarias de 1987 o por Avances de los PGOU en el mejor de los casos.

5.1.1 Planificación General de Alosaina.

Alosaina cuenta con Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal, redactadas por el Servicio de Arquitectura y Urbanismo de la Diputación de Málaga y aprobadas definitivamente por la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo en Sesión del día 21 de diciembre de 1984, publicado en BOP Málaga de 9 de junio de 1997. Aunque con posterioridad se redactó la Adaptación Parcial a la LOUA de Alosaina conforme al procedimiento y con el alcance establecido en el Decreto 11/2008, de 22 de enero. Por lo tanto, se configura como planeamiento vigente, en el cual centramos nuestro análisis, el Avance del Plan General de Ordenación urbana de Alosaina, que fue adaptado parcialmente a las N.N.S.S por la oficina provincial de planeamiento de la diputación de Málaga y aprobado en octubre de 2012. En este Avance se realiza una categorización del suelo No Urbanizable bastante completa, diferenciando las categorías del cuadro 7.

Cuadro 7. Catalogación del suelo no urbanizable

SUELO URBANIZABLE NO	S. No urbanizable de especial protección por la legislación específica	Monte Público	
	S. No urbanizable de especial protección por planificación urbanística	Complejo Serrano de Interés Ambiental	
		Espacios Naturales de Interés	Valor Paisajístico y Ecológico Forestal
		Yacimientos Arqueológicos	
	S.N.U. de carácter natural o rural	Suelo preservado-Corona Rurbana	
		Suelo Agrícola	Tipo I Tipo II

Fuente: Avance del PGOU de Alosaina (2012)

Los usos agrarios se encuadran dentro de los “S.N.U. de carácter natural o rural”. Esta categoría se subdivide a su vez en dos tipologías, en función a su proximidad al casco urbano, de tal manera que los terrenos agrarios localizados inmediatos al núcleo (*suelo preservado-corona rurbana*), pueden ser propensos a cambios en su calificación, por la necesidad de nuevos espacios para albergar la futura expansión urbana.

La otra tipología corresponde con zonas agrícolas localizadas en las inmediaciones del núcleo urbano y aquí es donde se encuentran la mayoría de las parcelas de investigación localizadas en el municipio de Alosaina.

Dentro de la categoría de suelo agrícola, el Avance delimita dos tipos, resumidos de la siguiente manera:

1. Suelo agrícola de Tipo I. Comprende aquellos territorios de mejor calidad agrícola y de regadío en su totalidad. Se tratan principalmente de huertos para consumo familiar localizados en áreas próximas a manantiales, que permiten la subsistencia del regadío en época estival.
2. Suelo agrícola de Tipo II. Compuesto por suelos de mediana-baja calidad agrícola y dedicados en su totalidad a explotaciones de secano. Dentro de esta tipología encontramos desde superficies agrícolas en labor intensiva cerealista (trigo, cebada, garbanzos) hasta cultivos de leñosos fundamentalmente olivar y almendro.

En lo que incumbe a la investigación, la planificación enmarca a la superficie de olivar en zonas de “baja calidad agrícola”, sin incluir matiz alguno. Bien es cierto que se trata de zonas de secano con precarias condiciones agrícolas (suelos poco desarrollados, altas pendientes, etc.)

pero, ya se ha visto la importancia que tiene la superficie de olivar en la zona como para merecer una mejor protección en las figuras de planificación.

Esta despreocupación no sólo es por los secanos, sino que se extiende al sector agrícola en general. En el avance, se repara bastante poco en la necesidad de investigar en la línea de la explotación sostenible del medio agrario, quizás dote a las zonas de regadío de ciertos privilegios, pero su escasa extensión en el municipio, hace que carezcan de importancia, exceptuando el Valle del Río Jorox y el Arroyo del Valentín.

La sostenibilidad de las explotaciones agrícolas debería formar parte de los apartados de la planificación del documento, con el fin de buscar la adecuada gestión de las explotaciones existentes.

No obstante, el avance perfila, en cierto modo, la importancia de la erosión en el término municipal. Afirma que el (79,9%) del término municipal (27 Km² aprox.) presenta una erosión elevada y la erosión es moderada en el 20,3% de la superficie municipal (6,9 Km²). A pesar de ello, no expone las causas, ni establece medidas orientadas a paliar dicha problemática.

En el estudio de impacto ambiental del avance, se conciben una serie de objetivos que ciertamente son fundamentales para conseguir un desarrollo sostenible concretamente, se indica la necesidad de utilizar racional y sosteniblemente los recursos naturales preservando el suelo que permita un desarrollo equilibrado mediante mecanismos que incentiven la actividad económica, garantizar la conservación del medio ambiente así como la regulación racional de los usos y potenciar los valores agrícolas, paisajísticos y medioambientales existentes. Sin embargo el Avance del PGOU de Alosaina no lo recoge.

El estudio afirma la necesidad de proteger los usos agrícolas existentes en el municipio (olivar de aceituna de mesa), como áreas clasificadas de “suelo no urbanizable de interés agrícola”. Pero no especifica nada, dejando todo abierto a la interpretación del lector. Por lo tanto, el estudio de impacto ambiental tampoco atiende a las necesidades de las explotaciones locales.

5.1.2 Planificación General de Casarabonela.

El municipio de Casarabonela, carece de Plan General de Ordenación Urbana y se rige en la actualidad por las Normas Subsidiarias de 1987. Aunque, en julio de 2008, la empresa SOPDE (Sociedad de Planificación y Desarrollo) realizó los documentos para la aprobación inicial de PGOU. En la memoria de ordenación de este documento aparecen diferentes clasificaciones de suelos. Declara como Suelo no Urbanizable (SNU) aquel que debiera considerarse necesaria su preservación por razón de su valor, actual o potencial, agrícola, ganadero, forestal, cinegético o análogo. Coincide igualmente con la categorización de preservados en función de una serie de valores que establece la legislación estatal. Ordena el SNU en tres categorías genéricas (cuadro 8).

Cuadro 8. Catalogación del suelo no urbanizable

SUELO NO URBANIZABLE	Ecosistemas Naturales o Cuasinaturales (Espacios protegidos)	Complejos serranos de interés ambiental
	Sistemas productivos	Riberas de interés ambiental
		Paisajes agrarios singulares
		Suelo rústico Grado I
	Sistemas Culturales-Recreativo	Suelo rústico Grado II
		Bienes del Patrimonio Histórico y Cultural
Espacios de Interés Forestal-Recreativo.		

Fuente: Aprobación inicial del PGOU de Casarabonela (2008)

La clasificación de los sistemas productivos que se realiza no es lo suficientemente clara, alegando a diferencias de estructuras. Rústico grado II y paisajes agrarios singulares se tratan de nomenclatura homologable con el P.E.P.M.F, pero rústico de grado I no se trata de una nomenclatura homologable con el P.E.P.M.F. Da la sensación de que la categoría de sistemas productivos (en la que se incorporan las explotaciones de olivar) se comporta como un “cajón desastre” en el cual incluyen todas aquellas zonas, con perfiles “rústicos”. Si la planificación hace esto en su clasificación general del suelo rústico, es cuanto menos improbable que se preocupe por la sostenibilidad de las explotaciones locales.

En el estudio de impacto ambiental parece que se hace un diagnóstico sobre la problemática que tienen las explotaciones agrarias del municipio y se plantean soluciones. Señala a las explotaciones como un elemento “impactable” (término que no define), cuya mala gestión supone la merma de sus rendimientos.

5.1.3 Planificación General de Guaro.

El municipio de Guaro posee Plan General de Ordenación Urbanística, aprobado definitivamente en SESIÓN 5/09 de 23 de diciembre de 2.009 expediente EM-GU-IO. Se trata del único municipio que goza de PGOU aprobado. En el plan, las parcelas con usos y aprovechamientos agrícolas aparecen como suelo no urbanizable, diferenciando las tipologías del cuadro 9.

Cuadro 9. Catalogación del suelo no urbanizable

SUELO NO URBANIZABLE	Loma de Ardite (S.N.Ur.A.)
	Rural (S.N.Ur.R.)
	Rural de Ladera (S.N.Ur.L.)
	Protección de Acuíferos (S.N.Ur.A.)
	Protección de Huertas (S.N.Ur.H.)
	Zonas de Regadío (S.N.Ur.Re.)
	Protección de Cauces (S.N.Ur.Ca.)
	Protección de Monte Público (S.N.Ur.M.P.)
Protección Arqueológica (S.N.Ur.P.A.)	

Fuente: PGOU de Guaro (2009)

Destaca como suelo no urbanizable aquellos que no pertenecen a las categorías de Urbanas y Urbanizables. Es decir, suelos en general agrícolas que por sus rendimientos de producción o bien por sus características de interés paisajístico, ecológico, etc., se potenciará la protección de

los usos tradicionales y se preservarán del desarrollo urbanístico que altere su naturaleza agropecuaria, lo cual parece bastante acertado.

La mayor preocupación por el control de la erosión la encontramos en el tomo I de la memoria informativa. En la *descripción del municipio*, se dedica un apartado a los riesgos y procesos responsables de las pérdidas de suelo en el municipio. Para la evaluación de éstos, ha utilizado la metodología descrita en “*Los Mapas de Estados Erosivos de la Cuenca hidrográfica del Sur de España elaborado por el antiguo ICONA en el año 1990*”. Tomando como referencia la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo (USLE) por erosión laminar y en regueros que establecieron Smith y Wischmeier, pero adaptándola al caso del SE español. A partir de este estudio, diagnostica dos factores, como los principales responsables de las pérdidas de suelo por erosión: la falta de cobertura vegetal y la excesiva pendiente (no lejos de la realidad).

El Plan hace referencia a la importancia que tiene la erosión en las explotaciones agrarias del municipio, destacando la zona del cerro de Ardite como la más afectada por sus fuertes pendientes y sus acciones agrícolas, pero sólo se limita a denunciar el problema y expresar la necesidad de adaptar las prácticas agrícolas a las características del medio.

En el estudio de impacto ambiental se expresa la importancia de la vegetación natural como estabilizadora del suelo. Destaca la necesidad de emplear medidas protectoras contra el aumento de la erosión y la pérdida de suelo y se citan algunas bastante precarias, y generalistas: recuperación de la vegetación autóctona (hacer esto en los campos agrícolas es contradictorio), utilización de la tipología de cultivos adecuada (no especifica cuál), plantaciones de cortavientos utilizando setos vivos (las rachas de viento no son tan fuertes como para tomar esta medida), construcción de líneas de drenaje, manejo racional del ganado, etc. Se trata, bajo mi punto de vista, de medidas bastante generales extrapoladas quizás de estudios realizados para otras zonas, no reflejan la realidad del área. En definitiva y para concluir, en el estudio de impacto ambiental del PGOU de Guaro, se recoge la necesidad de mejorar los sistemas y prácticas agrícolas para evitar el deterioro edáfico, pero no lo hace de un modo adecuado. Generaliza en exceso, carece de fundamentos en sus medidas, al no realizar un estudio erosivo adecuado a escala de parcela el cual indicaría los tipos y volúmenes de erosión que afectan al municipio y les permitiría establecer las medidas más acordes con las necesidades de la zona.

5.1.4 Planificación General de Yunquera.

El municipio de Yunquera carece en la actualidad de Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente. Los trabajos de redacción del PGOU de Yunquera fueron iniciados en enero de 2005, alcanzando el nivel de Avance de Planeamiento el 24 de Mayo de 2007. Tras el trámite de información pública fueron analizadas las sugerencias recibidas, comenzando seguidamente los trabajos de redacción del plan general propiamente dicho, formalizándose el documento para aprobación inicial en septiembre de 2008. Se encuentra aún en proceso de estudio por la corporación municipal para prestarle su aprobación y someterlo a información pública. Con lo cual nos ceñiremos a los documentos de ordenación aprobados hasta la actualidad, que constan de la adaptación parcial a la LOUA de las NN.SS. vigentes, aprobadas por la Comisión Provincial de Urbanismo el 20/02/1996 y publicadas en el Boletín Oficial de la Provincia de Málaga el 19/03/1996.

En la adaptación parcial, los suelos agrícolas, independientemente de sus tipologías, aparecen como suelos no urbanizables ajenos a cualquier destino urbano, confirmando su valor agropecuario y natural o su imposibilidad de incorporación al modelo empleado. Incluye como suelos no urbanizables (cuadro 10), aquellos que fueron clasificados de igual modo en las NN.SS. vigentes. Asimismo incorpora a esta categoría de suelo los protegidos en aplicación de la legislación sectorial.

Cuadro 10. Catalogación del suelo no urbanizable

SUELO NO URBANIZABLE	De carácter natural o rural.
	Especialmente protegido (Parajes Naturales Excepcionales, Complejos Serranos de Interés Ambiental, Espacios Forestales Recreativos, Paisajes Agrarios Singulares y Bienes de Interés Cultural).

Fuente: NN.SS de Yunquera (1996)

En esta clasificación no se atiende a las necesidades de las explotaciones agrícolas, ni a la problemática que les rodea. No se puede pasar por alto que, tanto en secano como en regadío, las explotaciones agrarias están condicionadas por las fuertes pendientes, factor que condujo a los pobladores de la zona a la necesidad de modificar la geomorfología del espacio mediante la construcción de bancales, con el único objetivo de reducir la erosión. En la mayoría de los casos, se tratan de explotaciones agrarias arcaicas, con sistemas de riego tradicionales, caracterizadas por una escasa productividad y afectadas por un abandono progresivo. Quizás en esta simple caracterización de las explotaciones (que no se recoge en las NN.SS) se encuentre la solución. Es decir, es la plurifuncionalidad de estos espacios agrarios, la cual trae consigo un gran abanico de actividades que permiten poner en valor los recursos de la zona. Apostando por una producción agrícola de calidad, agroturismo, conservación ambiental y patrimonial, etc (Rubio et al, 2010). Al no realizar un diagnóstico acertado de la realidad de la zona, aspectos de desarrollo futuro tan importantes como los que acabamos de mencionar, escapan a las miras de la planificación local vigente. Ligado a lo anterior, no se debe olvidar que se trata de espacios agrarios integrados dentro de un Parque Natural, de cuya conservación dependerá el futuro desarrollo económico ligado al turismo de la zona.

5.2. Planificación en relación al Parque Natural de la Sierra de las Nieves.

5.2.1. Plan de Desarrollo Sostenible, Octubre de 2003.

En el Plan de Desarrollo sostenible (PDS) no se hace mención alguna a los objetivos de la investigación, no atiende a la necesidad de controlar la erosión, se limita a caracterizar las explotaciones agrarias de la zona como de baja rentabilidad, influida por factores naturales limitantes, existencia de otras actividades alternativas (construcción), actividad agrícola a tiempo parcial y falta de organización en lo relativo a la comercialización de los productos. Ante esta situación, el PDS apuesta por el cultivo ecológico de los productos más significativos de la zona (olivar, cítricos, hortalizas, almendra, castaña, etc.), centrándose en la necesidad de revalorizar las explotaciones apostando por producciones ecológicas de calidad más valoradas por los mercados. Este enfoque del PDS, apostando por el cultivo ecológico, es acertado, pero antes de pensar en obtener beneficios con producciones de calidad, habría que atender al estado de los factores que contribuyen a la misma, entre los cuales está el suelo (erosión).

El PDS también denuncia algunas modalidades de explotaciones agrarias convencionales, no por favorecer la erosión, sino por estar haciendo uso de productos químicos para combatir plagas, así como abonos químicos concentrados, lo cual está provocando un envenenamiento importante tanto de la tierra como de la fauna local.

En definitiva, el PDS del Parque Natural de la Sierra de las Nieves, repara en algunos los errores en materia de gestión económica y ambiental de las explotaciones, pero nada más.

5.2.2. Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (Diciembre de 2003).

Los Planes de ordenación de los recursos naturales tienen por finalidad adecuar la gestión de los recursos naturales a los principios de conservación y ordenación, contenidos en la Ley 4/89, de 27 de marzo (BOE 74/89, de 28 de marzo), de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestre.

En lo que respecta a los usos agrícolas, el PORN se centra bastante poco. Se limita a expresar la escasa superficie de cultivos agrícolas que se localizan dentro del Parque Natural, 70 ha aproximadamente, sus diferentes usos (mayormente cereal) y la extensión que ocupan. No obstante, en materia de erosión se dilata algo más y dedica un apartado a los riesgos de erosión, tanto real como potencial. Pero lo hace de un modo confuso utilizando una terminología inadecuada. Utiliza indistintamente riesgo de erosión y erosión potencial, pero no concreta el significado de “riesgo” ni su diferencia con la “erosión potencial”. Por lo tanto, sin conocer exactamente estos conceptos, el lector difícilmente puede interpretar el estudio y conocer las diferencias entre explotaciones con riesgo de pérdida y explotaciones con pérdidas potenciales.

No obstante realiza una valoración adecuada de la necesidad de mantener la cobertura vegetal en aquellas zonas más afectadas por los riesgos erosivos y cita las causas erosivas de las zonas forestales (incendios y sobrepastoreo), pero no atiende a las causas erosivas de las zonas agrarias localizadas dentro del parque (laboreo, etc.).

Siguiendo las directrices de la unión Europea en materia de medio ambiente y con ello contribuyendo a la Red Natura 2000, el PORN, con el fin de conseguir un desarrollo sostenible (compatibilizando los usos y actividades del espacio con los recursos naturales) establece, entre otros de menor interés para nuestro estudio, los siguientes objetivos:

- La conservación y regeneración de la masa forestal como elemento protector del suelo contra la erosión y como mecanismo que contribuye a frenar el cambio climático.
- Compatibilizar los usos y actividades con la conservación de los recursos naturales.
- Facilitar las condiciones socioeconómicas que eviten el desarraigo de las comunidades rurales y favorezcan su progreso, promoviendo un uso económico y social del territorio compatible con la conservación de los recursos naturales.
- Fomentar las medidas destinadas a la conservación de la masa forestal como mecanismo de protección del suelo frente al riesgo de erosión.
- Establecer limitaciones de cargas ganaderas en los terrenos donde se detecten problemas erosivos severos.

Se tratan de unos objetivos de difícil cumplimiento que quizás no se cumplan, al no proporcionarse los mecanismos y herramientas necesarias para poder conseguirlos. De la misma manera, también son excesivamente genéricos y serían necesarios planes específicos.

5.2.3. Plan Rector de Usos y Gestión (Diciembre de 2003).

Los Planes Rectores de Uso y Gestión tienen, por finalidad, ordenar la adecuada gestión, aprovechamiento, uso y protección del Parque Natural. De este modo el Plan regula específicamente los distintos usos y actividades compatibles en el espacio, así como asignar las directrices básicas para su gestión.

En lo que incumbe a nuestro objeto de estudio, en el PRUG de la Sierra de las Nieves se destacan los siguientes objetivos: corregir los procesos erosivos que se detecten, así como garantizar una cobertura vegetal tal que impida nuevos fenómenos erosivos, fomentar la aplicación de técnicas de agricultura ecológica o integrada, potenciar la aplicación de medidas para la conservación de suelos, pudiéndose establecer limitaciones a labores agrícolas, controlar los tratamientos fitosanitarios agresivos con el medio, promover las líneas de investigación que sean de interés para la conservación y gestión del espacio, entre otros.

En cuanto a las acciones a seguir para alcanzar los objetivos planteados en el párrafo anterior destacan:

- Instalación de protectores y cercados que aseguren la supervivencia de la regeneración natural.
- Realización de tareas de repoblación en las zonas donde se evidencia la deforestación especialmente en aquellas zonas en las que no se asegure la regeneración natural.
- Seguimiento del riesgo de erosión y la incidencia de los incendios forestales.
- Realización de estudios de carga ganadera.
- Mejora de las superficies de pastizales mediante la siembra artificial de especies pratenses.
- Realización de campañas de limpieza de riberas y montes.

Este listado de acciones difícilmente tendrán el éxito esperado, ya que no responden a un estudio concreto de la zona, por ejemplo, no se ha analizado de manera pormenorizada el tipo de erosión que afecta a la extensión del parque, no se conoce las áreas afectadas, ni las medidas a tomar según los casos. Da la sensación, como ocurría en casos anteriores, que se trata de otro listado genérico porque no desciende a la escala adecuada para analizar las diferentes problemáticas, según las zonas y establecer las medidas oportunas.

5.2.4. Plan de Uso Público (Febrero de 2004).

Las líneas de acción principales del PUP se refieren tanto a los criterios de inversión en equipamientos, como a la oferta de servicios y a la forma de gestión del uso público. Se comporta como un instrumento de desarrollo del PRUG en el que no existe mención alguna a los suelos agrarios, se limita a hablar de los diferentes usos que puede albergar el Parque.

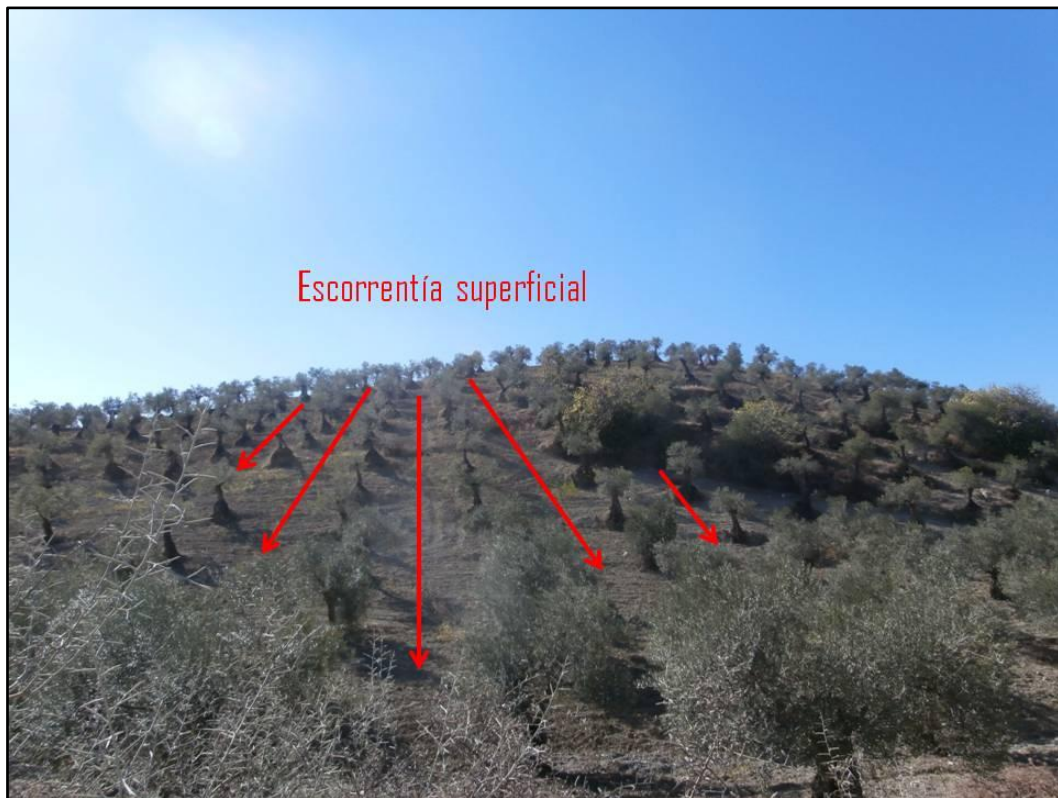
5.3 Fondo Español de Garantía Agraria.

El Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) es un organismo autónomo, que tiene como misiones principales hacer que las ayudas de la Política Agrícola Común (PAC) se apliquen estrictamente para lograr los objetivos de esta política, fomentando una aplicación homogénea de las ayudas en todo el territorio español y orientar al productor sobre las operaciones que conducen al cumplimiento de los requisitos legales de gestión y las buenas condiciones agrarias y medioambientales (BCAM) establecidas por la condicionalidad para este cultivo.

Para el caso del olivar nacional, el FEGA detalla una serie de aspectos relacionados con su actividad productiva. Se atiende a continuación a aquellos que guardan más relación con la erosión. Se trata de un “manual de buenas prácticas agrarias” en el que se destacan obligaciones y recomendaciones (ver anexo documental). Este manual en comparación con otros proyectos

analizados (planificación general local) es el que mejor enumera las medidas a cumplir para evitar la erosión, pero hay que indicar que hay recomendaciones que debieran de ser obligatorias, como la “*posibilidad de mantener buenas manchas de vegetación*” (veremos en apartados siguientes del presente estudio la importancia que tiene de la cubierta vegetal en la erosión) y medidas poco efectivas para combatir la erosión como “*diseñar el marco de plantación de manera que minimice la erosión el terreno*”, no explica cómo hacerlo. En el caso del olivar de la zona de estudio, ni el olivar, ni el marco de plantación ofrece protección erosiva alguna (foto 14). Comprobaremos en apartados siguientes como la protección que ejerce la estructura aérea y el marco de plantación del olivar sobre la erosión es bastante escasa, con lo cual esta medida es poco efectiva. Sea cual sea la distribución del marco de plantación su influencia sobre la escorrentía superficial y por tanto sobre la erosión será la misma, al ser normalmente marcos cuadrados (8x8).

Foto 14. Influencia del marco de plantación sobre la erosión en la zona de estudio



Olivar convencional (Casarabonela)

Fuera ya de la validez o no de estas medidas, otro inconveniente que se plantea en la región de estudio es el conocimiento que los agricultores tienen sobre estas medidas y la capacidad de FEGA para controlar su aplicación. Si se trata de un organismo tramitador de fondos Europeos FEAGA (Fondo Europeo Agrícola de Garantía Agraria) y FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural), la aplicación con éxito de estas medidas debería ser su cometido.

No obstante debemos ser realistas y afirmar que las medidas de condicionalidad que plantea el FEGA no se cumplen en el área de estudio, al no existir un control efectivo de su cumplimiento como requisito previo a la percepción de ayudas.

5.4. La política agraria comunitaria

Desde su establecimiento en 1962, los principales objetivos de la PAC han sido aumentar la productividad agrícola mediante el fomento del progreso técnico y mediante la consecución de un desarrollo racional de la producción agrícola y de una utilización óptima de los factores de producción, en particular el trabajo, de modo que se garantice un nivel de vida equitativo a la población agrícola, en especial mediante el aumento de la renta individual de quienes trabajan en la agricultura, se estabilicen los mercados, se asegure la disponibilidad de los suministros y se garantice al consumidor unos suministros a precios razonables. También tiene en cuenta la estructura social de la agricultura y las disparidades estructurales y naturales entre las diversas regiones agrícolas (Consejo Europeo, 2013).

Con el fin de contribuir al control de la erosión y con ello a la sostenibilidad de las explotaciones, la PAC recoge en el Real Decreto 486/2009, de 3 de abril una serie de requisitos a cumplir por parte de las explotaciones y de los agricultores para poder acceder a sus ayudas y subvenciones (BOE, 2009). Los aspectos más relacionados con los objetivos de la investigación son los siguientes:

1. Condiciones exigibles para evitar la erosión del suelo:
 - a. *Laboreo adaptado a las condiciones locales, pendiente.* En parcelas de cultivo mayores de 1 ha que no presenten una forma compleja (ángulos vivos, radios de giro para el laboreo mínimos o cambiantes), no se podrá labrar la tierra con una profundidad mayor de 20 cm en la dirección de la pendiente en los siguientes casos: cultivos de viñedo, olivar y frutos secos en recintos con pendiente media mayor o igual al 15 por cien, salvo que el laboreo sea en bancales, fajas y exista una cubierta vegetal en el suelo.
 - b. *Cobertura mínima del suelo en cultivos leñoso.* Mantener una cubierta vegetal en las calles transversales a la línea de máxima pendiente en recintos de olivar con pendiente media superior al 15% y superficie mayor de 0,3 ha, para evitar la erosión.
 - c. *Mantenimiento de terrazas de retención.* Mantener las terrazas de retención en buen estado de conservación, de manera que se conserve su capacidad de drenaje, evitar los soterramientos y derrumbamientos y muy especialmente, la aparición de cárcavas.
2. Condiciones exigible para conservar la materia orgánica del suelo:
 - a. *Quema de rastrojos. Prevención de incendios.* No quemar rastrojos salvo por razones fitosanitarias y previa autorización de la Consejería de Agricultura y Ganadería.
 - b. *Eliminación de restos de cosecha de cultivos herbáceos y restos de poda en la totalidad de la explotación.* Se aconseja el picado e incorporación al terreno de los restos de cosecha de cultivos herbáceos y de los de poda de cultivos leñosos o su empleo para la elaboración de compost.
Si se opta por la quema de los restos, se deberán respetar las siguientes normas:
 - No se podrá quemar nada distinto de estos restos (incluidas malas hierbas), evitando, en todo caso, la quema de ribazos, regatos, cunetas, etc.
 - Los restos se apilarán en montones o hileras antes de la quema.
 - Se vigilará el fuego hasta su extinción.

3. Condiciones exigibles para evitar la compactación y mantener la estructura del suelo.
 - a. *Limitación a laboreo en suelos saturados o encharcados.* No realizar labores, ni pasar con vehículos sobre suelos encharcados o con nieve. Excepcionalmente se podrá pasar con vehículos cuando resulte imprescindible, sin sobrepasar en las huellas de rodadura los 15 cm de profundidad y siempre que no se superen los siguientes porcentajes respecto a la superficie de la parcela: a) Recolección: 25%, y b) fertilización de cobertera, tratamientos fitosanitarios y manejo y alimentación del ganado: 10%.

Según este real decreto 486/2009, los incumplimientos de los requisitos enumerados con anterioridad supondrán la aplicación de un porcentaje de reducción sobre el importe de los pagos directos que podrá variar del 1 al 5 % si los incumplimientos detectados afectan a un solo ámbito (en función de la gravedad, el alcance, la persistencia y la repetición).

De primera mano se ha conocido el funcionamiento de las explotaciones agrarias investigadas y en ninguna de ellas sus propietarios conocían dicha condicionalidad (como adelantábamos al hablar del FEGA), nunca habían sufrido controles de cumplimiento. Algunos comentan que, solamente una vez al año (no es un seguimiento regular) y siguiendo un orden aleatorio (no todas las parcelas), un técnico viene a supervisar algunas explotaciones del pueblo pidiendo las guías de las explotaciones, viendo si están sembradas del cultivo declarado, el estado del cultivo y, sobre todo, haciendo mayor hincapié en los fitosanitarios y abonos empleados.

Por lo tanto, la opinión de los agricultores reflejó la falta de efectividad que tienen las medidas anti-erosión del FEGA y, por lo tanto, de la PAC en el área de estudio. De este modo, la PAC establece medidas para evitar la erosión, conservar la materia orgánica, evitar la compactación de los suelos y conservar su estructura que luego no son aplicadas bien por el FEGA, al no exigir y controlar su cumplimiento.

6. Análisis del estado erosivo del suelo del área de estudio.

6.1. La erosión y el estado erosivo del suelo en el área de estudio.

Estado de la cuestión y antecedentes metodológicos.

Desde que la tierra se cultivó por primera vez la erosión del suelo ha sido un problema constante. Las consecuencias de la erosión del suelo tiene lugar tanto donde se produce como fuera de él (erosión difusa). Los efectos *in situ* son sobre todo importantes en las tierras de uso agrícola, donde la redistribución y pérdida del suelo, la degradación de su estructura y el arrastre de la materia orgánica y de los nutrientes, llevan a la pérdida de espesor del perfil cultural y al descenso de la fertilidad. El efecto resultante es la pérdida de productividad que, en principio, limita a las especies y obliga al agricultor a la introducción y aumento de los fertilizantes para mantener la cosecha. La erosión reduce también la humedad disponible en el suelo acentuando las condiciones de aridez. Todos estos costes de la erosión son soportados por el agricultor, a veces inconscientemente. (Morgan, 1997).

Foto 15. Muros de contención

No obstante, debemos indicar que la preocupación por la erosión no es algo nuevo. Como hemos podido observar de primera mano en el trabajo de campo, los agricultores de mayor edad ya consideraban a la erosión como un problema, al que combatían mediante la construcción de albarradas, diques, drenajes, etc., (foto 15).

El estado erosivo de un terreno se puede definir como el grado de intensidad de los signos de erosión (cárcavas, surcos, erosión laminar, salpicadura etc.), manifestados en la superficie y observados en una fecha concreta. (Perles 1997a). En las explotaciones olivereras del área de estudio se reúnen todos los factores de riesgo, naturales y humanos, que aceleran los procesos erosivos, causan la pérdida de fertilidad de los campos. El agua de lluvia, favorecida por la escasa sujeción de la vegetación, arrastra en un lapso de tiempo muy breve (torrencialidad de las precipitaciones mediterráneas) el suelo que ha tardado miles de años en consolidarse y; una vez perdido el sustento para la vegetación, la zona ha sido ganada por la desertificación (Perles, 1997b).

Los estudios erosivos sobre el área de estudio o próximas a ella son bastante escasos. No obstante, a nivel nacional o provincial destacan los siguientes: el ICONA, 1987, estableció una cartografía para caracterizar los fenómenos erosivos en las grandes cuencas que, posteriormente sirvió de base para la asignación territorial de las inversiones de control de la erosión y la desertificación en sus sucesivos presupuestos. Posteriormente, ICONA, 1988 determinó el índice de erosión pluvial de Wischmeier (R), para posteriormente aplicar el modelo USLE inicialmente en la vertiente mediterránea y posteriormente en todo el territorio nacional.

Más recientes encontramos el proyecto LUCDEME, 1995; MMA, 1996 y MMA, 2001. Este último fue elaborado por la dirección General de Conservación de la Naturaleza, a través del Área de hidrología-forestal. En su momento sirvió como instrumento para llevar a cabo las inversiones financieras desde el Ministerio de Medio Ambiente sobre estas materias.

Todos estos estudios, ha servido de antecedentes para MMA, 2007. Es el más reciente de todos y, aunque se aleja bastante de nuestra escala de trabajo, nos ha proporcionado una visión general del estado erosivo del área. Este inventario utiliza el modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) y los SIG para evaluar la erosión provincial. Primeramente elabora un SIG en el que vuelca toda la información inicial disponible. Identifica en él los puntos de muestreo en los que posteriormente realizará el levantamiento de las parcelas de campo. Una vez en campo, confirma o corrige la información (cobertura vegetal, prácticas de conservación, manifestaciones erosivas, etc.). Bajo mi punto de vista, se trata de un procedimiento válido para la escala que aborda (provincia), pero quizás no sea el más adecuado para nuestro estudio. Confía demasiado en los SIG, determinando las acciones de campo a partir de ellos.

Según MMA, 2007, en el área de estudio destacan los siguientes procesos erosivos: erosión laminar y en regueros, erosión en cárcavas y barrancos, movimientos en masa y erosión en cauces.

6.2. Metodología de trabajo y de muestreo.

Las metodologías de medición de la erosión difieren en precisión, equipamiento y costes. Las técnicas más precisas, que suelen ser las más caras, no siempre son las que responden mejor a los propósitos de la investigación (Stroosnijder, 2005). En general, medir la erosión suele tener un coste elevado en equipamiento y personal, lo que puede reducir el período y el área de análisis a las limitaciones del presupuesto. Esta situación se convierte en un problema de representatividad de las mediciones en aquellas áreas en las que existe una gran variación temporal y espacial de la erosión (Blanco y Nieuwenhuyse, 2013).

La metodología de valoración de la erosión hídrica del suelo que se ha utilizado ha sido diseñada por Blanco y Nieuwenhuyse (2013). Se trata de una metodología de bajo coste, sencilla, rápida de aplicar y contempla todos los tipos de erosión (salpicadura, laminar, surcos y cárcavas). La metodología es de bajo coste porque no requiere ningún tipo de infraestructura. Y es sencilla y rápida de aplicar porque se basa en la evaluación de la erosión a partir de indicadores visuales. Se ha aplicado en varias investigaciones que se han desarrollado en Nicaragua, Honduras y Guatemala, con resultados que se pueden considerar satisfactorios. Consta de cuatro fases de trabajo. La primera, un reconocimiento del área de estudio para seleccionar las fincas de trabajo en base a los objetivos de la investigación. Las dos fases siguientes consisten en el análisis del estado erosivo del suelo a escala de parcela y en un análisis de laboratorio de las muestras de suelo obtenidas en campo. Para finalizar se realiza un análisis estadístico de la base de datos (campo/ laboratorio) y se interpretan los resultados.

6.2.1. Reconocimiento del área de estudio a escala de finca.

El método de trabajo consistió, primero, en una recopilación de la información del área de estudio (libros, artículos, memorias de tesis, fuentes estadísticas, etc) y en la realización de trabajo de campo de reconocimiento del área a escala de finca, para determinar los impactos y procesos de degradación (especialmente por erosión) que afectaban a cada una y hacer una primera valoración de la influencia que podrían estar ejerciendo los factores ambientales y humanos sobre dichos procesos. Es decir, se diagnosticó la situación actual de degradación de los suelos y se constató qué factores habían influido. Esta fase de reconocimiento realizó durante febrero y marzo. En primer lugar en ella se obtuvo información sobre los sistemas productivos, extensión, variedades de cultivo, etc., de las cooperativas locales, organismos oficiales (Mancomunidad de municipios Sierra de las Nieves, Instituto de estadística y cartografía de Andalucía, Instituto Nacional de Estadística y a los agricultores sobre todo, y en segundo lugar, se visitaron las fincas, al mismo tiempo que se le realizaba una entrevista informal durante el recorrido por las diferentes parcelas que la componían. Los cuadros 11 a 12 son los guiones de entrevistas que se han utilizado.

Las entrevistas se realizaron con el objetivo de valorar el uso y el manejo del suelo que se estaban llevando a cabo en las finca, lo que constituye uno de los factores más importantes que influyen sobre la erosión.

Cuadro 11. Guión de entrevista sobre prácticas y manejo

<p>- Superficie:</p> <p>- Hª usos parcela: <input type="checkbox"/> mismo uso (años:.....), <input type="checkbox"/> Otros usos:</p> <p>- Manejo del cultivo, herramientas utilizadas y temporalidad: (1) Abonado, (2) Desherbado, (3) Recolección.</p> <p>Identificar herramientas que se utilizan para desherbado: <input type="checkbox"/> Arado <input type="checkbox"/> Desbroce (“A diente” o desbroce mecánico. otras:</p> <p>- Marco de plantación (cm):</p> <p>- Cobertura de sombra (identificación de especies) y altura de ramificación (distancia al suelo) (cm):</p> <p>- Prácticas y medidas control erosión:</p> <p>- Rendimientos:</p>
--

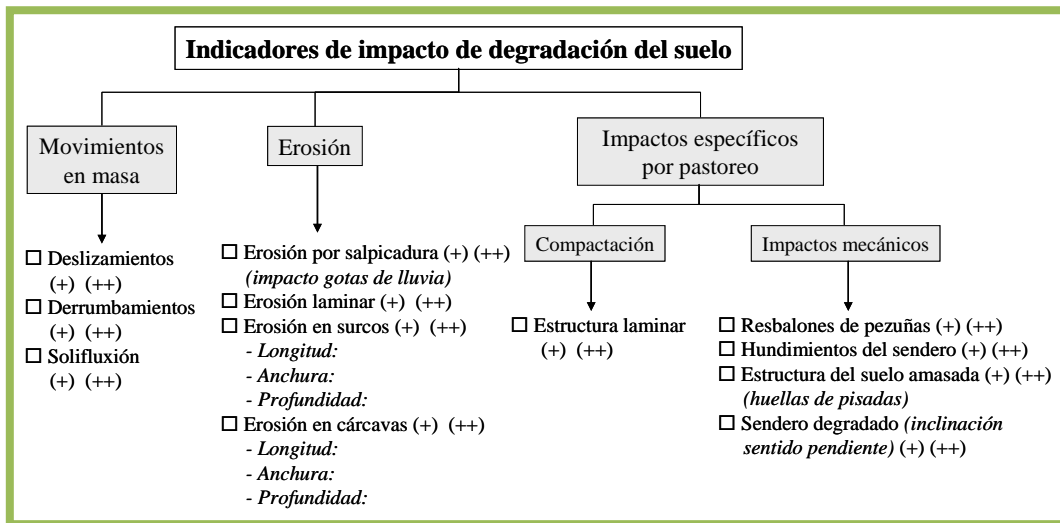
Los recorridos de campo por las parcelas de la finca se realizaron con el objetivo de determinar, ciertas características ambientales de especial interés por su influencia sobre la erosión (cuadro 12). La pendiente se determinó a partir de clinómetro. Se tomaron varias medidas en transectos lineales ladera arriba. Se identificaron los tipos de rocas (litología) de la parcela. La textura se valoró preguntando al productor si en la parcela se forma barro cuando llovía. De esta manera tenemos una valoración cualitativa de la misma. Por último se valoró la cobertura vegetal cualitativamente en una escala de 4 valores por observación de la superficie del suelo.

Cuadro 12. Guión de entrevista sobre características ambientales de la parcela.

<p>- Pendiente:</p> <p>- Litología:</p> <p>- Textura (valoración con el productor): ¿Se forma barro cuándo llueve?</p> <p>- Cobertura vegetal: <input type="checkbox"/> Sin cubierta vegetal, <input type="checkbox"/> Pobre cobertura (muchos claros de suelo), <input type="checkbox"/> Buena cobertura (algunos claros de suelo), <input type="checkbox"/> Cobertura total.</p>
--

En segundo lugar, se realizó una primera valoración del estado de degradación del suelo, con especial hincapié en la erosión, mediante los indicadores visuales que se indican en la figura 4. Se identificó la presencia de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbamientos y solifluxión) y erosión (salpicadura, laminar, surcos y cárcavas). Para valorar la magnitud de la erosión se incluyó la medición de longitud, anchura y profundidad (en surcos y cárcavas). Se valoró cualitativamente cada uno de los impactos en una escala de tres valores: impacto presente (puntual) (se indica con ☒), impacto frecuente (+) y muy frecuente (++) .

Figura 4. Indicadores visuales de degradación del suelo por agricultura y ganadería.



Fuente: Blanco y Nieuwenhuysse, 2013

6.2.2. Análisis de la erosión del suelo.

La metodología de análisis de la erosión del suelo que se ha desarrollado en este manual contempla dos tipos de análisis: a) análisis del estado erosivo del suelo, en el que se contemplaron todos los tipos de erosión (salpicadura, laminar, surcos y cárcavas) y los resultados se expresaron en porcentaje de superficie afectada por los diferentes procesos superficiales que se han observado en el suelo; b) análisis cuantitativo de las pérdidas de suelo, en el que se contempló la erosión en forma de surcos y cárcavas y se expresaron los resultados en volumen o en masa de suelo perdido ($m^3 ha^{-1}$, $Tn ha^{-1}$).

a) Análisis del estado erosivo del suelo

Los antecedentes de este método se limitan a realizar clasificaciones cualitativas del estado de erosión del suelo a partir de la observación de la presencia/ausencia de indicadores visuales y número y tamaño de los mismos (Stocking y Murnaghan, 2003, Illgner, 2008, Mutekanga et al., 2010). Este sistema empleado ofrece una mejora metodológica sobre los métodos tradicionales al valorar cuantitativamente el estado erosivo del suelo, siendo los métodos de muestreos diseñados los que permiten expresar los resultados de manera cuantitativa y que éstos sean representativos para las parcelas de estudio.

b) Descripción de los indicadores del método

Los indicadores visuales de erosión y de los procesos superficiales que afectan al suelo (cuadro 13) se han codificado mediante un índice que indica el tipo de proceso y un subíndice que proporciona información complementaria: existencia de erosión, tipo de erosión, tipo de cubierta vegetal protectora, etc. Los 4 primeros tipos de procesos superficiales corresponden con formas de erosión, incluyéndose las que afectan directamente al suelo (E), las que afectan al suelo que previamente ha sido desestructurado por manejos agrícolas con herramientas (H) o por pisoteo (P) y la erosión que afecta a los procesos de deposición de los materiales de erosión (D). Se ha realizado esta diferenciación para analizar qué influencia tienen estas acciones y procesos sobre la dinámica erosiva. El siguiente tipo es el proceso superficial de estabilidad a la erosión que se ha denominado No Erosión (N). Y, por último, se ha diferenciado un apartado denominado Otros (O), para agrupar a todos los aspectos del suelo que no se pueden relacionar con la erosión o la estabilidad a la erosión.

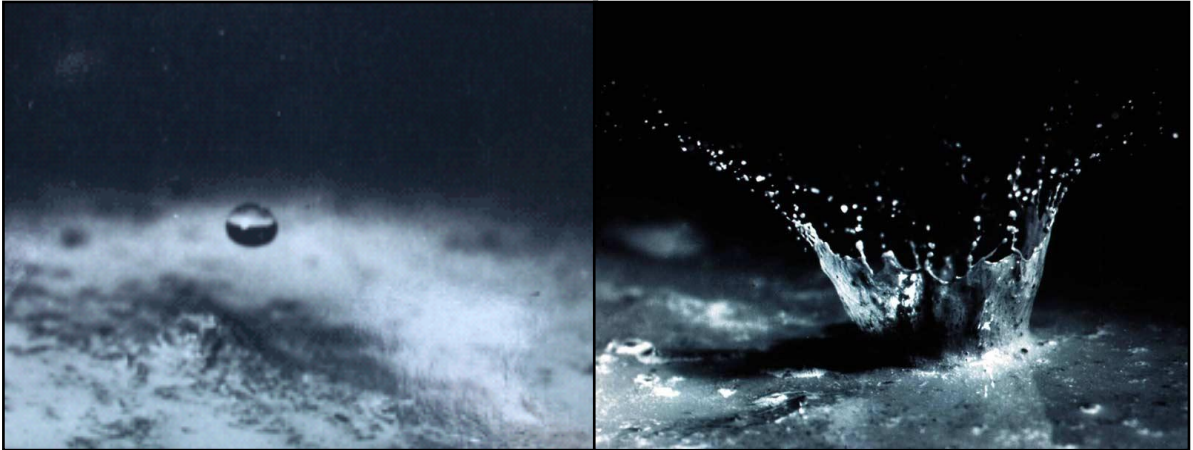
Cuadro 13. Tipos de erosión y procesos superficiales que afectan al suelo por uso agrícola

E. Formas de erosión		Códigos
1. Erosión por salpicadura (impacto de la lluvia)		Ei
2. Erosión laminar		El
3. Erosión en surcos		Es
4. Erosión en cárcavas		Ec
H. Alteración mecánica del suelo por herramienta (azadón, arado) afectada por erosión o susceptible de erosión		
1. Alteración mecánica por herramienta susceptible de erosión (no se aprecia en este momento)		Hse
2. Alteración mecánica por herramienta afectada por erosión por salpicadura (impacto lluvia)		Hi
3. Alteración mecánica por herramienta afectada por erosión laminar		HI
4. Alteración mecánica por herramienta afectada por erosión en surcos		Hs
P. Alteración mecánica del suelo por pisoteo (maquinaria, humano, pastoreo) afectada por erosión o susceptible de erosión		
1. Alteración mecánica por pisoteo susceptible de erosión (no se aprecia en este momento)		Pse
2. Alteración mecánica por pisoteo afectada por erosión por salpicadura (impacto lluvia)		Pi
3. Alteración mecánica por pisoteo afectada por erosión laminar		PI
4. Alteración mecánica por pisoteo afectada por erosión en surcos		Ps
D. Deposición de suelo afectado por erosión o susceptible de erosión		
1. Deposición de suelo susceptible de erosión (no se aprecia en este momento)		Dse
2. Deposición de suelo afectado por erosión por salpicadura (impacto lluvia)		Di
3. Deposición de suelo afectado por erosión laminar		DI
4. Deposición de suelo afectado por erosión en surcos		Ds
N. No erosión		
1. No existe erosión bajo cubierta vegetal viva		Nv
2. No existe erosión bajo vegetación muerta por herbicida (h), poda (p) o restos vegetales de la cosecha anterior (rv)		Nh-p-rv
3. Surco de arado con pendiente nula		Nsa
O. Otros		
1. Rocas		Or
2. Animales domésticos		Oa

Fuente: Blanco y Nieuwenhuyse, 2013

Las formas de erosión (E), corresponden con los característicos procesos de erosión hídrica del suelo. En el área de estudio son los siguientes, (existiendo algunas diferencias en función del sistema de cultivo empleado): a) *erosión por salpicadura*. El impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo y por el propio humedecimiento del suelo, que provocan desagregación de las partículas primarias; provoca también transporte de partículas por dispersión (foto 16) y proporciona energía al agua de la escorrentía superficial (Ellison, 1947). En campo se observan en pedestales de erosión en las zonas de pérdida de material edáfico (foto 17).

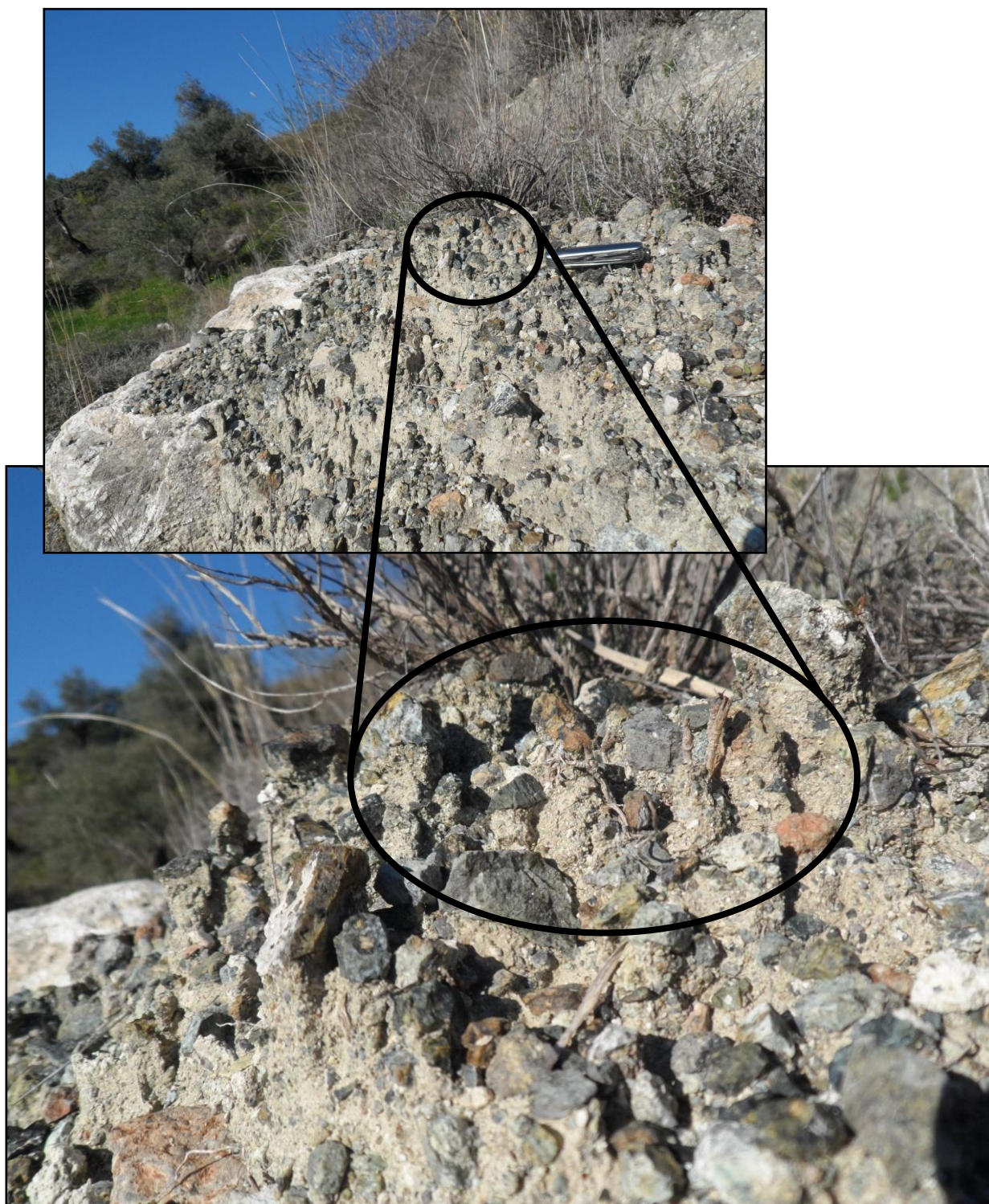
Foto 16. Impacto de la gota de lluvia en el suelo.



Cuando llueve, gotas de agua bombardean la superficie del suelo a velocidades de impacto de hasta 32 km por hora. El impacto lanza partículas de suelo y agua en todas direcciones a una distancia de hasta 1 m. La escorrentía y la erosión del suelo se inician con el impacto de gotas de lluvia sobre el suelo desnudo

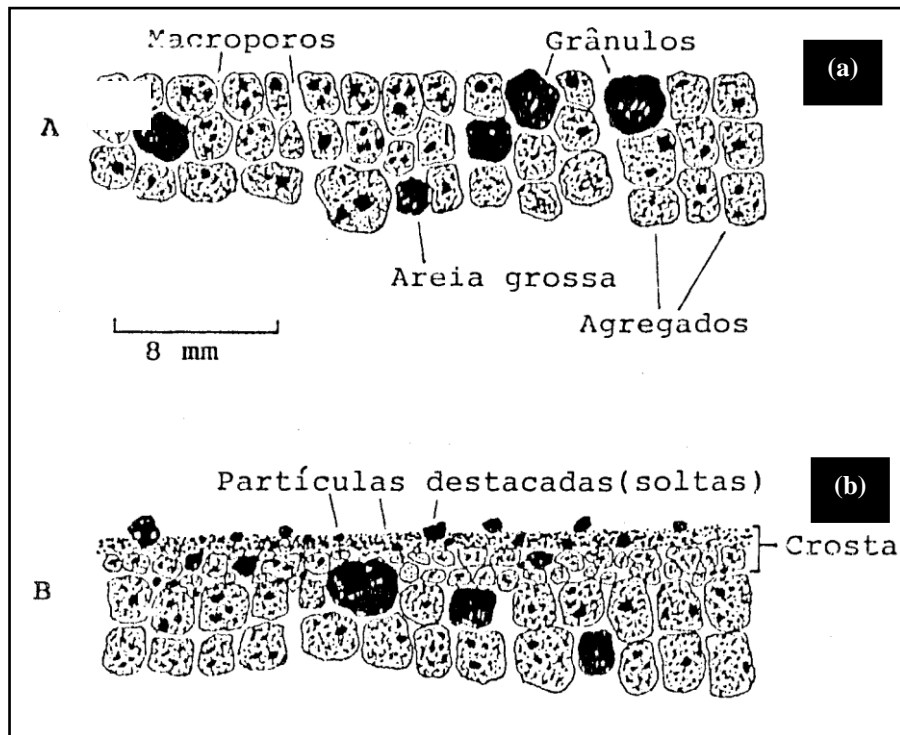
Fuente: USDA Natural Resources Conservation Service, 1940

Foto 17. Pedestales de erosión que indican la presencia de erosión laminar



Olivar ecológico con sin labor (Alozaina)

Figura 5. Suelo estructurado y poroso (a) / Suelo sellado con formación de costras (b).



Fuente: Duley, 1987

Como consecuencia de la desagregación se produce un sellado superficial que disminuye sustancialmente la capacidad de infiltración del suelo (Duley, 1987; Ellison, 1947) (figura 5b) y favorece el; b) *flujo superficial* y la erosión laminar, en regueros (foto18) y en cárcavas (foto 19). En el momento en que la precipitación pasa a ser mayor que la tasa de infiltración de agua en el suelo, se produce el escurrimiento superficial del agua que no infiltra (Meyer, 1976). Con menor presencia aparecen; c) *movimientos en masa* (foto 20).

Foto 18. Arroyada superficial concentrada en regueros.



Olivar ecológico con labor (Casarabonela)

Foto 19. Arroyada superficial concentrada en cárcavas.



Olivar ecológico con labor (Casarabonela)

Foto 20. Movimientos en masa.



*Escarpe, nicho o corona de un movimiento en masa.
(Olivar ecológico con labor, Alozaina)*

Colada de Soliflucción que fractura en dos a un olivar centenario.(Olivar ecológico con labor, Alozaina)

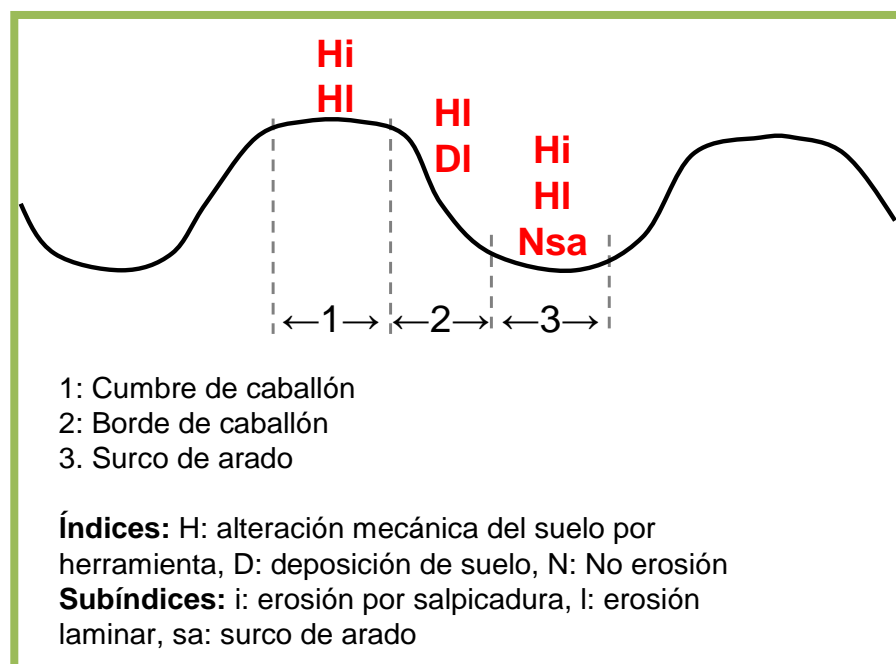
En definitiva, la generación de la escorrentía y todos estos procesos están obviamente relacionados con el estado en el que se encuentra el sistema ecogeomorfológico y de la diferente incidencia de los elementos bióticos y abióticos en el mismo (Ruiz, Gallegos, Delgado, et al., 2003).

La alteración mecánica del suelo por herramientas (H), corresponde con un proceso de desagregación superficial del suelo por el manejo con herramientas. Estos manejos consisten en abonados, recolecciones y los sucesivos desherbados mecánicos. Estas intervenciones rompen la estructura original de la superficie del suelo a una profundidad variable dependiendo de las

herramientas utilizadas. El suelo desagregado es más vulnerable a la erosión que su estructura original, ya que ésta es mucho más resistente al impacto de la lluvia y al arrastre por la escorrentía. El arado rompe la estructura del suelo a una profundidad entre 25-30 cm y forma surcos y montículos de tierra que se denominan caballones. Un análisis a nivel de detalle permite diferenciar 3 partes, cada una afectada por diferentes procesos. (Blanco y Nieuwenhuyse, 2013) (figura 6, foto 21):

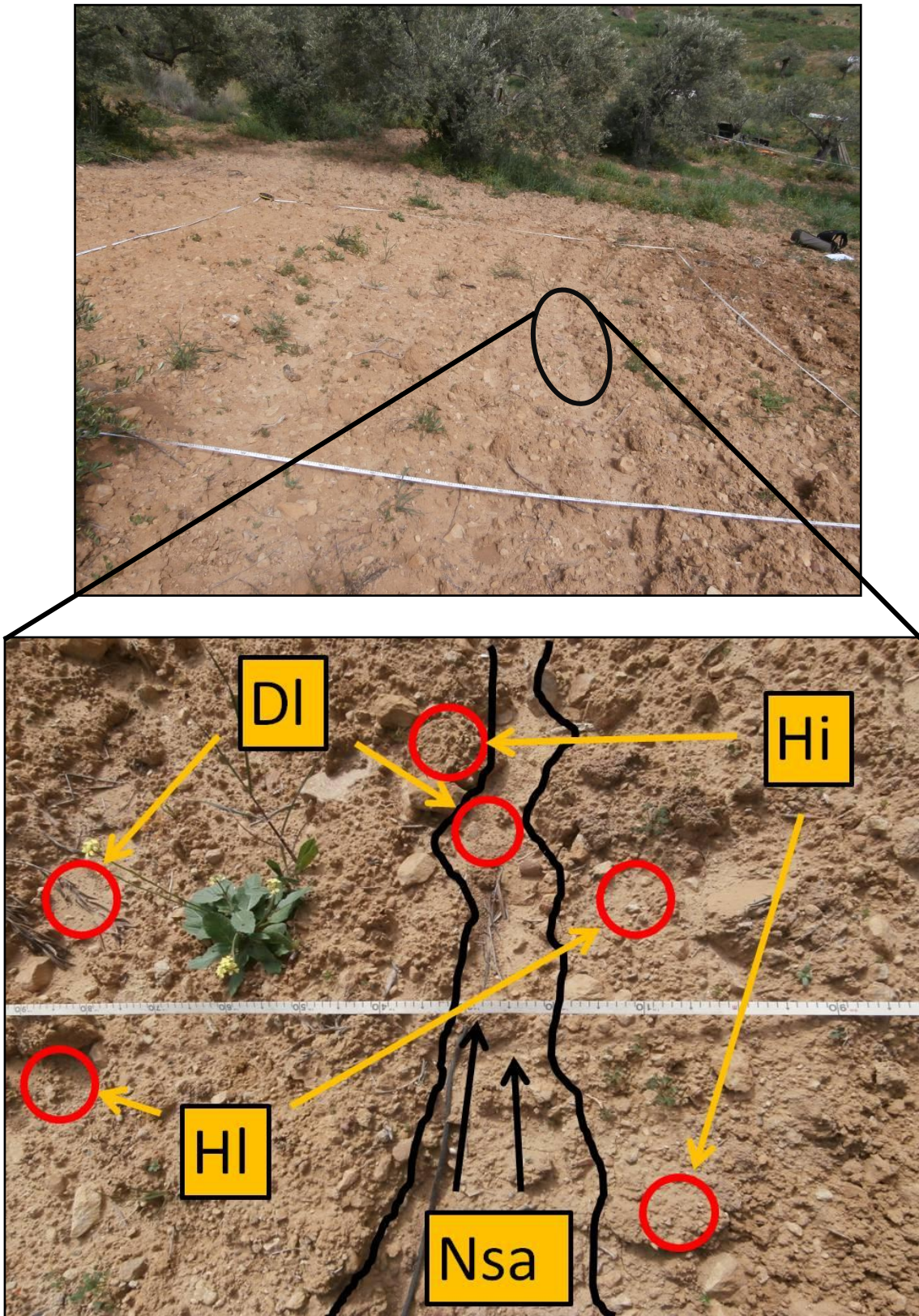
1. *Cumbre de caballón*. Suele estar afectada por la erosión por salpicadura (Hi) y erosión laminar (HI).
2. *Borde de caballón*. Suele estar afectado por la erosión por salpicadura (Hi) que termina derivando en erosión laminar (HI). Cuando hay restos vegetales en superficie se pueden formar pequeñas deposiciones que, al tener una cierta pendiente, terminan siendo afectadas por erosión laminar (DI).
3. *Surco de arado*. Se pueden diferenciar dos tipos de procesos en función de la pendiente. Los surcos de arado con pendiente nula no están afectadas por erosión (Nsa), a lo sumo por la erosión por salpicadura (Hi), pero si éstos presentan algo de pendiente se favorece la erosión laminar (HI).

Figura 6. Indicadores visuales de degradación del suelo por laboreo.



Fuente: Blanco y Nieuwenhuyse, 2013

Foto 21. Indicadores visuales de degradación por laboreo



Olivar convencional (Casarabonela)

La alteración mecánica del suelo por pisoteo (P) corresponde con procesos de impacto por tránsito de personas. El indicador visual es la huella de pisada, que se produce cuando el suelo se encuentra húmedo o saturado después de una lluvia (foto 22). Este impacto altera la estructura del suelo y ciertas propiedades físicas, como la porosidad y la capacidad de infiltración. Un impacto de estas características presenta una elevada susceptibilidad a la erosión (Pse) que, cuando se produce, genera los demás códigos en base al tipo de erosión: salpicadura (Pi), laminar (Pl) o surcos (Ps).

Foto 22. Indicadores de alteración mecánica

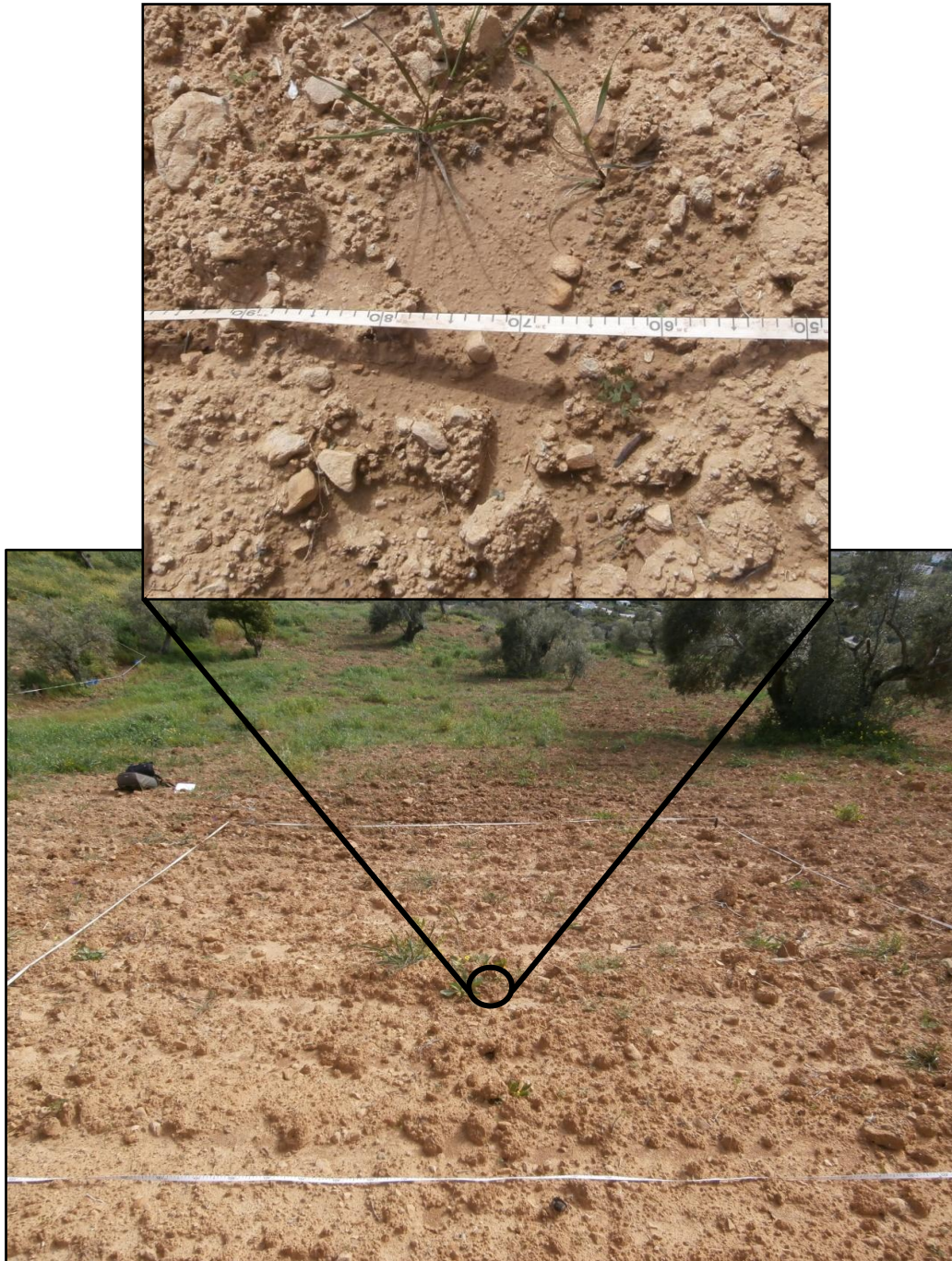


Olivar ecológico y convencional (Alozaina)

La deposición de suelo (D) corresponde con procesos de acumulación de materiales de erosión (foto 23). Haile et al. (2006) diferencia dos tipos: acumulación difusa y concentrada. Las acumulaciones o deposiciones difusas son pequeños depósitos de materiales a lo largo de la ladera que se producen, sobre todo, por la existencia de una cobertura vegetal muerta que ralentiza el flujo de agua debido a la mayor rugosidad del terreno, ya que genera micro-relieves

con forma de diques de una menor pendiente. Se pueden observar también en los troncos de arbustos y árboles, en las rocas, vallas de parcelas y en cualquier otro material de la superficie que obstaculice el flujo de escorrentía. Estas deposiciones son susceptibles de erosión (Dse) ya que no presentan una cubierta vegetal protectora, por lo que en el próximo evento lluvioso pueden ser afectadas por erosión: salpicadura (Di), laminar (Dl) y surcos (Ds). Las acumulaciones o deposiciones concentradas son depósitos de materiales erosionados, de mayor volumen que los anteriores, que se producen por la disminución del ángulo de pendiente que reduce la velocidad de escorrentía. Las acumulaciones concentradas se suelen producir en los tramos bajos de laderas de perfil cóncavo, a pie de ladera y en los fondos de valle.

Foto 23. Deposiciones de suelo en el surco del arado (sinclinal del caballón)



Olivar convencional (Casarabonela)

Las formas de no erosión (N) corresponden con procesos de estabilización del suelo frente a la erosión. A partir de los subíndices se diferencian las causas de estos procesos, que principalmente se debe a la presencia de una cubierta vegetal protectora: vegetación viva (Nv) y muerta por herbicida (Nh) o restos vegetales de la cosecha anterior (Nrv) o poda (Np) o a la presencia de micro-relieves de pendiente nula, como el surco de arado (Nsa). La vegetación en superficie influye de cuatro maneras: amortigua el impacto de la lluvia y protege el suelo de la erosión, reduce la escorrentía de agua superficial y favorece la infiltración, evita la incidencia directa de la radiación solar en el suelo, lo que favorece que éste pueda conservar su humedad durante más tiempo (factor muy importante en épocas de déficit hídrico) y favorece una mejor formación y estructuración del suelo dotándolo de restos orgánicos (humus).

El criterio que fue seguido para establecer que la vegetación muerta en superficie estaba favoreciendo que no existiera erosión fue comprobar que ésta se encontraba estable o consolidada en la superficie e incorporándose al suelo por descomposición. Algunos indicadores fueron: cuando se intentaba levantar la vegetación superficial existía dificultad porque estaba mezclada con las partículas del suelo, o porque se trataba de vegetación que junto a musgos y vegetación viva forma un entramado difícil de movilizar. En otros casos la vegetación a ras del suelo estaba en proceso de descomposición, o se trataba de vegetación suelta en superficie y no tener función protectora frente a la erosión. Para comprobarlo se retiró la vegetación y se observó los procesos de la superficie del suelo. En muchos casos, sobre todo en el sistema ecológico con labor se observó cómo bajo un “mantillo” protector de restos vegetales, o incluso bajo una excelente cubierta vegetal de adventicias densas (carretón, gramilla, lechugillo, etc.) existían fenómenos erosivos (Hl y Hi), los cuales habían sido producidos con anterioridad al crecimiento de la cubierta vegetal, es decir, respondían a episodios lluviosos anteriores.

El tipo otros (O) corresponde con cualquier manifestación superficial que no encaje en los procesos superficiales anteriores: rocas (foto 24a) e indicadores de animales salvajes: jabalís (foto 24c), cabras monteses, etc.), ó domésticos: gallinas, perros, cabras (foto 24b), ovejas, mulas o caballos (foto 24d), etc. Las rocas de este tipo (Or) no influyen en los procesos de erosión ni deposición y, por lo tanto, no forma parte de pedestales de erosión ni favorece la acumulación de sedimentos. Los indicadores de animales domésticos (Oa) suelen ser excrementos y suelo desagregado por rotura de la estructura superficial del suelo por picoteo o escarbado.

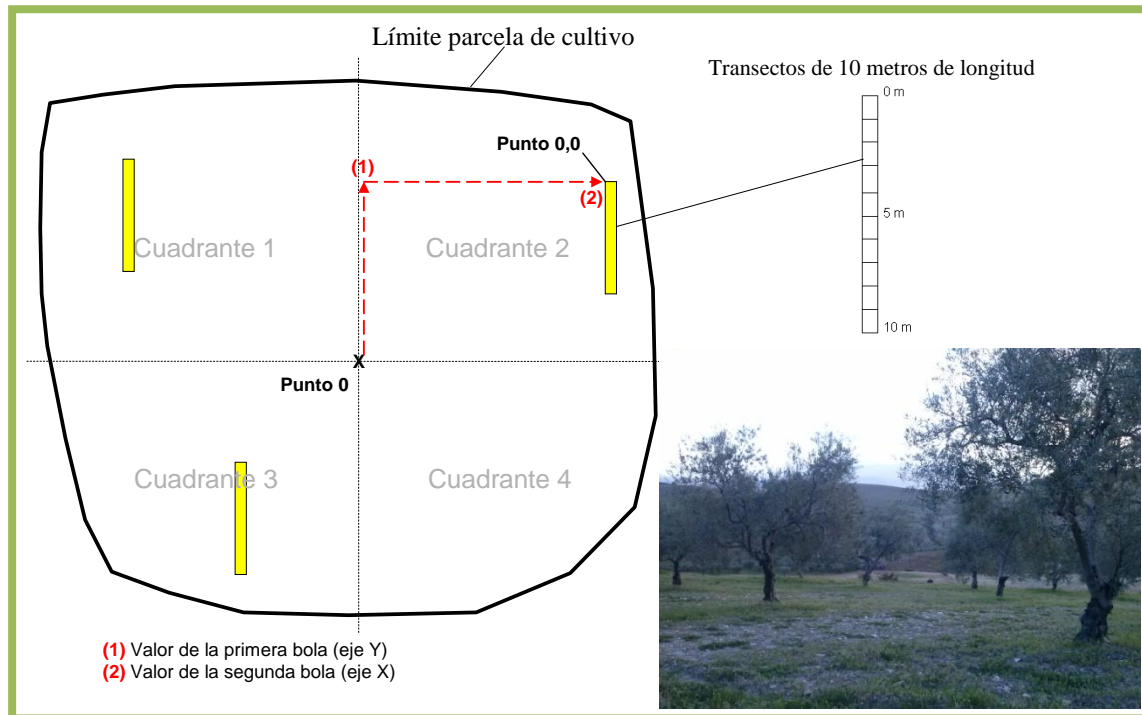
Foto 24. Otros (O)

*Olivar ecológico (Alozaina y Yunquera)*c) Metodología de muestreo.

La metodología de análisis de la erosión, como se ha comentado, consistió en cuantificar las observaciones visuales y traducirlas en porcentaje de superficie afectada por erosión. El muestreo es de tipo polietápico y presenta dos fases de trabajo de campo:

1. Selección de las fincas y parcelas de estudio. Una vez concluidas las visitas a las fincas del área de estudio en la fase 1 de reconocimiento, se seleccionaron las parcelas de estudio dentro de las fincas en base a los objetivos de investigación. El objetivo de esta primera etapa fue agrupar a la muestra en unidades ambientales homogéneas para aumentar la precisión, lo que corresponde con un muestreo estratificado.
2. El procedimiento de muestreo fue mediante transectos, la parcela de muestreo se dividió en 4 cuadrantes (figura 7). Mediante una bolsa con bolas numeradas (del 1 al 4) se sacó aleatoriamente un número de cuadrante, el cual fue descartado. En los tres cuadrantes restantes se realizaron los transectos de 10 m de longitud (figura 7), para ello, se dispuso de otra bolsa con bolas numeradas del 1 al 30 (en función de la dimensión de la parcela), se sacaron dos bolas, cuyos valores en el eje X e Y dieron el punto de inicio del transecto (figura 7; (1) y (2)). Debieron ser aleatorios para que las prioridades del investigador no influyeran en el resultado del método. Posteriormente los transectos se dividieron en tramos de 0.25 m para la toma de datos, por lo tanto, se muestreó cada 25 cm, comenzando en el punto 0.25 m y concluyendo en el punto 10 m. En total son 40 puntos de muestreo por transecto (cada punto = 2.5% de la muestra total).

Figura 7. Esquema del método de muestreo por transectos



Fuente: Modificado de Blanco y Nieuwenhuyse, 2013

La toma de datos que se realizó en cada transecto durante el proceso de muestreo fue de la siguiente manera (cuadro 14):

1. Pendiente de ladera a lo largo de los 10 m de transecto.
2. Se identificaron dos niveles de sombras:
 - 2.1. Cobertura de sombra del estrato superior (árbol). Se identificó la especie vegetal (olivar la mayoría) y se midió la distancia de cobertura de sombra proyectada en el transecto de 10 m de longitud, concretamente la altura de ramificación (distancia mínima) al suelo. Se utilizó una cinta métrica metálica para calcular la altura.
 - 2.2. Cobertura de sombra inmediata al suelo (herbáceas). Se identificó la especie vegetal y se midió la distancia de sombra proyectada en el punto de muestreo.
3. Cobertura de la superficie del suelo. Se diferenció qué tipo de cobertura presenta el suelo en el punto de muestreo: suelo desnudo, vegetación viva, vegetación muerta (hojarasca, restos de podas), roca y otros.
4. Proceso superficial. Se identificó los procesos superficiales que afectaban al suelo (cuadro 13).
5. Observaciones. En este apartado se indicó cualquier incidencia o aspecto destacado que se observara en el punto de muestreo.

Cuadro 14. Ejemplo de la toma de datos en los transectos

PUNTOS (m)	Cobertura de sombra inmediata al suelo (tipo y altura)	Cobertura del suelo	Proceso superficial (fotos)	OBSERVACIONES
0,25	<input type="checkbox"/> Árbol. Altura: <input type="checkbox"/> Herbáceas. Altura: <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Vegetación viva <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> Vegetación muerta:	Ei	
0.50	<input type="checkbox"/> Árbol. Altura: <input type="checkbox"/> Herbáceas. Altura: <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Roca <input type="checkbox"/> Vegetación viva <input type="checkbox"/> Otros: <input type="checkbox"/> Vegetación muerta:	Hi	

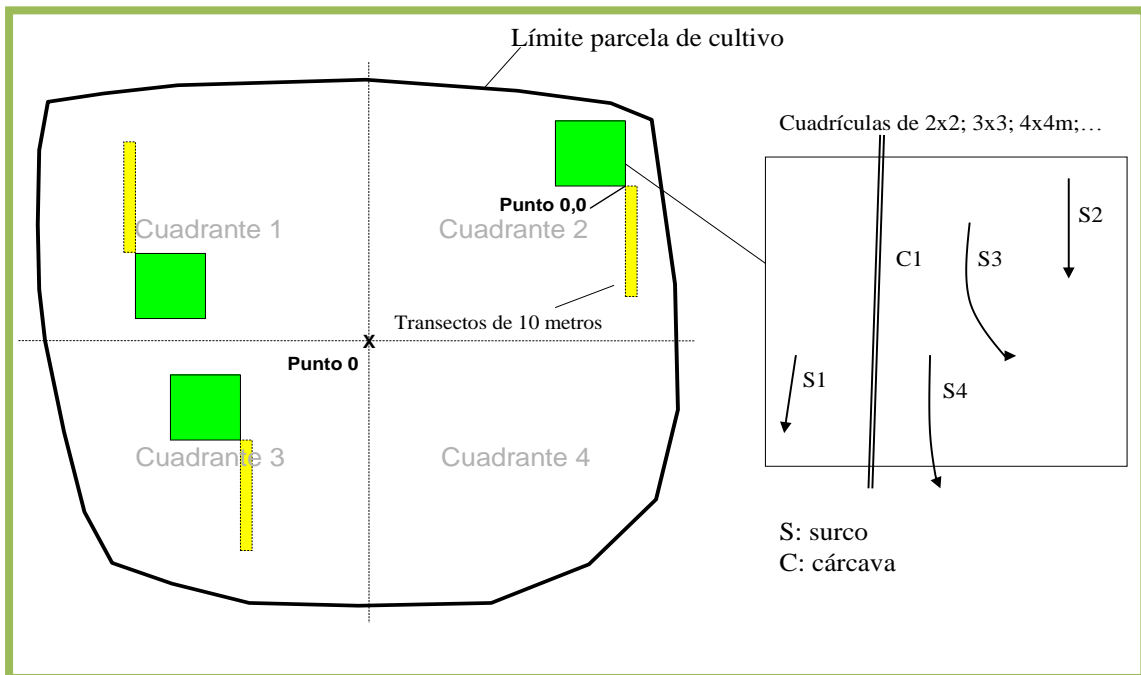
6.2.3. Análisis cuantitativo de las pérdidas de suelo.

Las pérdidas de suelo se estimaron mediante el método de análisis de la erosión por mediciones volumétricas de surcos y cárcavas (Hudson, 1993). Este método consiste en la medida de las dimensiones (longitud, anchura y profundidad) de los surcos y cárcavas para estimar las pérdidas de suelo. Los resultados se pueden expresar en volumen de suelo perdido (m^3/mz , ha, etc.), o en masa de suelo perdido (Tn/mz, ha, etc.), si se conoce la densidad aparente. Se trata de un método que tiene una larga trayectoria de aplicaciones prácticas. Destacan los trabajos realizados con este método en Etiopía y Eritrea (Herweg and Stillhardt, 1999; Haile et al., 2006) y en Centroamérica. Aquí se suele utilizar el método VADEA (Valoración del daño por erosión actual) (Lira et al., 2005) que es una adaptación del método ACED (Assessment of Current Erosion Damage) de Herweg (1996).

a) Procedimiento de muestreo y de trabajo

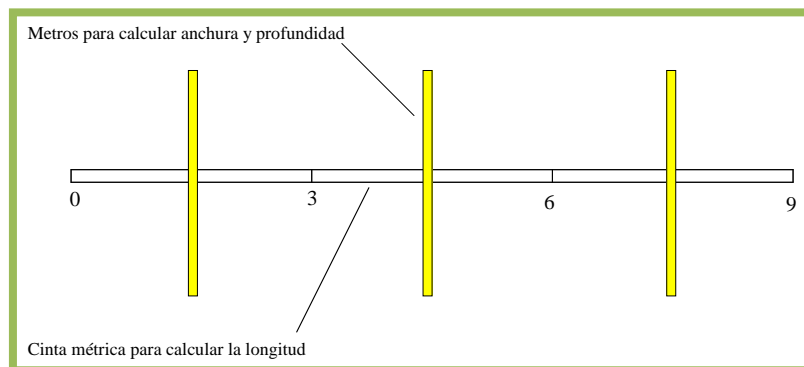
1. Se realizó un muestreo por cuadrículas (figura 8), de 5 x 5 m, aunque dependía del tamaño de las parcelas. A mayor tamaño de parcela, mayor tamaño de cuadrícula.
2. El procedimiento aleatorio para establecer la ubicación de las cuadrículas de muestreo ya se realizó en la fase anterior. Por lo tanto, ésta se ubica tomando como referencia el punto 0,0 que se estableció anteriormente mediante bolas numeradas (números aleatorios). En el caso de que se sobrepasara el límite de la parcela de cultivo, la cuadrícula se estableció en el ángulo apropiado (figura 8, cuadros verdes), manteniendo el siguiente orden de prioridad: 1) margen superior izquierda, 2) margen superior derecha, 3) margen inferior izquierda, 2) margen inferior derecha.
3. Se realizó un esquema de la cuadrícula de muestreo con la localización y numeración de los surcos (S) y cárcavas (C) (figura 8).
4. Se midió la longitud, anchura y profundidad de todos los surcos y cárcavas. Para cada surco o cárcava se realizaron tres medidas de cada dimensión, que se establecieron de la siguiente manera (figura 9):
 - a) Se colocó la cinta métrica en el suelo para calcular la longitud del surco o cárcava.
 - b) Sabiendo la longitud, ésta se dividió en 3 tramos y se colocó el metro en el centro de cada tramo para realizar las mediciones.

Figura 8. Esquema de procedimiento de muestreo de las pérdidas de suelo por erosión en surcos y cárcavas



Fuente: Blanco y Nieuwenhuysse, 2013

Figura 9. Procedimiento de medición de la anchura y la profundidad de surcos y cárcavas.



Fuente: Blanco y Nieuwenhuysse, 2013

5. Se calculó el volumen de suelo perdido asumiendo que la sección de los surcos y cárcavas presenta forma de cuerpo geométrico (ISSS, 1996; Stocking y Murnaghan, 2003): semielíptica, semicircular, triangular, rectangular o trapezoidal. Se utilizó la sección semielíptica para calcular el volumen de suelo perdido (cuadro 15).

Cuadro 15. Fórmula para calcular el volumen de suelo perdido en surcos/cárcavas con forma de sección semielíptica.

- Fórmula del área de la elipse:

$$S = \pi \cdot a \cdot b$$

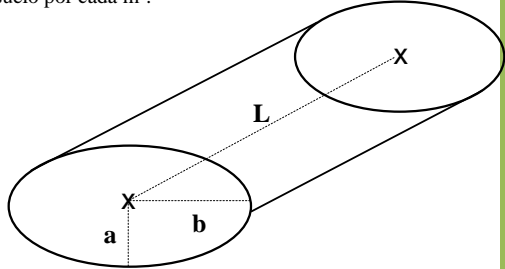
- Fórmula del volumen del semicilindro elíptico (unidad de medida en m³ o cm³):


$$V = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot L}{2}$$

- Fórmula del volumen del semicilindro elíptico (unidad de medida en Tn):

$$V = \frac{\pi \cdot a \cdot b \cdot L}{2} \times Da$$

Con una densidad aparente (Da) igual a 1, hay 1 Tn de suelo por cada m³.





Fuente: Blanco y Nieuwenhuyse, 2013

6.2.4 Análisis de laboratorio.

Durante el proceso de trabajo de campo se tomaron 3 muestras de suelo en cada una de las parcelas estudiadas, concretamente en los puntos 0,0 elegidos aleatoriamente (figura 7 y 8). Las muestras recogidas correspondían a los primeros 10 cm de suelo. Para su toma, se limpiaban los restos vegetales que pudiera haber en la superficie del suelo. Las muestras se dejaron secar durante una semana al aire libre. Una vez secas se determinó el color mediante la tabla munsell. Posteriormente se pasaron por un tamiz de 2 mm de malla, con objeto de separar las gravas de las partículas del suelo que posteriormente se mandaron en bolsas de entre 100 y 200 gr al laboratorio. El resto de la muestra se guardó para futuros análisis.

En el laboratorio se analizaron aquellas características y propiedades del suelo que podían influir sobre la erosión. Este análisis fue muy importante, sobre todo, para valorar la influencia de los factores humanos sobre la erosión, debido a que es necesario mantener constantes los factores del suelo para descartar cualquier tipo de influencia sobre los resultados obtenidos. El análisis de laboratorio dependió del presupuesto disponible. Para nuestro estudio, debido a la carencia de presupuesto, los análisis han sido: la determinación semicuantitativa de la textura mediante el “método al tacto” de (Llorca, 1991 y Mcrae, 1988) con la posterior clasificación de Marañez et al. 1998 (cuadro 16) y a la prueba de CaCO₃ obtenido de la matriz de suelo por el método de la FAO, 2006 (cuadro 17).

Cuadro 16. Clasificación de la textura

<i>Textura Ligera (1)</i>	<i>Textura equilibrada (2)</i>	<i>Textura pesada (3)</i>
Arenosa Arenosa-franca Franco-arenosa	Franca Franco-arcillo-arenosa Franco-limosa Limosa Arcillo-arenosa	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-limosa Arcillosa

Fuente: Marañez et al (1998)

Cuadro 17. Clasificación del contenido de carbonato cálcico del suelo mediante el método de reacción al CIH diluido (10%)

<i>Categoría</i>	<i>Contenido estimado (%)</i>	<i>Reacción observada</i>
1. No calcáreo	0	No se aprecia efervescencia visible o audible.
2. Ligeramente calcáreo	0-2	Efervescencia audible pero no visible
3. Moderadamente calcáreo	2-10	Efervescencia visible
4. Fuertemente calcáreo	10-25	Efervescencia visible. Se forman burbujas y una pequeñas espuma.
5. Extremadamente calcáreo	>25	Reacción extremadamente fuerte. Se forma espuma gruesa

Fuente: FAO (2006)

Si el presupuesto hubiera sido mayor se habrían añadido otras propiedades y características del suelo como el carbono orgánico, la caliza activa, el hierro libre y la estabilidad estructural.

6.3. Características de las fincas de muestreo.

Se realizó un diagnóstico inicial en un total de 32 fincas de olivar: 16 fincas con sistema productivo convencional (cuadro 18 y mapa 13) y 16 fincas con el sistema productivo ecológico (cuadro 19 y mapa 14).

Cuadro 18. Fincas diagnosticadas con sistema productivo convencional.

<i>Finca (Cód.)</i>	<i>Municipio</i>	<i>Propietario</i>	<i>Paraje agrícola</i>
1	Alozaina	Miguel Lima Zambrana	“Los Valles”
2		Isabel Zambrana Gil	“El Callejón”
3		José Lima Zambrana	“Los Carramolos”
4		Antonio García Aragón	“El Plao”
5		Francisco García Aragón	“La Morona”
6			“El Hornillo”
7		Juan Merino Oña	“Los Valles”
8			
9		Antonio Manuel Rueda Bellido	“La Morona”
10			
11	Casarabonela	Isabel Cueto Trujillo	“Los Cerrillos”
12			“La Resuela”
13	Guaro	Antonio Manuel Rueda Bellido	“El Tajo” (Ardite)
14		Remedios Navarro Rojas	“El Chirrascal y la Rosilla” (Ardite)
15			“El Pecho” (Ardite)
16		M ^a Isabel Merino Navarro	“El Paulo” (Ardite)

Mapa 13. Fincas diagnosticadas con sistema productivo convencional.



Cuadro 19. Fincas diagnosticadas con sistema productivo ecológico.

<i>Finca (Cód.)</i>	<i>Municipio</i>	<i>Propietario</i>	<i>Paraje agrícola</i>
17	Alozaina	José Antonio Arias Trujillo	“Loma Bellido”
18			“Los Valles”
19		José Rueda Trujillo	“Hacienda Sto. Tomás”
20			“Puerto del Viento”
21			“Puerta Palo”
22			“Cara del Lentisco”
23			“El Membrillo”
24	Casarabonela	María Muñoz Pérez	“Los Cubillos”
25			“Los Olivares”
26		Juan Mayorga Gómez	“El Fontarrón”
27	Guaro	Pilar Oña Marmolejo	“Ardite”
28			“Los Viñazos”
29	Yunquera	Concepción Vera Benítez	“Los Viñazos”
30			“Los Viñazos”
31			
32			

Mapa 14. Fincas diagnosticadas con sistema productivo ecológico.



Posteriormente tras el diagnóstico realizado a cada finca se seleccionaron finalmente 15. Las características ambientales y de manejo de las mismas se indican en el cuadro 20.

Cuadro 20. Fincas finales seleccionadas tanto en fincas ecológicas como convencionales.

Finca (Cód.)	Municipio	Propietario	Paraje agrícola	Pol.	Par.	Sup. (Ha)	Transectos de pendiente (%)	Litología	Cub. vegetal	Desherbado	Observaciones
1	Alozaina	Miguel Lima Zambrana	"Los Valles"	10	202	1,9	*15-11-16 *15-29-35 *35-3	Arcillas y Margas (localmente calcarenitas)	Sin cobertura	1. Arado con cultivador: +15cm. 2. Rastreos (julio y agosto).	-Movimientos en masa
19		José Antonio Arias Trujillo			191	2,9	*40-37-30-15	Ídem anterior	Cobertura Total	1. Desbroce "a diente" con ganado caprino, y desbroce mecánico con desbrozadora manual de hilo. 2. Arado superficial con cultivador: -15 cm. 3. Rastreo en Junio.	-Movimientos en Masa
20		Juan Merino Oña			155	1,1	*33-20-16	Ídem anterior	Cobertura Total	Ídem anterior	-Estiércol de caballo
7					144	1	*35 *29-25-29-30	Ídem anterior	Sin cobertura	1. Herbicida 2. Arado con cultivador: +15cm	-Alta compactación, -Grandes cárcavas
29	Casarabonela	José Francisco Trujillo Navarro	"El Fontarrón"	19	17	6	*40-30-25-16-7	Arenas y Margas	Pobre Cobertura	1. Desbroce mecánico manual de hilo. 2. Arado superficial con cultivador: -15 cm. 3. Rastreos 4. Pases de Rulo.	-Deja restos de poda en el suelo. -Excesiva compactación del tractor oruga.
30		16			1,5	*30-25	Ídem anterior	Ídem anterior	Ídem anterior	Ídem anterior	
11		Isabel Cueto Trujillo	"Los Cerrillos"	26	185	0,6	*25-0 *16 *12	Arcillas y Margas (localmente calcarenitas)	Sin Cobertura	1. Arado con cultivador: +15cm. 2. Rastreos	-Movimientos gravitacionales en zona norte.
28		Juan Mayorga Gómez	"Los Olivares"	34	160	1,4	*30-23-15 *24-26-31-20 *15-20	Calizas-Grawacas / Arcillas y Margas	Pobre Cobertura	1. Desbroce mecánico manual con desbrozadora de hilo 2. No laboreo	-Acumulaciones de piedras contra erosión. -Tritura restos de poda

FRANCISCO JAVIER LIMA CUETO

<i>Finca (Cód.)</i>	<i>Municipio</i>	<i>Propietario</i>	<i>Paraje agrícola</i>	<i>Pol.</i>	<i>Par.</i>	<i>Sup. (Ha)</i>	<i>Transectos de pendiente (%)</i>	<i>Litología</i>	<i>Cub. vegetal</i>	<i>Desherbado</i>	<i>Observaciones</i>
27	Casarabo.	María Muñoz Pérez	“Los Cubillos”	37	106	5	*30-25-15-13-2	Arcillas y Margas (Localmente calcarenita)	Buena Cobertura	1. Desbroce “a diente” con ganado ovino, y desbroce mecánico con desbrozadora manual de hilo. 2. No laboreo	-Movimientos en masa. -La introducción de ganado se hace de modo racional.
16	Guaro	M ^a Isabel Merino Navarro	“El Paulo”	1	147	1,3	*30-25 *25-45 *27-45	Ídem anterior	Sin Cobertura (Labor reciente)	1. Arado con cultivador: +15cm.	
15			“El Pecho”		152	1,9	*40-35-20 *50-20 *45 30-25	Ídem anterior	Sin Cobertura (Labor reciente)	Ídem anterior	
14		Remedios Navarro Rojas	“El Chirrascal y la Rosilla”	107	1,3	*15 *9 *10 *20 *25	Ídem anterior	Sin cobertura. (Labor reciente)	1. Arado con cultivador: +15cm.	-Arado contra pendiente.	
13		Antonio Manuel Rueda Bellido	“El Tajo” (Ardite)	2	108	0,4	*40-20	Ídem anterior	Sin cobertura. (Labor reciente)	1. Herbicida. 2. Arado con cultivador: +15cm.	-Alta pedregosidad superficial y embebida. -Arado contra pendiente.
31		Pilar Oña Marmolejo	“Ardite”	1	100	5,3	*42-20-25 *40-20-15 *36-32-18	Margas, Arcillas y Areniscas Neomúdico	Pobre	1. Desbroce mecánico manual con desbrozadora de hilo manual. 2. Arado superficial con cultivador: -15cm.	
32	Yunquera	Concepción Vera Benítez	“Los Viñazos”	5	38	5,3	*50-40-20-15	Arcillas y Margas (Localmente calcarenita)	Buena	1. Desbroce mecánico manual con desbrozadora de hilo manual. 2. No laboreo	-Mosaico de Cultivos. -Osaderos de jabalís.

6.3.1 Características ambientales de las fincas de estudio

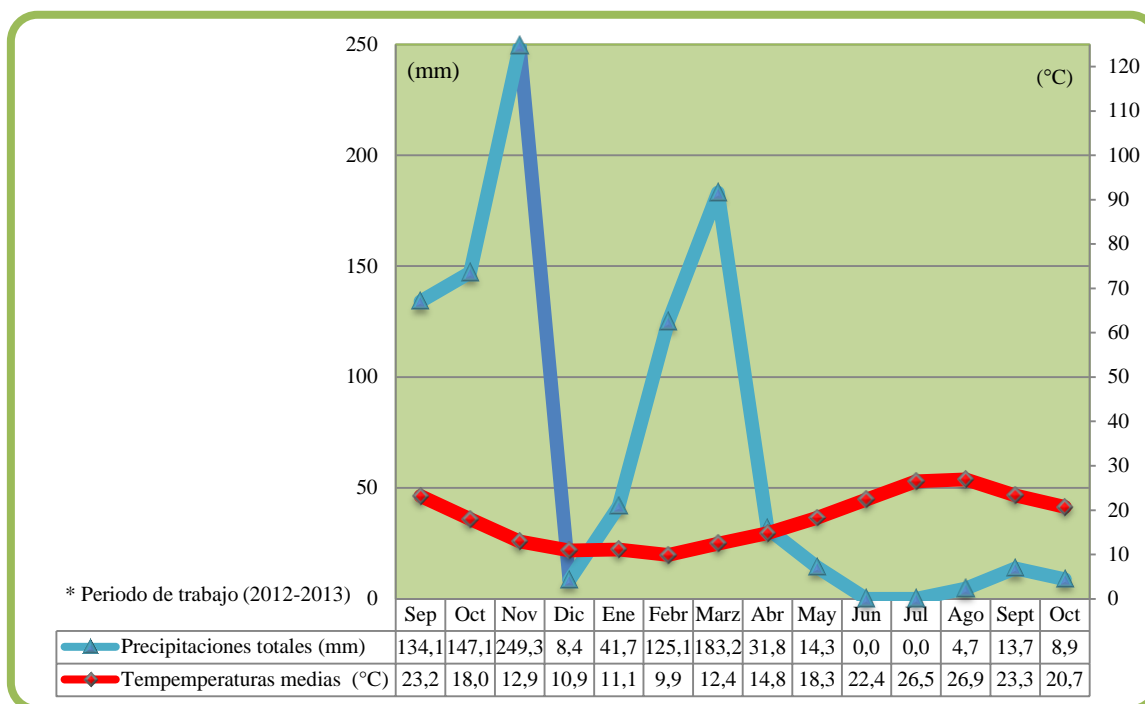
En lo que respecta a las pendientes, al trabajar a nivel de parcela (cm), los valores que proporcionaba la cartografía de la zona eran meramente orientativos. Por lo que hubo que elaborar una base cartográfica propia determinando mediante transectos las pendientes existentes en cada una de las fincas con un clinómetro (cuadro 20). Se hicieron 79 tomas de pendiente. En aquellas fincas más vinculadas al valle, como los Olivares y Cerrillos se encontraron intervalos de pendientes notablemente inferiores (entre el 10-30%) a las localizadas en la serranía (Viñazos) o en Guaro (Paulo y Pecho) donde los intervalos de pendiente se encontraban entre los 20-50%.

Según el Fondo Europeo de Orientación y de Garantía Agraria (FEOGA) y la Política Agraria Común (PAC), la superficie con pendientes inferiores al 15% son las más apropiadas para el laboreo permanente en seco sin abancar. En la mayoría de nuestras fincas las pendientes presentan porcentajes bastante superiores al 20%, con lo cual la introducción de laboreo debería estar bastante limitada (lo que en realidad no ocurre).

Las características climáticas existentes en las fincas durante el periodo de muestreo fueron las siguientes. Las precipitaciones presentaron dos máximos en noviembre y marzo de 249,3 y 183,2 mm respectivamente y mínimos en junio y agosto (0 mm) (gráfico 3). Estas lluvias de marzo, abril y mayo provocaron la caída de gran parte de la “trama” (fruto), reduciendo de este modo la producción del olivar para este año.

En los meses de septiembre, octubre, las precipitaciones fueron bastante más reducidas.

Gráfico 3. Diagrama mensual del periodo de muestreo (2012-2013); Estación de Alosaina



Fuente: Elaboración propia a partir de datos cedidos por D. Miguel B. Arjona rubio (Estación de Alosaina)

La irregularidad en las precipitaciones destaca como característica más notable del régimen pluviométrico mensual del periodo de muestreo. Los vientos que traen las precipitaciones, son de poniente, en invierno y de levante en verano (que trae la frescura tan ansiada por el olivar).

En cuanto a las temperaturas destacaron las mínimas en febrero con 9,9°C y las máximas en junio y agosto con 26,5 y 26,9 °C respectivamente (gráfico 3), no obstante, es conveniente

matizar que en la parcela más próximas a la Serranía de Ronda (Yunquera), localizadas entre los 700 y 800 m.s.n.m se registran temperaturas más bajas durante todo el año y la amplitud térmica tanto diaria como estacional es más débil que la registrada en los relieves alomados más próximos al Valle del Guadalhorce (Alozaina, Casarabonela y Guaro).

En lo que respecta a la relación entre éste comportamiento climático mensual que acabamos definir para el periodo de muestreo (2012-2013) con el comportamiento general (1977-2013) que definíamos para el área de estudio, existen ciertas variaciones. En cuanto a las precipitaciones localizadas en el periodo de muestreo destacaron febrero y marzo como meses anormalmente más lluviosos (gráfico 3) con respecto a la media general (gráfico 2). Las temperaturas medias del periodo de muestreo se mantuvieron similares a las generales, con algunas variaciones que, en ningún caso, llegaron a superar los 3°C. Por lo tanto, se podría decir que el comportamiento hidrológico del periodo de muestreo defirió de lo general sobre todo en lo que respecta a las precipitaciones, al concentrarse volúmenes mayores de lo normal en los meses de febrero y marzo, meses cruciales en los resultados de la investigación.

Estas variaciones climáticas del período de muestreo con respecto al comportamiento general no hubieran tenido tanta importancia si no fuese porque: a) el diagnóstico inicial del estado erosivo de las parcelas se realizó a finales de febrero y principios de marzo (después de los episodios lluviosos de enero, incluso durante los meses de febrero y marzo) y; b) la aplicación de la metodología de investigación en mayo y junio aprovechando las lluvias de marzo y de abril. Las visitas al campo, estuvieron condicionadas por las lluvias de marzo que nos proporcionaron impactos erosivos recientes.

Al no tratarse de fincas experimentales, estábamos expuestos a las posibles intervenciones que los agricultores tuvieran que hacer en la superficie de las mismas (hay que reconocer que, la mayoría de los agricultores sacrificaban sus labores agrícolas no interviniendo en el perímetro de la parcela de investigación), por lo que a la mínima posibilidad existente tras las lluvias (una vez seco el terreno) entrábamos en las fincas y aplicábamos la metodología de observación mediante cuadrículas y transectos.

El cuanto al encuadre geológico, la mayoría de las fincas se localizan dispersas por la unidad intermedia del "*Flysch de Teba, Bajo Guadalhorce y Colmenar*". No obstante, debido a su dispersión por los 4 términos municipales, algunas se localizan fuera de la unidad del flysch, formando parte de otra unidad estructural. En el cuadro 21, se recoge de un modo claro y conciso las 15 fincas seleccionadas de las 32 diagnosticadas inicialmente, delimitando la unidad, litología y edad a la que pertenece cada una de las fincas estudiadas.

Cuadro 21. Unidades geológicas de las fincas de investigación

<i>Finca (Cód.)</i>	<i>Unidad</i>	<i>Geología</i>	<i>Edades</i>
1/19/20/7	Formaciones Tecto-sedimentarias (Unidad de Aljibe)	Neonumídico Calizas de Microcodium	Terciario, Neógeno, Mioceno inferior
29/30	Sedimentos Post-manto (Formaciones Post-orogénicas)	Conglomerados Arcillas y/o margas fosilíferas	Neógeno/ Plioceno inferior y superior.
11/28/27/15/16	Unidad de Ardite (Complejo predorsaliano)	Calizas y margas	Mesozoico/Cretácico y jurásico
13	Unidad de Ardite (Complejo predorsaliano)	Calizas	Mesozoico/Cretácico superior
14	Unidad de Ardite (Complejo predorsaliano)	Margas y conglomerados Calizas y margas	Eoceno Mesozoico/Cretácico y jurásico
31	Unidad de Ardite (Complejo predorsaliano)	Calizas Margas y conglomerados	Mesozoico/Cretácico y jurásico
32	Complejo Maláguide	Conglomerados de cantos estirados	Paleozoico/ Devónico (medio-superior/inferior) y Silúrico
		Grawacas con niveles calizos intercalados Grawacas con niveles de conglomerados y filitas y esquistos satinados hacia la base	Paleozoico, Devónico inferior y silúrico. Paleozoico/ Carbonífero, devónico y Silúrico

Fuente: Elaboración propia a partir de IGME (1990)

Esta variabilidad geológica da lugar a que en las fincas investigadas existan las siguientes unidades edáficas (cuadro 22).

Cuadro 22. Unidades edáficas de las fincas experimentales

<i>Finca (Cód.)</i>	<i>Unidad edáfica</i>
11/27/28/29/30/32(zona N)	Cambisoles cálcicos, Regosoles calcáreos y Leptosoles con Rendinas
7/19/20/32/1(zona NO)	Cambisoles éutricos, Luvisoles crómicos y Cambisoles cálcicos con Regosoles éutricos y calcáreos y Luvisoles cálcicos.
31/13/14/15/16/1 (zona SE)	Vertisoles crómicos y Cambisoles vérticos con Cambisoles cálcicos, Regosoles calcáreos y Vertisoles pélicos.

Fuente: Elaboración propia de JJ.AA, 2005

En cuanto a la capacidad de uso agrario que tienen las fincas estudiadas, según JJ.AA (1996), es marginal o improductiva en la mayoría de ellas. Exceptuando la finca de José Francisco Trujillo (cód. 29 y 30), la cual ocupa terrenos clasificados como de moderada capacidad de uso.

La cubierta vegetal que predominan las fincas, son plantas adventicias, que se clasifican según su estacionalidad del siguiente modo:

- *De invierno:* Germinan en otoño y mueren al entrar el verano.
- *De primavera:* Germinan a final de invierno y mueren al entrar el verano.

- *De verano*: Nacen en verano y mueren al entrar el invierno.

El crecimiento de herbácea es abundante sobre todo en las fincas ecológicas, no ocurriendo lo mismo en las fincas convencionales. En las primeras, las adventicias se desarrollan sin ningún impedimento, abundando entre los olivares las gramíneas en asociaciones naturales con nitrófilas arvenses y ruderales de la clase *Ruderali- Secalietea*, que se extiende por gran parte de la península. Del orden *Thero-Brometalia*, con representantes como *Aegilops triuncialis* (triguillo), *Bromus* spp. (bromo) o *Inula viscosa* (altabaca). A este orden corresponden las comunidades pioneras de óptimo mediterráneo que ocupan ambientes poco nitrificados y que hacen de tránsito entre comunidades naturales y antropizadas. Las asociaciones están formadas por especies anuales de floración primaveral, que adquieren en general, aspecto de herbazal alto. Otro orden que parece caracterizar a otras asociaciones vegetales presentes en las cubiertas del olivar es el *Chenopodietalia*, en las zonas más nitrificadas. Son especies características de este orden la cebadilla (*Hordeum murinum*), la malva (*Malva sylvestris*) sobre todo en suelos compactos en superficie (que no se remueven) y el cenizo (*Chenopodium álbum*) en lugares donde hay más agua y alta concentración de sustancias amoniacales (Mancomunidad Sierra de las Nieves, 2011).

En los linderos, dependiendo de la localización de la finca, cabe destacar la presencia de arbustos como el Lentisco, Coscoja, Tomillo, Pita, Altabaca, etc. La mayoría de los agricultores ecológicos respetan estas islas de vegetación natural existentes entre las fincas agrarias y no sólo eso, muchos le facilitan el crecimiento con estiércol y agua, incluso plantando nuevas especies (autóctonas), para dar más estabilidad al agrosistema, mejorar la polinización del olivo, controlar las plagas y reducir la erosión. En las fincas convencionales, en la mayoría de los casos, el laboreo no afecta a las especies localizadas en los linderos, pero cuando se utilizan herbicidas, si se realiza un mal manejo del mismo, muchos linderos pueden ser afectados perdiendo por lo tanto gran parte de sus especies.

En las fincas ecológicas y en menor medida en las convencionales destacan las siguientes especies del cuadro 23.

Cuadro 23. Cubierta vegetal adventicia del olivar

<i>Familia</i>	<i>Género</i>	<i>Especie</i>	<i>Nombre Vulgar</i>
BORAGINÁCEAS	<i>anchusa</i>	<i>azurea</i>	Lengua de buey
	<i>echium</i>	<i>vulgare</i>	Vara de San Juan
	<i>heliotropum</i>	<i>europaeum</i>	Oruga
	<i>borago</i>	<i>officinalis</i>	Borraja silvestre
	<i>calendula</i>	<i>arvensis</i>	Caléndula
	<i>cichorium</i>	<i>intibus</i>	Achicoria silvestre
	<i>chondrilla</i>	<i>juncea</i>	Achicoria dulce
	<i>crepis</i>	<i>spp.</i>	Cerraja falsa
	<i>andryala</i>	<i>integrifolia</i>	Cerraja lanuda
	<i>carduus</i>	<i>carpetanus</i>	Cardo borriquero
	<i>picnomon</i>	<i>acarna</i>	Cardo cuco
	<i>raghandiolus</i>	<i>stellatus</i>	Uña del diablo
	<i>filago</i>	<i>pyramidata</i>	Hierba algodonosa
COMPUESTAS	<i>urospermum</i>	<i>picroides</i>	Barbas de viejo
	<i>inula</i>	<i>viscosa</i>	Altabaca
	<i>lactuca</i>	<i>serviola</i>	Lechuga borde
	<i>leontodon</i>	<i>longirostris</i>	Lechuguillo
	<i>pallenis</i>	<i>spinosa</i>	Ojo de buey
	<i>senecio</i>	<i>sp.</i>	Senecio
	<i>senecio</i>	<i>vulgare</i>	Hierba cana
	<i>sonchus</i>	<i>asper</i>	Cerraja
	<i>sonchus</i>	<i>oleraceus</i>	Cerraja
	<i>sonchus</i>	<i>terrenimus</i>	Cerraja fina
<i>tragopogon</i>	<i>crocifolius</i>	Barba cabruna	

	<i>chenopodium</i>	<i>álbum</i>	Cenizo
	<i>erigeron</i>	<i>canadiensis</i>	Pinito
	<i>taraxacum</i>	<i>erythrospermum</i>	Diente de león
EUFORIÁCEAS	<i>euphorbia</i>	<i>sp.</i>	Lechetreza
FUMARIÁCEAS	<i>euphorbia</i>	<i>serrata</i>	Lechetrezilla
CONVOLVULÁCEAS	<i>fumaria</i>	<i>parviflora</i>	Zapatitos, conejitos
	<i>convolvulus</i>	<i>spp.</i>	Corregüela
	<i>convolvulus</i>	<i>althaeoides</i>	Corregüela rosada
	<i>biscutella</i>	<i>auriculata</i>	Anteojos
	<i>eruca</i>	<i>vesicaria</i>	Oruga blanca
CRUCÍFERAS	<i>capsela</i>	<i>bursa-pastoris</i>	Bolsa de pastor
	<i>rapistrum</i>	<i>rugosum</i>	Jaramago
	<i>diplotaxis</i>	<i>spp.</i>	Jaramago amarillo
	<i>sysimbrium</i>	<i>crassifolium</i>	Rabanillo de hoja gruesa
	<i>avena</i>	<i>sterilis</i>	Avena
	<i>bromus</i>	<i>spp.</i>	Bromo, rompesacos, espiguilla
GRAMÍNEAS	<i>brachypodium</i>	<i>distachyom</i>	Gramilla
	<i>cynodon</i>	<i>dactilon</i>	Gramma
	<i>hordeum</i>	<i>murinum</i>	Cebadilla
	<i>hordeum</i>	<i>vulgare</i>	Cebada
	<i>sorghum</i>	<i>halpense</i>	Cañota
	<i>lolium</i>	<i>rigidum</i>	Vallico
	<i>latrhirus</i>	<i>sp.</i>	Chicharo, almorta
	<i>lotus</i>	<i>spp.</i>	Lotus
	<i>medicago</i>	<i>minima</i>	Carretón pequeño
	<i>medicago</i>	<i>spp.</i>	Carretones
	<i>medicago</i>	<i>polymorpha</i>	Carretilla
	<i>medicago</i>	<i>truncatula</i>	Carretilla de abrojos
LEGUMINOSAS	<i>medicago</i>	<i>orbicularis</i>	Mielga de caracolillo
	<i>medicago</i>	<i>lupulina</i>	Lupulina, mielga negra
	<i>ononis</i>	<i>ramosissima</i>	Garbancera
	<i>ononis</i>	<i>spp.</i>	Ononis, culebrera
	<i>psolarea</i>	<i>bituminosa</i>	Hierba batunera
	<i>scorpius</i>	<i>muricatus</i>	Hierba de escorpión
	<i>trifolium</i>	<i>spp.</i>	Tréboles
	<i>trifolium</i>	<i>tomentosum</i>	Trébol siemprevivo
	<i>trifolium</i>	<i>scabrum</i>	Trébol áspero
GERANIÁCEAS	<i>erodium</i>	<i>cicutarium/ malacoides</i>	Reloj, alfilerillo
	<i>geranium</i>	<i>spp.</i>	Geranio silvestre
LILIÁCEAS	<i>allium</i>	<i>sp.</i>	Ajo borde
	<i>asphodelus</i>	<i>fistulosus</i>	Varitas de San José
MALVÁCEAS	<i>malva</i>	<i>sp.</i>	Malva
PAPAVARÁCEAS	<i>papaver</i>	<i>roheas</i>	Amapola
PRIMULÁCEAS	<i>anagallis</i>	<i>arvensis</i>	Hierba pajarera
PLANTAGINÁCEAS	<i>plantago</i>	<i>lanceolada</i>	Llantén menor
RUBIÁCEA	<i>galium</i>	<i>aparine</i>	Amor de hortelano, lapa
ORBANCÁCEAS	<i>orobanche</i>	<i>crenata</i>	Jopo
OXALIDÁCEAS	<i>oxalis</i>	<i>pes-caprae</i>	Ombigueto, vinagreta
SOLANÁCEAS	<i>solanum</i>	<i>nigrum</i>	Tomate del diablo
URTICÁCEAS	<i>urtica</i>	<i>spp.</i>	Ortiga
UMBELÍFERA	<i>daucus</i>	<i>carota</i>	Zanahoria silvestre
VALERIANÁCEA	<i>foeniculum</i>	<i>vulgare</i>	Hinojo
	<i>fedia</i>	<i>cornucopiae</i>	Trompetilla

Fuente: Mancomunidad de la Sierra de las Nieves (2011), elaboración propia.

Foto 25. Olivar convencional (Guaro)

Como se citaba en el apartado de erosión y estado erosivo del suelo, el problema de la erosión está presente, no en todos, pero sí en la mayoría de los agricultores. Esta preocupación se plasma en las prácticas conservacionistas que aplican en sus fincas para frenar las pérdidas de suelo. En función del sistema productivo (ecológico/convencional), se toman más o menos medidas frente a la erosión.

En el sistema productivo de olivar convencional (foto 25) el suelo es constantemente alterado en lo que a su estructura se refiere, por lo que la cobertera vegetal es prácticamente inexistente.

En cambio, en el sistema productivo **Foto 26. Olivar ecológico (Casarabonela)**

de olivar ecológico (foto 26) el tratamiento del suelo es más conservacionista y menos agresivo. Consta de una labor superficial (en el caso de que se produzca), pero la cubierta vegetal es predominante protegiendo el suelo la mayor parte del año y teniendo su máximo desarrollo en la época de lluvias. Las fincas ecológicas sólo están desprovistas de vegetación en los meses de verano, meses en los que debido al estiaje veraniego, desbroce, o laboreo superficial, las cubiertas desaparecen.



Tanto en las fincas ecológicas como convencionales (sobre todo) los agricultores veían como en época de lluvias los surcos y las cárcavas proliferaban sin control (foto 27). Ante esta situación, algunos practican medidas destinadas a evitar éstos fenómenos como la construcción de pequeñas albarradas (foto 28b), bancales, el relleno de cárcavas con piedras (foto 28d) y ramas, para facilitar el drenaje sin que cause pérdidas edáficas, labores paralelas a las curvas de nivel (foto 28a), acumulación lineal de piedras en las calles de los olivos con el fin de frenar la erosión hídrica laminar (foto 28c), no laboreo de aquellas zonas con excesiva pendiente, entre otras.

Foto 27. Surcos y cárcavas en Olivar Convencional y Ecológico

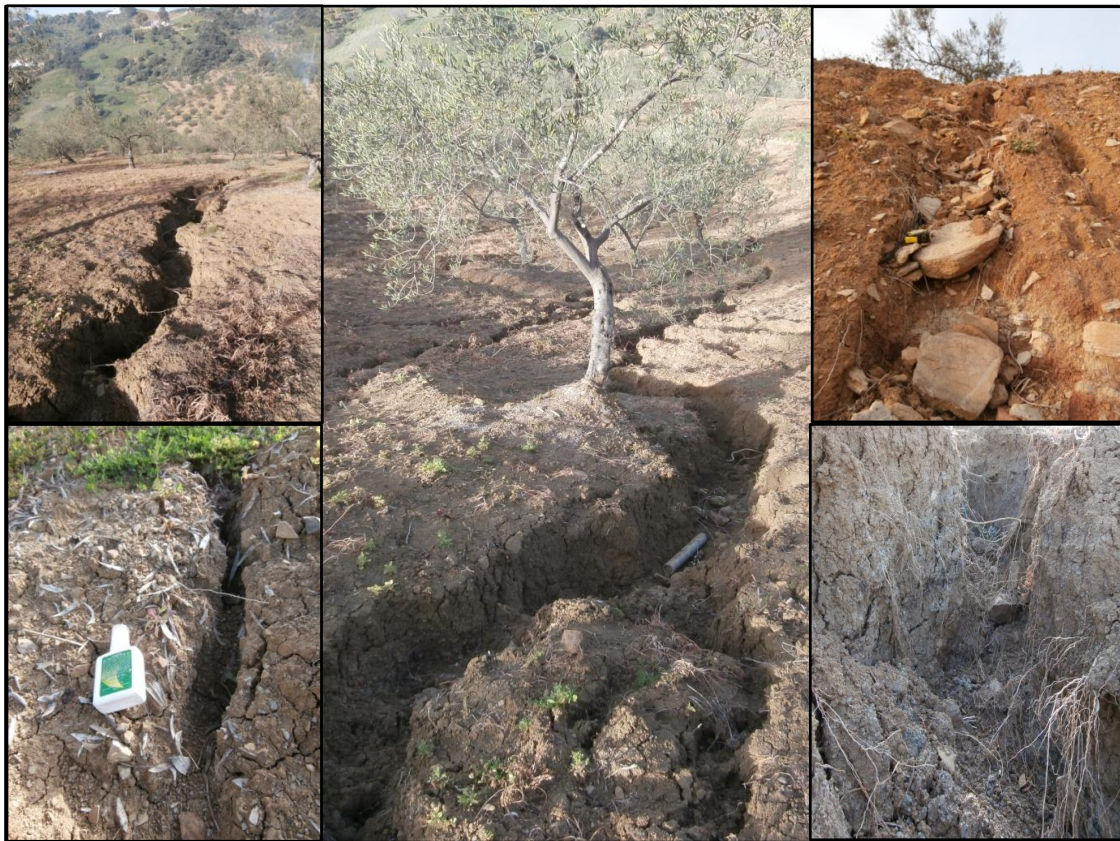
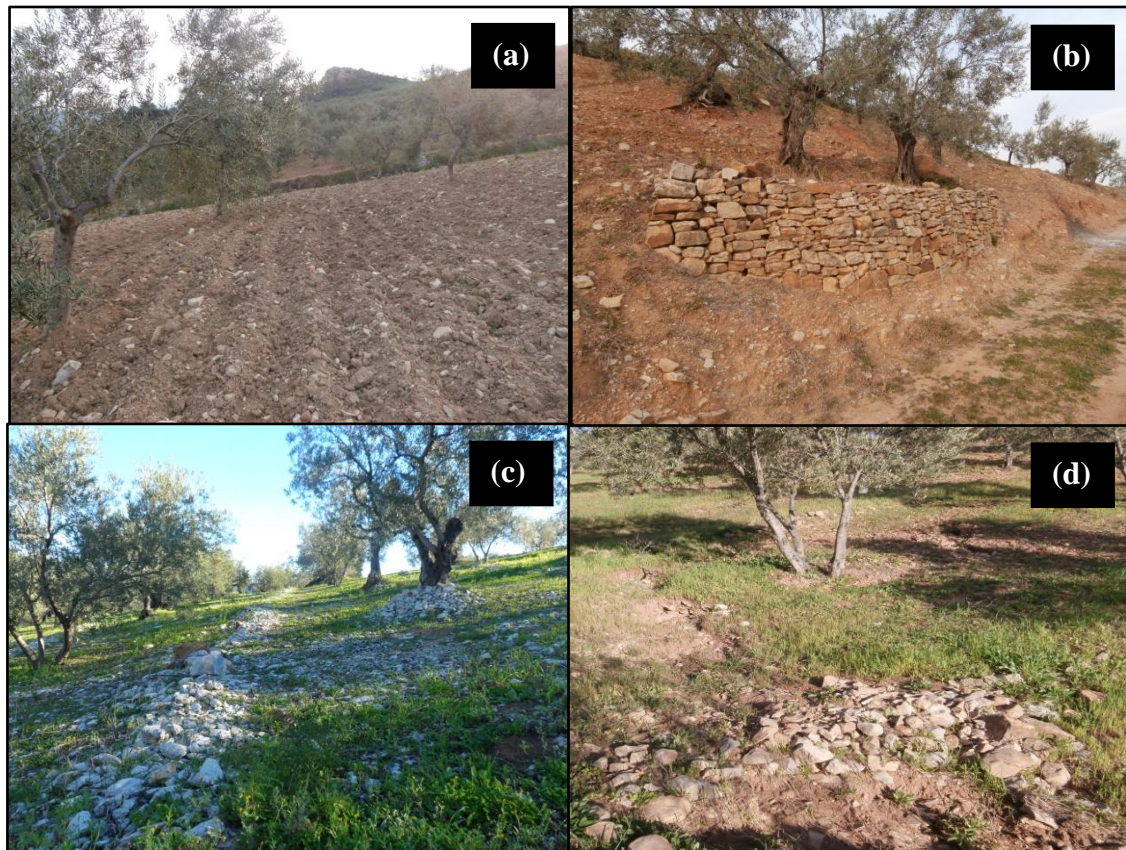


Foto 28. Prácticas conservacionistas



Olivares ecológicos y convencionales (Casarabonela y Guaro)

6.3.2 Resultados de los análisis de textura y carbonato cálcico.

El contenido estimado de carbonato fue elevado en gran parte de los suelos estudiados, debido fundamentalmente al material parental (cuadro 24). Era elevado sobre todo en aquellas parcelas localizadas en el piedemonte de estructuras carbonatadas como la de Francisco Chaparro, (próximas al cerro de Ardite), Juan Mayorga, (piedemonte de Sierra Prieta) y Pilar Oña, (piedemonte del cerro de Ardite).

Cuadro 24. Clasificación del contenido de carbonato cálcico de las muestras de suelo tomadas en las fincas

<i>Contenido estimado</i>	<i>Muestra de suelo</i>
1. No calcáreo	Juan Merino (cód.7)/ Concepción Vera (cód.32).
2. Ligeramente calcáreo	José Antonio Arias (cód. 19 y 20)
3. Moderadamente calcáreo	Juan Merino (cód.7)/ José Antonio Arias (cód.19 y 20)/ Isabel Cueto (cód.11)/ Remedios Navarro (cód.14)/ Miguel Lima (cód.1)
4. Fuertemente calcáreo	Remedios Navarro (cód.14)/ José Francisco Trujillo (cód. 29 y 30)/ Isabel Cueto (cód.11)/ M ^a Isabel Merino (cód.16 y 15)/ Antonio Manuel Rueda (cód.13)/María Muñoz (cód.27)
5. Extremadamente calcáreo	M ^a Isabel Merino (cód.16 y 15)/José Francisco Trujillo (cód. 29 y 30)/ Juan Mayorga (cód. 28)/ Pilar Oña (cód. 31)

Fuente: FAO 2006, elaboración propia

En lo que respecta a las texturas (cuadro 25) en las fincas investigadas predominaron las pesadas y equilibradas. Las primeras respondieron a los materiales con altos contenidos en arcillas que componen el flysch. Y las segundas a zonas donde los contenidos de arcilla son menores encontrándose una mayor presencia de conglomerados, arenas, calizas de Microcodium, etc.

Cuadro 25. Clasificación textural de las muestras tomadas en las fincas

<i>Textura</i>	<i>Muestra de suelo</i>
Textura Ligera (1)	Concepción Vera (cód.32).
Textura equilibrada (2)	Pilar Oña (cód. 31)/ José Francisco Trujillo (cód. 29 y 30)/ M ^a Isabel Merino (cód.16 y 15)/ Remedios Navarro (cód.14)/ Isabel Cueto (cód.11)/ María Muñoz (cód.27)/ Miguel Lima (cód.1)/ José Antonio Arias (cód.19 y 20)/ Concepción Vera (cód.32)/ Juan Mayorga (cód. 28)
Textura pesada (3)	Remedios Navarro (cód.14)/ José Francisco Trujillo (cód. 29 y 30)/ M ^a Isabel Merino (cód.16 y 15)/ Antonio Manuel Rueda (cód.13)/ Juan Merino (cód.7)/ José Antonio Arias (cód.19 y 20)

Fuente: Marañez et al 1998, elaboración propia.

6.4. Resultados del muestreo

6.4.1 Análisis descriptivo y de normalidad de los datos.

En los sistemas productivos convencional (SC) y ecológico con labor (SEL) la presencia de erosión de cualquier tipo favorecida por alteración mecánica del suelo (*erosión_fam*) y las deposiciones de suelo por alteración mecánica susceptibles de erosión (*am-D_se*) eran bastante representativas, al contrario que ocurría en el sistema ecológico sin laboreo (SENL). En este último, los indicios erosivos eran bastante inferiores y respondían a un tipo de erosión natural, sin inducción antrópica. La erosión en los SC y en los SEL afectaba a más del 80% de la superficie de la parcela, mientras que en el (SENL) la superficie erosionada levemente supera el 20%. Todos estos tipos de erosión se reflejan en la columna de volumen de suelo perdido por erosión (*erosión_vol*). En ella, el SC tuvo las mayores medias de pérdidas edáficas (28,1) seguido del SEL (17,1). En el SENL no existieron pérdidas. Estos valores de pérdidas y de superficie erosionada fueron inversamente proporcionales a los porcentajes de cubierta vegetal del suelo, tanto viva como muerta (*cvvi-vm TOTAL*). El SENL es el que presenta mayor media de cubierta (92,5) ocupando en algunos casos el 100 de la superficie, seguido del SEL con 78.8 y por último el SC con 42.6 (cuadro 26).

Cuadro 26. Procesos y acciones superficiales en las parcelas experimentales

SISTEMA PRODUCTIVO CONVENCIONAL (SC)

Finca	Parcelas de investigación	Erosión	Erosión	Am-D	No	Otros	Erosión	No	Erosion	Pend.	Cso:	A-Cso	Csui	Csui	Csui	Cvvi-vm	Csui	Textura	CaCO3
		s,l,su	fam	se	Erosión		Erosión	vol	Olivar		Olivar	S	vv	vm	TOTAL	roc			
El Chirrascal	Remedios Navarro P1	0	91,67	0	0	8,33	91,67	0	0,00	15	-	-	44,17	39,17	9,17	48,34	7,5	3	4
El Paulo	Francisco Chaparro P1	0	81,67	0,83	0,83	16,67	81,67	1,66	0,00	35	2,5	1,06	48,33	28,33	12,5	40,83	10,83	3	5
El Paulo	Francisco Chaparro P2	0	85	0,83	0	14,17	85	0,83	0,00	33	2,5	1,4	70,83	8,33	8,33	16,66	12,5	3	5
El Pecho	Francisco Chaparro P1	0	56,67	3,33	0	40	56,67	3,33	137,41	39	-	-	37,5	24,17	8,33	32,5	30	2	4
El Pecho	Francisco Chaparro P2	0	75,83	1,67	0	22,5	75,83	1,67	0,00	36	29,17	1,35	63,33	5	9,17	14,17	22,5	3	5
El Tajo (Ardite)	A. M. Rueda P1	0,83	85	0	0	14,17	85,83	0	0,00	15	6,67	2,07	20,83	55	15,83	70,83	8,33	3	4
La Rosilla	Remedios Navarro P2	0	92,5	0	0	7,5	92,5	0	0,00	15	-	-	52,5	20	22,5	42,5	5	2	3
Los Cerrillos	Isabel Cueto P1	0	80,83	0	2,5	16,67	80,83	2,5	0,00	10	26,67	1,3	45,83	15	23,33	38,33	15,83	2	4
Los Cerrillos	Isabel Cueto P2	0	73,33	0	5,83	20,83	73,33	5,83	0,00	23	25,54	1,38	28,33	40,83	15	55,83	15,83	2	3
Los Valles	Miguel Lima P1	0	89,17	1,67	3,33	5,83	89,17	5	28,71	25	12,5	0,83	52,5	25,83	15,83	41,66	5,83	2	3
Los Valles	Juan Merino P1	0	92,5	1,67	0	5,83	92,5	1,67	49,48	25	8,33	1,83	40,83	29,17	25,83	55	4,17	3	1
Los Valles	Juan Merino P2	0	91,67	0	0,83	7,5	91,67	0,83	121,76	27	21,67	1,47	38,33	37,5	17,5	55	6,67	3	3
Media		0,1	83,0	0,8	1,1	15,0	83,1	1,9	28,1	24,8	15,1	1,4	45,3	27,4	15,3	42,6	12,1	2,6	3,7
SD		0,2	10,1	1,0	1,8	9,3	10,1	1,8	47,9	9,2	10,1	0,3	13,3	13,8	5,9	15,6	7,5	0,5	1,1
CV		3,3	0,1	1,2	1,6	0,6	0,1	0,9	1,7	0,4	0,7	0,2	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,2	0,3

SISTEMA PRODUCTIVO ECOLÓGICO CON LABOREO (SEL)

Finca	Parcelas de investigación	Erosión	Erosión	Am-D	No	Otros	Erosión	No	Erosion	Pend.	Cso:	A-Cso	Csui	Csui	Csui	Cvvi-vm	Csui	Textura	CaCO3
		s,l,su	fam	se	Erosión		Erosión	vol	Olivar		Olivar	S	vv	vm	TOTAL	roc			
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P1	0	80	0	18,33	1,67	80	18,33	0,00	12	35,58	1,3	6,67	70,83	21,67	92,5	0,83	3	4
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P2	0	87,5	0,83	3,33	8,33	87,5	4,16	0,00	10	21,67	1,11	33,33	35,83	21,67	57,5	8,33	3	5
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P3	0	92,5	1,67	2,5	3,33	92,5	4,17	10,71	14	8,33	1,43	30	51,67	16,67	16,67	1,67	3	4
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P4	0	78,33	9,17	3,33	9,17	78,33	12,5	0,00	18	30,83	1,43	20,83	48,33	22,5	70,83	8,33	2	4
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P5	0	60	1,67	22,5	15,83	60	24,17	0,00	25	35	1,33	5,83	79,17	12,5	91,67	2,5	3	4
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P6	0,83	71,67	15,83	9,17	2,5	72,5	25	36,60	25	37,5	1,33	14,17	65	20,83	85,83	-	3	4
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P7	0	75,83	5,83	12,5	5,83	75,83	18,33	0,00	25	32,5	1,4	21,67	66,67	10	76,67	1,67	2	4
El Fontarrón	José Francisco Trujillo P8	0	70,83	2,5	24,17	2,5	70,83	26,67	78,16	26	40,83	1,33	8,33	55	35,83	90,83	0,83	2	5
Los Valles	José Antonio Arias P1	0	82,5	0,83	7,5	9,17	82,5	8,33	0,00	37	13,33	3,38	6,67	65,83	25	90,83	2,5	3	3
Los Valles	José Antonio Arias P2	0	93,33	0	4,17	2,5	93,33	4,17	0,00	39	-	-	10	67,5	22,5	90	-	3	3
Los Valles	José Antonio Arias P3	5,83	89,17	0,83	0,83	3,33	95	1,66	79,77	36	18,33	1,57	5,83	49,17	45	94,17	-	3	3
Los Valles	José Antonio Arias P4	0	99,17	0	0,83	-	99,17	0,83	0,00	35	14,17	1,12	12,5	70,83	16,67	87,5	-	2	2
Media		0,6	81,7	3,3	9,1	5,8	82,3	12,4	17,1	25,2	26,2	1,5	14,7	60,5	22,6	78,8	3,3	2,7	3,8
SD		1,6	10,7	4,6	8,0	4,2	11,1	9,3	29,5	9,7	10,8	0,6	9,2	11,9	9,2	21,4	2,9	0,5	0,8
CV		2,9	0,1	1,4	0,9	0,7	0,1	0,8	1,7	0,4	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,3	0,9	0,2	0,2

SISTEMA PRODUCTIVO ECOLÓGICO SIN LABOREO (SENL)

Finca	Parcelas de investigación	Erosión	Erosión	Am-D	No	Otros	Erosión	No	Erosion	Pend.	Cso:	A-Cso	Csui	Csui	Csui	Cvvi-vm	Csui	Textura	CaCO3
		s,l,su	fam	se	Erosión		Erosión	vol	Olivar		Olivar	S	vv	vm	TOTAL	roc			
Ardite	Pilar Oña P1	49,17	0,83	3,33	24,17	22,5	50	27,5	0,00	37	38,33	1,38	29,17	39,17	26,67	65,84	5	2	5
Los Cubillos	María Muñoz P1	36,67	0,83	0	61,67	0,83	37,5	61,67	0,00	25	30	1,36	-	84,17	15,83	100	-	2	4
Los Cubillos	María Muñoz P2	40,83	0	0	58,33	0,83	40,83	58,33	0,00	25	-	-	-	98,33	1,67	100	-	2	4
Los Viñazos	Concepción Vera P1	0	0	0	66,67	33,33	0	66,67	0,00	39	27,5	1,12	0,83	96,67	-	96,67	2,5	1	1
Los Viñazos	Concepción Vera P2	13,33	0	0	50,83	35,83	13,33	50,83	0,00	38	7,5	1,18	8,33	90	0,83	90,83	0,83	2	1
Los Viñazos	Concepción Vera P3	15,83	0	0	52,5	31,67	15,83	52,5	0,00	40	6,67	0,75	0,83	97,5	-	97,5	1,67	1	1
Olivares	Juan Mayorga P1	0,83	0	0	56,67	42,5	0,83	56,67	0,00	14	20,83	1,46	0,83	32,5	62,5	95	4,17	2	5
Olivares	Juan Mayorga P2	1,67	1,67	0	55	41,67	3,34	55	0,00	15	26,67	1,34	1,67	22,5	70	92,5	5,83	2	5
Olivares	Juan Mayorga P3	8,33	5	0	65,83	20	13,33	65,83	0,00	18	36,67	1,12	3,33	58,33	35,83	94,16	2,5	2	5
Olivares	Juan Mayorga P4	26,67	2,5	0	60	10,83	29,17	60	0,00	10	40,83	1,35	0,83	58,33	40	98,33	0,83	2	5
Olivares	Juan Mayorga P5	35	0,83	0,83	51,67	11,67	35,83	52,5	0,00	25	5	0,56	9,17	60	28,33	88,33	2,5	2	5
Olivares	Juan Mayorga P6	16,67	0	0	46,67	36,67	16,67	46,67	0,00	25	23,33	1,34	6,67	53,33	37,5	90,83	2,5	2	5
Media		20,4	1,0	0,3	54,2	24,0	21,4	54,5	0,0	25,9	23,9	1,2	6,2	65,9	31,9	92,5	2,8	1,8	3,8
SD		16,2	1,4	0,9	10,7	14,5	16,1	10,0	0,0	10,1	12,2	0,3	8,3	25,7	21,6	8,8	1,6	0,4	1,7
CV		0,8	1,5	2,7	0,2	0,6	0,8	0,2	0,0	0,4	0,5	0,2	1,3	0,4	0,7	0,1	0,6	0,2	0,4

Leyenda cuadro 26: Erosión_s,l,su: erosión por salpicadura, laminar y en surcos; Erosión_fam: erosión (cualquier tipo) favorecida por alteración mecánica del suelo; Am-D_se: alteraciones mecánicas y deposiciones de suelo susceptibles de erosión; No erosión: No hay erosión; Erosion_vol: Erosión del suelo en volumen de suelo perdido; Pend.: Pendientes; CSo_olivar: Cobertura de sombra del olivar; A-CSo_Olivar: Altura de la cobertura de sombra del olivar; CSui_s: Suelo; CSui_vv: Vegetación viva; CSui_vm: Vegetación muerta; Cvvi-vm_TOTAL: Cobertura vegetal (viva + muerta); CSui_roc: Cobertura de roca.

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indicó que la mayor parte de las variables consideradas no siguen una distribución normal (sig. >0,05) (cuadro 27). Estos resultados, unido a que la muestra está compuesta por 36 casos, aconsejan utilizar técnicas estadísticas no paramétricas. Las pruebas paramétricas se aconsejan para muestras de tamaño superior a 40 casos.

Cuadro 27. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Variables	Estadístico	gl	Sig.
Erosión s,l,su	0,6	36	0
Erosión_fam	0,7	36	0
Am-D_se	0,5	36	0
No erosion	0,8	36	0
Otros	0,9	36	0,001
Erosion	0,8	36	0
No erosion	0,8	36	0
Erosion_vol	0,5	36	0
Sist.Cultivo	0,8	36	0
Pendiente	0,9	36	0,007
CSo_olivar	0,9	36	0,013
A-CSo_Olivar	0,8	36	0
CSui_s	0,9	36	0,002
CSui_vv	1	36	0,572
CSui_vm	0,9	36	0,003
Cvvi-vm_TOTAL	0,9	36	0,001
CSui_roc	0,8	36	0
Textura	0,7	36	0
CaCO3	0,8	36	0

Leyenda: Erosión_s,l,su: erosión por salpicadura, laminar y en surcos; Erosión_fam: erosión (cualquier tipo) favorecida por alteración mecánica del suelo; Am-D_se: alteraciones mecánicas y deposiciones de suelo susceptibles de erosión; No erosión: No hay erosión; Erosion_vol: Erosión del suelo en volumen de suelo perdido; Sist.Cultivo: Sistema de cultivo (Ecológico con labor, sin labor o convencional); CSo_olivar: Cobertura de sombra del olivar; A-CSo_Olivar: Altura de la cobertura de sombra del olivar; CSui_s: Suelo; CSui_vv: Vegetación viva; CSui_vm: Vegetación muerta; Cvvi-vm_TOTAL: Cobertura vegetal (viva + muerta); CSui_roc: Cobertura de roca.

6.4.2 *Análisis de la influencia de los sistemas de cultivo, manejo y factores ambientales sobre la erosión*

a) Análisis de correlaciones entre variables

El análisis de correlación de Spearman indicó que la erosión, en porcentaje de superficie afectada, presentó una relación significativa a un intervalo de confianza del 99% (nivel de significación $p < 0,01$) con el sistema de cultivo ($Rho = -0,71$; $p = 0,00$), la superficie de suelo descubierto ($Rho = 0,61$; $p = 0,00$), la cobertura vegetal total (vegetación viva y muerta) ($Rho = -0,56$; $p = 0,00$) y la textura ($Rho = 0,63$; $p = 0,00$). La relación fue significativa a un intervalo de confianza del 95% (nivel de significación $p < 0,05$) con la cobertura de sombra de olivar ($Rho = -0,36$; $p = 0,03$) y el carbonato cálcico ($Rho = -0,34$; $p = 0,04$). La erosión, en volumen de suelo perdido, tan sólo presentó una relación significativa a un intervalo de confianza del 95% (nivel de significación $p < 0,05$) con el sistema de cultivo ($Rho = -0,34$; $p = 0,04$) (cuadro 28).

El análisis de correlación indicó que la erosión no presentó una relación estadísticamente significativa con la pendiente de ladera ($Rho = -0,05$; $p = 0,776$). Estos resultados indican que el 77,6% de los valores de las distribuciones de pendiente son iguales y, estadísticamente, sólo se permite un riesgo del 5%. Por lo tanto, se puede considerar que esta variable no influye sobre la erosión en los cultivos de olivar del área de estudio.

Cuadro 28. Análisis de correlaciones entre la erosión del suelo y las características ambientales

	Erosión s,l,su	Erosión fam	Am-D_ se	No Erosión	Otros	Erosión	No Erosión	Erosion _vol	Sistema Cultivo	Pend.	Cso: Olivar	A-Cso _Olivar	Csui _S	Csui _vv	Csui _ym	Cvvi-vm _TOTAL	Csui _roc	Textura	CaCO3
Erosión s,l,su	1	0,66**	0,22	0,61**	0,17	-0,58	0,61**	-0,20	0,74	0,02	0,12	-	-0,60**	0,35*	0,24	0,60**	-0,37*	-0,37*	0,26
Erosión_fam		1	0,11	-0,78**	-0,53**	0,96**	-0,84	0,29	-0,72	-0,13	-0,30	0,10	0,63**	-0,36*	0,04	-0,58**	0,11	0,62**	-,30
Am-D_se			1	-0,22	-0,10	-0,12	-0,77	0,43	-0,19	0,16	0,27	0,19	0,34	-0,21	0,02	-0,37	0,12	0,20	0,23
No erosión				1	0,16	-0,80**	0,97**	-0,33*	0,89**	-0,26	0,45**	-0,10	-0,83**	0,60**	0,18	0,82**	-0,49**	-0,58**	0,18
Otros					1	-0,60**	0,23	-0,28	0,16	0,11	-	0,02	-0,02	-0,29	-0,02	-0,04	0,54**	-0,33*	0,26
Erosión						1	-0,86**	0,31	-0,71**	-0,04	-0,36*	0,10	0,61**	-0,29	-	-0,56**	0,05	0,63**	-0,34*
No erosión							1	-0,25	0,87**	-	0,46**	-0,08	-0,79**	0,53**	0,15	0,75**	-0,42*	-0,60**	0,21
Erosion_vol								1	-0,33*	0,18	-0,01	0,16	0,22	-0,22	0,10	-0,25	-0,03	0,22	-0,21
Sist.Cultivo									1	0,05	0,32	-0,66	-0,83**	0,60**	0,25	0,81**	-0,57**	-0,51**	0,18
Pendiente										1	-0,22	-0,11	-0,03	0,24	-0,39*	0,03	-0,19	-0,09	-0,37*
Cso:olivar											1	0,37*	-0,30	0,14	0,35*	0,30	-0,15	-0,15	0,31
A-Cso_Olivar												1	-0,02	-0,13	0,31	-0,01	-	0,29	0,03
Csui_S													1	-0,72**	-0,20	-0,97**	0,66**	0,39*	0,01
Csui_vv														1	-0,23	0,72**	-0,77**	-0,22	-0,35*
Csui_ym															1	0,22	-0,17	0,01	0,37*
Cvvi-vm_TOTAL																1	-0,69**	-0,38*	-0,05
Csui_roc																	1	0,05	0,28
Textura																		1	0,07
CaCO3																			1

*Leyenda: Erosión_s,l,su: erosión por salpicadura, laminar y en surcos; Erosión_fam: erosión (cualquier tipo) favorecida por alteración mecánica del suelo; Am-D_se: alteraciones mecánicas y deposiciones de suelo susceptibles de erosión; No erosión: No hay erosión; Erosion_vol: Erosión del suelo en volumen de suelo perdido; Sist.Cultivo: Sistema de cultivo (Ecológico con labor, sin labor o convencional); CSo_olivar: Cobertura de sombra del olivar; A-CSo_Olivar: Altura de la cobertura de sombra del olivar; CSu_s: Suelo; CSu_vv: Vegetación viva; CSu_ym: Vegetación muerta; Cvvi-vm_TOTAL: Cobertura vegetal (viva + muerta); CSu_roc: Cobertura de roca. *La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral) / ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).*

b) Análisis de contraste entre la erosión y los factores ambientales significativos: sistema de cultivo, superficie de suelo descubierto, cobertura vegetal total, textura, cobertura de sombra de olivar y carbonato cálcico.

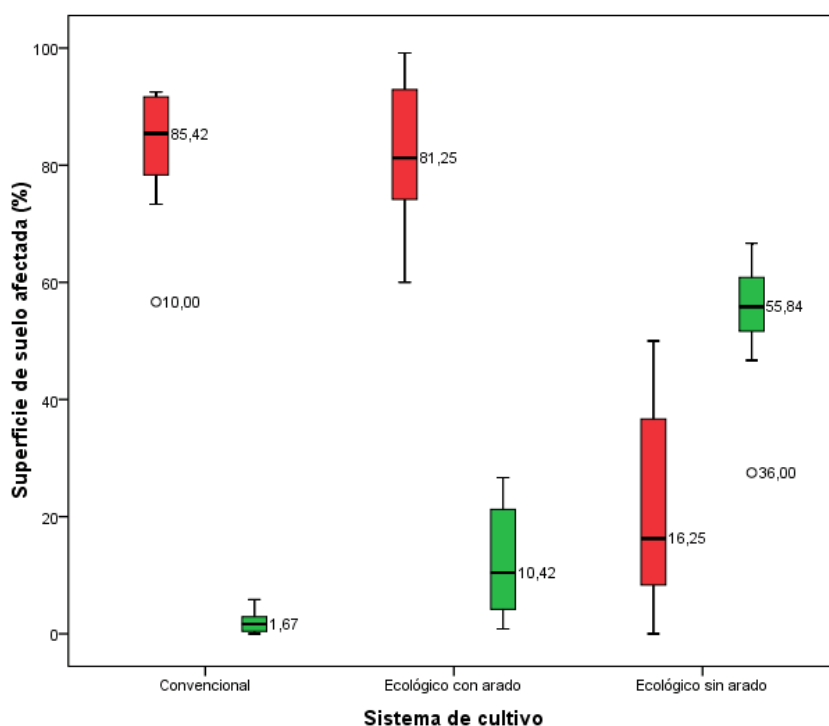
Análisis de contraste entre la erosión y el sistema de cultivo. Los casos de análisis se han diferenciado en 3 sistemas de cultivo (convencional, ecológico con arado y sin arado). El análisis de contraste confirmó que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la superficie erosionada (Chi cuadrado = 23,4; $p=0,00$) y no erosionada (Chi cuadrado = 27,4; $p=0,00$) con el sistema de cultivo (cuadro 29). Por el contrario, no fueron estadísticamente significativas ($p>0,05$) las diferencias entre el volumen de suelo erosionado y el sistema de cultivo: Chi cuadrado = 4,92; $p=0,08$.

Cuadro 29. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre el sistema de cultivo y la superficie erosionada y no erosionada y el volumen de suelo perdido

	No erosión (superf.)	No erosión (superf.)	Erosión (vol.)
Chi-cuadrado	23,38	27,38	4,92
gl	2	2	2
Sig. asintótica	0	0	0,085

Los suelos con el sistema de cultivo convencional y ecológico con arado presentaron los valores de erosión considerablemente más altos (85,4 y 81,2%, respectivamente) que los suelos con el sistema de cultivo ecológico sin arado, donde la erosión afectó tan sólo al 16,2% de la superficie (figura 10). Estos resultados permiten establecer que el sistema de cultivo ecológico sin arado es el más efectivo para reducir la erosión.

Figura 10. Superficie de suelo afectada erosión (rojo) y no afectada (verde) en diferentes sistemas de cultivo de olivar



Según los agricultores, el laboreo es el sistema más efectivo para efectuar el desherbado y oxigenar el suelo tras la excesiva compactación que provoca en muchos casos la introducción de maquinaria en el período de recolección y que da lugar a una costra superficial que sella el suelo, dificulta la infiltración y por lo tanto favorece la escorrentía. A parte de la función de desherbado, muchos agricultores encuentran en el laboreo el mecanismo idóneo para la protección del suelo frente a la erosión y para incrementar la infiltración y retención de agua del mismo. En la mayoría de los casos, se trata de un laboreo a contra pendiente (paralelo a las curvas de nivel), según ellos, con motivo de que los caballones retengan la escorrentía superficial, faciliten la infiltración y “el suelo conserve durante más tiempo la humedad” (foto 29).

Foto 29. Labor paralela a las curvas de nivel



Olivar convencional (Guaro)

A pesar de ser una práctica común a todos los agricultores, los efectos del laboreo sobre el suelo no son siempre beneficiosos. El labrado destruye la estructura del suelo y altera su porosidad. Al mismo tiempo puede dar lugar a compactaciones subsuperficiales que se acentúan si se emplea maquinaria pesada o si la tierra está mojada. En las parcelas de estudio los resultados fueron claramente negativos. En el ámbito agrario en el que nos encontramos, de montaña mediterránea, donde las pendientes son pronunciadas, las cubiertas vegetales escasas y las precipitaciones torrenciales son bastante comunes, la “protección erosiva” que según los agricultores pudiera ejercer el laboreo es bastante deficitaria. En un episodio de lluvia fuerte los caballones que “retenían la escorrentía y facilitaban la infiltración” tienden a desaparecer, siendo rebajados en altura por el “splash” (impacto gota de lluvia) por lo tanto la capacidad de retención erosiva se limita a los primeros minutos de precipitación. Lo que provoca que posteriormente el agua discurrirá superficialmente por el perfil de la ladera apoyada por la gravedad en búsqueda del punto más bajo, erosionando a lo largo de su trayecto.

Por lo tanto es necesario por parte del agricultor incrementar la cubierta protectora y no destruir la estructura superficial del suelo. El incremento de la infiltración del sustrato con la labor es indiscutible, especialmente en tierras arcillosas. Pero no debemos olvidar, que la capacidad de retención hídrica del suelo es limitada. Cuando se laborea el suelo, no quiere decir que toda el agua que precipite se vaya a infiltrar, de tal modo que, cuando el suelo llegue a su punto de saturación, dejará de infiltrar convirtiéndose en una superficie sellada, donde toda el agua que precipita, discurre ladera abajo. En una superficie labrada sin cubierta vegetal ante un episodio lluvioso típico mediterráneo (tormenta), rápidamente tiende a saturarse la capacidad de infiltración del suelo.

El laboreo como comentábamos desestructura el suelo, lo que da lugar a la disgregación del mismo haciéndolo más susceptible a la erosión. La resistencia a la erosión del suelo, viene dada por su estructura. En algunas fincas se ha visto como la práctica excesiva de laboreo ha dado lugar a una disgregación en exceso del sustrato en superficie, favoreciendo por lo tanto la dispersión de las partículas de suelo. Esta falta de cohesión en agregados favorece que las partículas de suelo puedan ser fácilmente transportadas en superficie por la acción del viento o del agua. También es conveniente matizar que, las mayorías de las fincas estudiadas se encuentran sobre terrenos arcillosos, teniendo por lo tanto la capacidad de ser pegajosos en condiciones de humedad y formar terrones en situaciones donde la humedad es baja. Cuando la aglomeración de estos suelos arcillosos es elevada encontramos el problema del encostrado superficial. En estas situaciones es necesario dejar que la cubierta vegetal crezca y no labrar, para que el suelo, con el tiempo, transforme su estructura compactada en una buena con la ayuda de la vegetación.

En las parcelas labradas, se reduce la cubierta vegetal, bien es cierto que se incorpora con mayor rapidez al suelo, ya que al ser éste volteado con el arado los restos vegetales son enterrados y se humifican más rápido. Pero no debemos de olvidar que la cubierta vegetal en las parcelas labradas es escasa, por lo que ésta incorporación es rápida, pero más bien escasa. En cambio en las parcelas sin labrar los restos vegetales tardan más en incorporarse al sustrato ya que quedan segados cubriendo la superficie del suelo, pero al existir en éstas una mayor cubierta vegetal los contenidos de materia orgánica que recibe el sustrato no son tan rápidos como en las parcelas con labor, pero si mucho mayores, provocando que la capa más superficial del suelo crezca progresivamente en fertilidad y de lugar a una estructura edáfica consolidada y estable, que conserve más la humedad, favorezca la germinación de adventicias, reduzcan el encostramiento, la escorrentía superficial, e incrementen la infiltración.

Análisis de contraste entre la erosión y la superficie de suelo descubierto. Los casos de análisis se han agrupado en 3 intervalos de superficie de suelo descubierto (<10%, 10-40 y >40%). El análisis de contraste indicó que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la superficie erosionada (Chi cuadrado = 15,2; p=0,00) y no erosionada (Chi cuadrado = 20,8; p=0,00) con la superficie de suelo descubierto (cuadro 30).

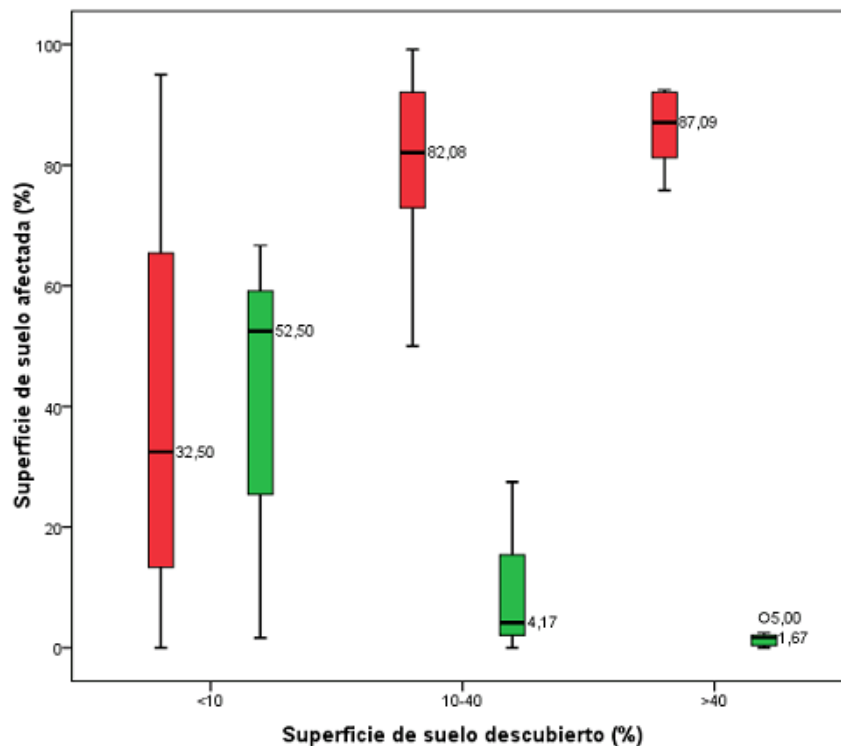
Cuadro 30. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre la superficie de suelo descubierto y la superficie erosionada y no erosionada

	<i>Erosión</i>	<i>No erosión</i>
Chi-cuadrado	15,20	20,82
gl	2	2
Sig. asintótica	0,001	0,000

La erosión es considerablemente más alta cuando la superficie de suelo descubierto es superior al 10%. La superficie afectada por erosión ascendió del 32,5% en suelos con <10% de superficie descubierto al 82 y 87% de superficie erosionada cuando el suelo descubierto se elevó entre el 10-40% y más del 40%, respectivamente (figura 11).

El suelo sin cubierta se encuentra expuesto a todos los efectos erosivos de los diferentes meteoros que afectan a la superficie terrestre. Se ha observado que en aquellas zonas donde el suelo está desprovisto de vegetación, los indicios erosivos son claros. En cambio, en aquellas zonas con más desarrollo vegetal, los signos erosivos se reducen significativamente, sobre todo en aquellas cubiertas más densas y próximas al suelo. Tal y como recoge Mintegui, 1990, (citado por Ruiz y Martínez 2005) la vegetación tiene una gran importancia en la generación de caudales, y en los fenómenos erosivos puesto que disminuye la energía de impacto de las gotas de agua protegiendo a su vez al suelo de su disgregación al mismo tiempo y favorece la infiltración, vía radical, disminuyendo la escorrentía y los caudales punta de avenida (Ruiz y Martínez, 2005).

Figura 11. Suelo afectado por erosión (rojo) y no afectado (verde) en cultivos de olivar con diferentes intervalos de suelo descubierto



Análisis de contraste entre la erosión y la cobertura vegetal total (viva y muerta). Los casos de análisis se han agrupado en 3 intervalos de cubierta vegetal (<60%, 60-90 y >90%). El análisis de contraste confirmó que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% entre la superficie erosionada (Chi cuadrado = 9,79; p=0,00) y la cobertura vegetal (cuadro 31). Lógicamente, el contraste con la superficie de suelo no erosionada también es significativo al mismo intervalo de confianza (Chi cuadrado = 16,59; p=0,00).

Cuadro 31. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre el suelo desnudo y la superficie erosionada y no erosionada

	<i>Erosión</i>	<i>No erosión</i>
Chi-cuadrado	9,79	16,59
gl	2	2
Sig. asintótica	0,007	0,000

Los suelos con <90% de cobertura son los que presentan, con diferencia, la mayor superficie erosionada: mediana del 86% y del 77% con <60% y entre el 60-90% de cobertura, respectivamente. Mientras que, en los suelos que presentan una cobertura superior al 90%, la superficie erosionada se reduce hasta el 33% (figura 13).

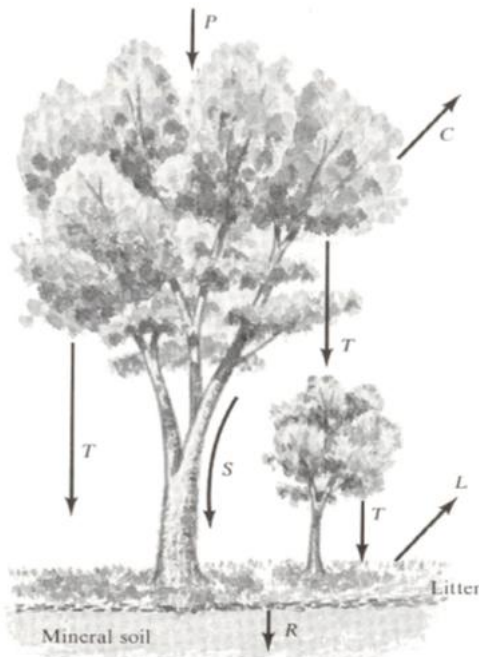
La cubierta herbácea, es la herramienta fundamental de la que dispone el agricultor para luchar contra la erosión que afecta a sus campos de cultivo. Pero la falta de agua, les plantea ciertas dudas sobre los problemas de competencia hídrica que pudieran tener con el olivar. De todos modos, en una cubierta vegetal bien manejada todos son ventajas:

- Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Protege al suelo frente al impacto de la gota de lluvia.
- Reduce la pérdida de agua por evaporación.
- Aumenta la velocidad de infiltración, sobre todo en periodos de lluvias intensas.
- Aumenta la cantidad de agua disponible para el olivo.
- Reduce las pérdidas de suelo por erosión.
- Incrementa el contenido de materia orgánica del suelo.
- Favorece la biodiversidad.

Entre los inconvenientes, podemos destacar las pérdidas de agua por consumo de la cubierta herbácea, el riesgo de incendio debido a la existencia de restos vegetales secos sobre el suelo y las dificultades que puede tener en las tareas de recolección la existencia de una cubierta desarrollada.

Quizás de todas estas acciones ventajosas que ofrece la cubierta vegetal al suelo, la que más importancia ha tenido en nuestro estudio ha sido la de “escudo protector del suelo”. Cubriéndolo de la atmósfera, amortiguando o incluso eliminando los efectos erosivos de sus meteoros. Los componentes aéreos de sus estructuras, como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento y del viento, de modo que su efecto es menor que si actuara directamente sobre el suelo.

Figura 12. Procesos de interceptación



PROCESOS DE INTERCEPTACIÓN (Dunnes y Leopold, 1978):

- Precipitación (P)
- Intercepción de copas (C)
- Trascolación (T)
- Esguerramiento sobre el tronco (S)
- Intercepción de los residuos (L)
- Infiltración (R)
-

$$R=P-I$$

$$R=P-C+L$$

$$R=(T+S-L)$$

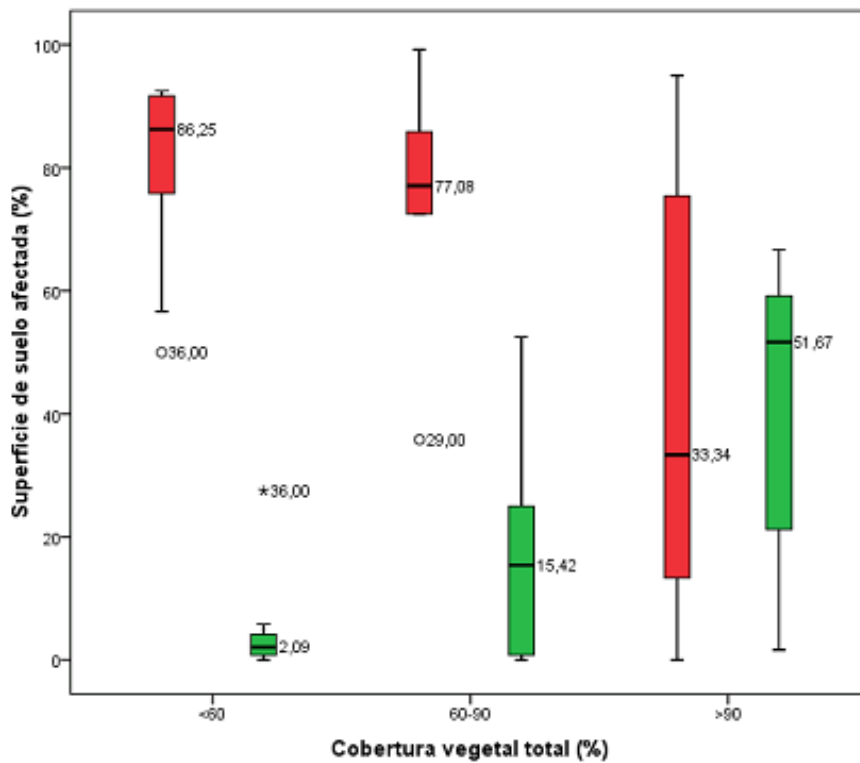
En la figura 12 se expresa con claridad todo lo que venimos comentando. Mientras más interceptación de copas y más interceptación de residuos (C y L) tengamos en la superficie de los campos agrícolas, mayor será la trascolación y el esguerramiento sobre el tronco (T y S), y como consecuencia el valor de la infiltración (R) aumentará en gran medida. Si tuviéramos sólo precipitación (P), el valor de la infiltración (R) sería bastante menor.

En términos generales, la existencia de cualquier tipo de cubierta vegetal en los campos de cultivos es beneficiosa. No obstante, si avanzamos un poco más en el tratamiento de ésta, durante el trabajo de campo se han constatado indicios erosivos bajo cubiertas vegetales bastante desarrolladas verticalmente. Este fenómeno fue localizado sobre todo en el sistema de cultivo ecológico con labor. Mediante una observación detallada del suelo bajo cubierta vegetal, se constataron indicios erosivos laminares y por salpicadura, que respondían a episodios de lluvia anteriores en los cuales, el sustrato se encontraba labrado y desprovisto de vegetación. Fue el caso de las parcelas de José Francisco Trujillo “El Fontarrón”, José Antonio Arias “Los Valles” y José Antonio Del Rio “Cara del Lentisco”. En el sistema ecológico sin labor ocurría algo parecido en parcelas como María Muñoz “Los Cubillos”/ “El Membrillo”, donde encontrábamos erosión debajo de cubiertas de gran desarrollo, pero en éste caso se trataba en su mayoría de tipo laminar, que respondía a un elevado desarrollo vertical de la cubierta. Es decir, se trataban de especies vegetales de elevado porte (avena, cebada, etc) que protegían el suelo de splash, pero debido a su altura, los procesos S y T que se reflejan en la figura 12 eran los responsables de dichos efectos erosivos. Por lo tanto, una cubierta vegetal densa de gran desarrollo vertical no elimina del todo la erosión, lo aconsejable sería una cubierta densa y próxima al suelo.

Por otro lado, aparte de proteger al suelo con sus estructuras aéreas, los componentes subterráneos vegetales, como los sistemas radiculares, contribuyen a la resistencia mecánica del suelo y a su formación. Autores como Hudson y Jackson (1959) y Zanchi (1983) se han dedicado a estudiarlo. En condiciones de escasa cubierta en superficie, la consistencia de los agregados ante un episodio de lluvias es menor. Ya que las fuerzas eléctricas del calcio y magnesio se ven debilitadas cuando entra el suelo en contacto con el agua. En cambio en un suelo con una buena cobertera herbácea la consistencia de los agregados cuando se mojan es

mucho mayor. Todos los factores derivados de la existencia de vegetación en superficie, las raíces de las plantas, la actividad de organismos ligados a ella (lombrices, hongos, etc), la descomposición de los restos vegetales, mejora la cohesión de las partículas de suelo entre sí, formando agregados “estables en agua”, capaces de seguir aglomerados tras ser mojados (Sullivan. 2008).

Figura 13. Suelo afectado por erosión (rojo) y no afectado (verde) en cultivos de olivar con diferentes intervalos de cobertura vegetal



Análisis de contraste entre la erosión y la textura. Los casos de análisis se han distribuido en 3 grupos de textura: ligera, equilibrada y pesada. La textura ligera está formada por la arenosa, arenosa-franca y franco-arenosa. Forman parte de la textura equilibrada, los tipos franca, franco-arcillo-arenosa, franco-limosa y arcillo-arenosa. Y de la textura pesada, la franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa, arcillo-limosa y arcillosa. El análisis de contraste confirmó que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 99% ($\chi^2 = 14,16$; $p=0.00$) entre la erosión y la textura (cuadro 32). Lógicamente, el contraste con la superficie de suelo no erosionada también es significativo al mismo intervalo de confianza ($\chi^2 = 12.70$; $p=0.00$).

Cuadro 32. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre la textura y la superficie erosionada y no erosionada

	<i>Erosión</i>	<i>No erosión</i>
Chi-cuadrado	14,16	12,70
gl	2	2
Sig. asintótica	0,001	0,002

La superficie afectada por erosión muestra claramente una relación directa con el contenido de arcillas. La textura ligera es la que presenta los valores más reducidos de erosión (8% de la superficie); mientras que, en las texturas equilibrada y pesada, la superficie afectada por erosión aumenta considerablemente, hasta alcanzar valores del 50% y el 86%, respectivamente. (figura 14).

Los suelos de las fincas son poco profundos en general y pesados en la mayoría de los casos con altos contenidos en arcillas. Como todos sabemos, el comportamiento de las arcillas es bastante complejo, depende fundamentalmente del contenido de agua que posean. Si está seca no es plástica, se contrae formando grietas y con humedad se vuelve plástica, cargando agua tanto superficial como en el interior de su estructura. Esta propiedad se debe a que el agua actúa de “envoltura” sobre las partículas laminares, produciendo un efecto lubricante que facilita el desplazamiento entre las partículas cuando se ejerce esfuerzo sobre ellas. Con esto que acabamos de explicar, en obvio que en algunas de nuestras parcelas de estudio con mayores pendientes localicemos movimientos en masa y escorrentía superficial favorecida por el sellado superficial de arcillas. En estos sustratos arcillosos tras períodos de lluvia es frecuente la aparición de grietas anchas y profundas desde la superficie hacia el interior del perfil cuando se secan, lo que ocurre todos los años. Esta expansión y contracción alternada da lugar a *grietas de retracción* superficial por el proceso de desecación, (foto 30) y agregados estructurales cuneiformes en el suelo subsuperficial.

Figura 14. Suelo afectado por erosión (rojo) y no afectado (verde) en cultivos de olivar con diferentes tipos de textura

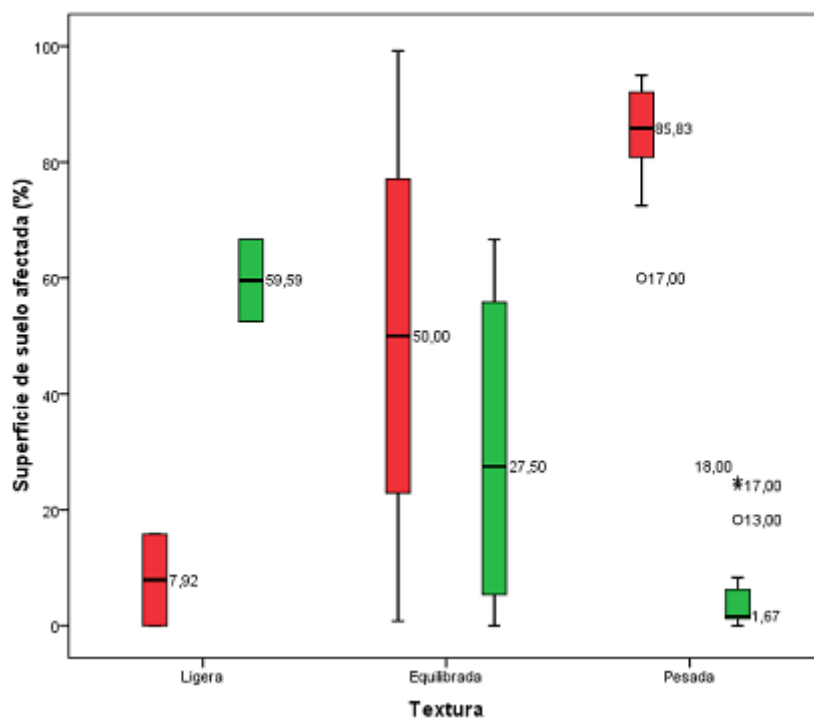


Foto 30. Grietas de retracción



Olivar convencional (Alozaina)

Análisis de contraste entre la erosión y la cobertura de sombra de olivar. Los casos de análisis se han distribuido en 3 intervalos de cobertura (<10%, 10-30 y >30%). El análisis de contraste matizó el análisis de correlación anterior al establecer que no existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 95% ($\chi^2 = 2,33$; $p=0,31$) entre la erosión y la cobertura de sombra (cuadro 33). De la misma manera, el contraste con la superficie de suelo no

erosionada tampoco es significativo al mismo intervalo de confianza (Chi cuadrado = 5,22; $p=0,07$).

Cuadro 33. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre la cobertura de sombra de olivar y la superficie erosionada y no erosionada

	<i>Erosión</i>	<i>No erosión</i>
Chi-cuadrado	2,33	5,22
gl	2	2
Sig. asintótica	0,311	0,073

Análisis de contraste entre la erosión y el contenido de carbonato cálcico del suelo. Los casos de análisis se han distribuido en 4 intervalos de carbonato cálcico: no-ligera, moderada, fuerte y extremadamente calcáreo. El análisis de contraste confirmó que existen diferencias significativas a un intervalo de confianza del 95% entre la superficie erosionada y el carbonato cálcico del suelo (Chi cuadrado = 14,18; $p=0,02$) (cuadro 34). Sin embargo, el contraste con la superficie de suelo no erosionada no fue estadísticamente significativo (Chi cuadrado = 5,11; $p=0,16$).

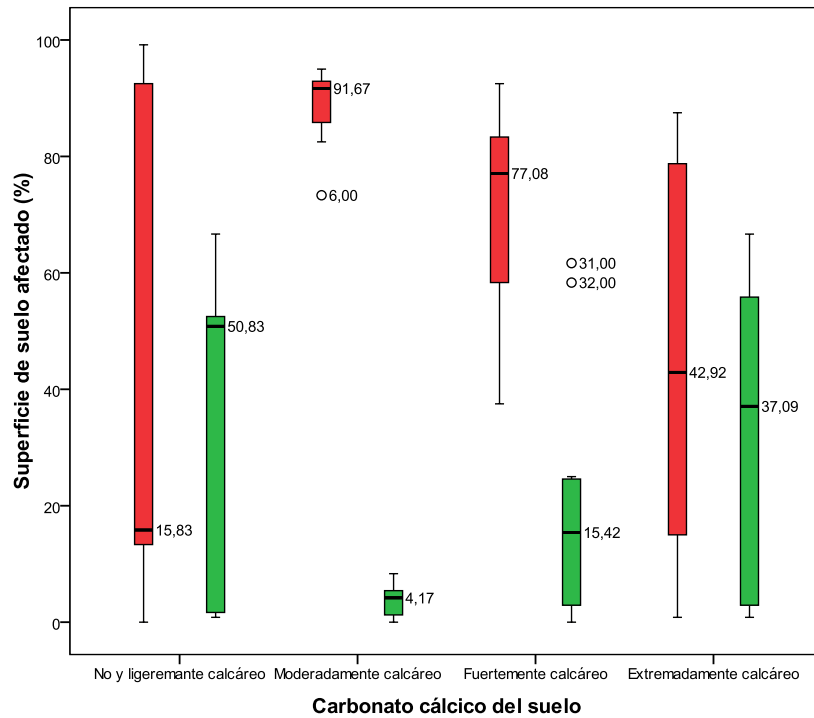
Cuadro 34. Análisis de varianza (test H de Kruskal-Wallis) entre el contenido de carbonato cálcico de suelo y la superficie erosionada y no erosionada

	<i>Erosión</i>	<i>No erosión</i>
Chi-cuadrado	14,18	5,11
gl	3	3
Sig. asintótica	0,017	0,164

Los suelos no calcáreos presentan el valor más bajo de superficie afectada, sin embargo el reducido valor de la muestra ($n=5$) y la elevada dispersión de los resultados no permiten confirmar este resultado. Si se exceptúa el caso anterior, la superficie afectada por erosión muestra claramente una relación directa con el contenido de carbonatos. La erosión se reduce desde el 92% de superficie, en los suelos moderadamente calcáreos, al 77 y 43% en los suelos fuertemente y extremadamente calcáreos (figura 15).

La presencia de carbonato cálcico en el suelo favorece la formación de estructuras estables ya que actúa como elemento estructurante. Esta circunstancia determina que los suelos presenten una mayor resistencia de los agregados a la desintegración y se favorece las propiedades hidrológicas del suelo, ya que aumenta la capacidad de infiltración y el almacenamiento de agua en el suelo (Blanco, 2008), reduciendo por consiguiente la erosión.

Figura 15. Suelo afectado por erosión (rojo) y no afectado (verde) en cultivos de olivar con diferentes contenidos en carbonato cálcico



c) Análisis de regresión entre variables.

El análisis de correlaciones entre variables y el análisis de contraste indicaron que la erosión, en porcentaje de superficie afectada, presentó una relación significativa con el sistema de cultivo, la superficie de suelo descubierta, la cobertura vegetal total (vegetación viva y muerta), la textura y el carbonato cálcico del suelo. El análisis de regresión lineal confirma la relación de la erosión con el sistema de cultivo y la textura, excluyendo del análisis a las restantes variables debido a que no cumplen los requisitos de significación para entrar en el modelo de regresión (cuadro 35).

El sistema de cultivo como variable de predicción de la superficie afectada por erosión, presentó un coeficiente de determinación (R^2) de 0.64 (cuadro 35), lo que significa que el 64% de la variabilidad de la erosión puede ser explicada a partir de la variable anterior. La textura mejora ligeramente los resultados anteriores ($R^2 = 0.72$) (cuadro 35). En este caso, se puede explicar el 72 % de los resultados de la erosión con el sistema de cultivo y la textura, lo que supone que esta última variable explica tan sólo el 8% de la variabilidad de la erosión.

No se han definido las ecuaciones de regresión porque las variables de predicción son categóricas y no responden adecuadamente a este tipo de análisis estadístico.

Cuadro 35. Análisis de regresión

<i>Modelos</i>	<i>R</i>	<i>R</i> <i>cuadrado</i>	<i>R</i> <i>cuadrado</i> <i>corregida</i>	<i>Error típ.</i> <i>de la</i> <i>estimación</i>
1	0,80	0,64	0,62	19,60
2	0,85	0,72	0,70	17,41

Modelos:

1. Variables predictoras: (Constante), sistema de cultivo.
2. Variables predictoras: (Constante), sistema de cultivo y textura

7. Conclusiones finales de la investigación.

Como se ha comentado a lo largo de todo el trabajo, la problemática estructural, económica y ambiental de las explotaciones olivareras de los municipios del flysch del Valle del Guadalhorce suscita cierta preocupación en cuanto a su estabilidad futura. Sin achacar el problema a ningún colectivo concreto, compete a todos los que residen en la zona, aún más de aquellos que viven del campo. La mayoría de los agricultores son conscientes de este problema y creen verdaderamente en la necesidad de mejorar la situación de sus explotaciones, pero no todos comparten esta opinión. Algunos mantienen su apego a la tierra por el flujo de subvenciones, no interesándose por la viabilidad de la misma: rentabilidad, pérdidas de suelo, plagas, etc. Esta conciencia es cuanto menos contradictoria, siendo predominante la explotación directa en la mayoría de las explotaciones. Quizás la escasa vinculación que las nuevas generaciones tienen con el campo tenga algo que ver con ello. Es, por lo tanto, de vital importancia su concienciación para que mantengan vivas estas explotaciones, evitando que caiga en el olvido el potencial etnográfico ligado a ellas. Valores y conocimientos del medio agrícola (técnicas de poda, aderezos, etc.), que el tiempo y el campo han enseñado a nuestros ancestros, y que ninguna universidad o institución educativa puede enseñar.

Debemos hacer todo lo posible para no perder nuestras herencias, el aprecio por el campo, por el patrimonio familiar, por el medio natural, por la agricultura. Oficio éste no de menos honra y conocimiento que cualquier otro, porque no hay nada más difícil y exacto que entender lo que la tierra necesitan en cada momento, y dárselo en su justa medida, sin excesos, ni defectos que pudieran condicionar la salud del cultivo y con ello su producción.

Como decía D. Juan Merino Campos, ganadero de Alozaina, en una de nuestras charlas sobre agricultura y ganadería:

“Lima, la tierra no hay quien la entienda, hoy haces una cosa y da resultao. Pues mañana haces lo mismo y ya no es igual. La tierra es mu puñetera. Ochentitantos años bregando con ella y ni por esa sabe uno lo que tiene que hacer”

La agricultura no es solo producir alimentos. También son comunidades rurales y las personas que viven en ellas. Los agricultores son los que mantienen el campo vivo y la forma de vida rural, si no hubiera labores agrícolas o agricultores, nuestros cortijos, pueblos y mercados no existirían o se verían profundamente afectados. Según Calatrava (2009) y Cejudo (2009), las funciones que realiza la agricultura en la sociedad actual se pueden dividir en dos: por un lado la productivista, comercial o mercantil (productos) y por el otro las funciones no comerciales o medioambientales como la conservación del paisaje, absorción de CO₂, etc. El mercado no paga por estas últimas, por lo tanto, el objetivo de la planificación debería estar en conseguir que estos servicios no comerciales sean remunerados.

Además, en el campo muchos trabajos están relacionados. Los agricultores necesitan maquinaria, edificios, combustible, fertilizantes, etc. Muchas personas ocupan puestos de trabajo en estos sectores de abastecimiento. Otras encuentran trabajo en actividades derivadas, como la preparación, transformación y acondicionamiento de los alimentos. Y otras participan en su almacenamiento, transporte y venta al por menor. Se podría decir que se trata de un “Sector locomotora”, como años atrás clasificábamos al sector de la construcción, pero con bases más sólidas.

Con esta valorización no quiero entrar en confusión. Probablemente la agricultura no volverá nunca a ser la base de la economía familiar como lo fue antaño en la zona, pero sí podrá consolidarse como un sector complementario a otros más actuales y rentables, como el turismo o cualquier otro sector terciario que necesite el medio natural o rural para desarrollarse.

La agricultura en el área de estudio ha estado y está condicionada por el medio, un medio donde la incorporación de materia orgánica al suelo es escasa, su estructura edáfica es deficiente y todo ello se plasma en una escasa rentabilidad de las explotaciones. Pero no sólo el medio es al único condicionante de la baja rentabilidad de las mismas. El hombre también tiene mucho que ver en ello. Al igual que fue el responsable de modificar el estado natural de las explotaciones actuales (con su puesta en cultivo), está en sus manos nuevamente el readaptar y equilibrar el sistema agrario actual a las condiciones del medio y a las exigencias de los mercados. Estos cambios y mejoras deben empezar desde la base, siendo ésta “el suelo”. Éste conforma los cimientos a partir de los cuales se desarrollo el sistema agrario. A pesar de su importancia, como hemos reflejado en el estudio, el suelo se encuentra infravalorado por la mayoría de los agentes que intervienen en su gestión: planificadores europeos, gestores locales y agricultores.

Los resultados obtenidos en la investigación, han apuntado al sistema ecológico sin labor como el más efectivo para la conservación edáfica. Este sistema es el mejor de todos los comparados en para reducir la erosión en los campos de cultivo de olivar del Flysch del bajo Valle del Guadalhorce. Recoge casi todos aquellos requisitos que a lo largo del trabajo hemos ido enunciando como los más apropiados para la conservación del suelo. Entre los más destacados se encuentran:

1. *No laboreo*. Ya explicábamos con anterioridad cómo los suelos no labrados mantienen su estructura natural, facilitando la infiltración, la incorporación de materia orgánica y la resistencia a la erosión.
2. *Presencia de cubierta vegetal protectora*. Los suelos cubiertos de vegetación están más protegidos de la erosión, conservan su capa superficial (más fértil), la incorporación de materia orgánica es constante las raíces aguantan el terreno y facilitan la infiltración. Sus cubiertas aéreas suaviza el impacto de la lluvia y reducen la erosión. Cuando son segadas quedan en superficie y siguen protegiendo el suelo, posteriormente es descompuesta por los microorganismos, formando humus, que enriquece el suelo, aumenta su porosidad superficial y hace que absorba el agua lentamente y la retenga durante más tiempo. Así, el agua no se escurre por su superficie y no se produce arrastre de tierra.
3. *Desherbado con desbrozadora mecánica o “a diente”*. Tan importante como la presencia de una buena cobertera herbácea es la forma de controlarla. De todas las que hemos visto que se llevan a cabo: laboreo, herbicidas, desbroce mecánico, desbroce con la introducción de ganado, etc., el sistema ecológico sin labor adopta aquellas más acordes con la protección de suelo (desherbado mecánico y “a diente”). Elimina la cubierta vegetal antes de que entre en competitividad hídrica con el olivar con sucesivos desbroces “a diente” o mecánicos, dependiendo de la parcela. Los desherbados mecánicos con desbrozadora de hilo manual dan lugar a que la compactación del suelo sea mínima y la protección máxima, ya que como resultado queda en superficie un “mantillo protector” de restos vegetales que actúa de almohada contra el splash, protege al suelo de la radiación solar directa, etc. El inconveniente que tiene es que para explotaciones extensas no sería viable. En éstas encontramos otra forma de desbroce mecánico, la desbrozadora de cadena para tractor. Se trata de un sistema más cómodo para el agricultor, pero a pesar de ello está poco extendido, ya que no todos los agricultores disponen de tractor, ni de los recursos necesarios para comprar dicho apero (desbrozadora de cadenas). Quizás lo más lógico sería que los agricultores ecológicos se asociaran con el fin de compartir gastos en maquinarias de este tipo de tal modo que la inversión sea recuperada a corto plazo.
El desherbado “a diente” también se trata de una forma efectiva de control de la cubierta vegetal en ecológico. Es un método beneficioso no sólo para el agricultor, sino también para el ganadero. El primero elimina la cubierta vegetal, a la vez que se va enriqueciendo la parcela con los excrementos del ganado. Al segundo se le facilita la

comida del ganado ahorrando en piensos. No obstante, este desbroce “a diente” en las parcelas de olivar debe hacerse con la siguientes pautas para que sea una práctica adecuada: el rebaño no debe ser introducido con el suelo húmedo, no debe permanecer en un mismo punto durante mucho tiempo, lo conveniente sería que se dividiera la finca en parcelas y rotara, por la misma siempre bajo la vigilancia del pastor, el cual debe evitar los posibles daños que el ganado pueda hacer en el olivar: mordisqueo de ramas, brotes verdes, frutos, etc.

4. Por otro lado, la *incorporación de estiércol* en algunas parcelas ecológicas mediante la introducción de ganado o bien directamente traído por el agricultor y la siembra de abonos verdes, eliminan la necesidad de introducir elementos ajenos al sistema natural como son los abonos químicos y herbicidas. Es decir, el sistema ecológico usa elementos naturales renovables (estiércol-ganado) frente a los no renovables (abonos-herbicidas). De este modo se revaloriza el sistema agrario rural, dotando a cada agente (agricultor, ganadero) de un papel indispensable en el sistema agrario, quizás así se detenga el progresivo abandono de la ganadería al que está asistiendo el área de investigación.

Por lo tanto, en el sistema ecológico sin labor, se priman los recursos locales frente a los externos, se incrementa la biodiversidad vegetal y animal de los campos de cultivo, se reduce la contaminación de caudales, los costes de la explotación, etc. Entre estos costes de la explotación debemos de destacar los combustibles fósiles. La maquinaria es la principal consumidora de energía fósil. Con el sistema ecológico sin labor se reduce su uso y por lo tanto el consumo de gasoil, al sustituir 2 o 3 labores al año, por pases de desbrozadora en los cuales el consumo de energía es mucho menor, lo que a su vez repercute de modo satisfactorio en la economía del agricultor, ahorrando costes (Alonso y Guzmán, 2006).

La adopción del sistema productivo ecológico sin labor son todas ventajas en lo que a conservación edáfica se refiere. En cuanto a su productividad (aspecto de elevada inquietud entre los agricultores) merecería un estudio detallado, pero bien es cierto que el olivar en ecológico descende sus rendimientos con respecto al convencional. Siendo esto algo lógico en los primeros años de conversión, ya que los olivares pasan de recibir ingentes cantidades de nutrientes vía fertilizantes (responsables de la alta fertilidad), que con la transformación a ecológico deja de percibir. No obstante, esto ocurre en los primeros años de conversión. Una vez que el cultivo se aclimata al nuevo sistema, unido a la progresiva recuperación de la fertilidad del suelo con adiciones de estiércol y restos vegetales, la productividad probablemente iría en aumento hasta casi alcanzar los niveles de producción del sistema convencional. Ésta última, se trata de una apreciación personal que podría ser una posible línea de investigación futura. Viéndolo por el lado del mercado, estos años de “pérdidas” en la producción no debemos de considerarlos como tales, ya que el precio final de mercado del producto ecológico rebasará con creces el del producto convencional más aún si va ligado a una D.O.P (Denominación de Origen Protegida) como ocurre con la aceituna de la zona. Eso sí, para llegar a esta revalorización del producto ecológico es necesaria la existencia de una buena red de comercialización que lo dé a conocer. Producto, que pasará a formar parte de un mercado selecto de calidad ligado al nombre de “Parque Natural de la Sierra de las Nieves” y a la “Denominación de Origen protegida: Aloreña de Málaga”, marcas de identidad atractivas para los consumidores más selectos. Esta apuesta por la calidad está lejos de la maximización productiva, con lo cual encajaría con las características de las explotaciones de la zona (minifundio, escasa productividad, etc.). Por lo tanto, es necesaria la búsqueda de identidad y calidad máxima del producto. Esto con el sistema convencional es difícil de conseguir, sobre todo en mercados donde priman el carácter natural del producto sin añadidos químicos. Variedades de aceite y de aceituna hay infinidad, pero de gran calidad e identidad reconocida son ya más reducidas.

Esta línea debiera ser el objetivo de los planificadores territoriales, la de encontrar las fortalezas del medio en su “esencia”. La búsqueda, y revalorización de estos atributos del medio agrario, junto con la creación de vínculos entre los agentes que permiten su explotación y conversión en valor, capacitarían a la colectividad territorial para generar procesos de desarrollo (Gómez, 2013). Dando lugar a una concepción “constructivista” del territorio visto como construcción social, haciendo que las sociedades locales se sientan “del lugar” (Biffany, 1999), se preocupen por sus problemas e intenten arreglarlos, evitando de este modo el “asistencialismo” y “despreocupación” (Dematteis y Governa, 2006).

8. Bibliografía y Webgrafía.

ADAPTACIÓN PARCIAL A LA LOUA DE LAS NORMAS SUBSIDIARIAS DE YUNQUERA. (1996). Ed. Narval ingenierías. Ayuntamiento de Yunquera.

ALBA, S.; ALCAZAR, M.; CERMEÑO, F. I.; BARBERO, F. (2011): *Erosión y manejo de suelo. Importancia del laboreo ante los procesos erosivos naturales y antrópicos*. Instituto de Geociencias (CSIC-UCM). Universidad Complutense de Madrid.

ALONSO, A. M. y GUZMAN, G. I. (2006): *Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional*. Centro de Investigación y Formación de Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural.

AVANCE DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA DE ALOZAINA (2006). Ed. Oficina de planeamiento de la Diputación de Málaga y Ayuntamiento de Alosaina.

BARRANCO, D; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R; RALLO, L. (2008): *“El cultivo del olivo”*. Mundi-Prensa. Madrid.

BIFFANI, P. (1999): *Medio ambiente y desarrollo sostenible*. 4ª ed., rev. Ed. Instituto de Estudios Políticos para América Latina y África (IEPALA). Madrid

BLANCO SEPÚLVEDA, R y LARRUBIA VARGAS, R. (2008): *“Usos agrarios y sostenibilidad. Evaluación de la capacidad agrológica y social de la Axarquía (Málaga)”*. Cuadernos Geográfico de la universidad de Granada, 42, pp.83-108.

BLANCO SEPULVEDA, R. (2008): *“La evaluación de la vulnerabilidad del suelo a la degradación por uso ganadero en espacios montañosos: Análisis metodológico”*. Estudios Geográficos, 264: pp.51-80.

BLANCO, R. y NIEUWENHUYSE, A. (2013): *“Manual de valoración de la erosión hídrica del suelo por la actividad agraria a escala de finca mediante indicadores visuales”*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). En prensa.

BLANCO, R., NIEUWENHUYSE, A. (2011): *“Influence of topographic and edaphic factors on vulnerability to soil degradation due to cattle grazing in humid tropical mountains in northern Honduras”*. Catena, 86: pp. 130–137.

BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO (2009): N°94 , Viernes 17 de Abril de 2009. A-2009-6414 Sec. I. pp. 35451- 35466.

BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO (2011): N°268, Lunes 7 de noviembre de 2011. A-2011-17494. Sec. I. pp. 116080-116095.

BONGI, G Y PALLIOTTI, A. (1994): *Olive*. En *“Shaffer, B. y Andersen, P. ”*. Eds. Hand-book of Environmental Physiology of Fruit Crops. Vol. I. Temperate Crops CRC Press Inc. Boca Raton.

CALATRAVA REQUENA, J. (2009) *“La multifuncionalidad de la agricultura: Implicaciones para el análisis de los sistemas agrarios”* en Sayadi, S. y Parra, C. (Eds.): *Multifuncionalidad agraria, desarrollo rural y políticas públicas: Nuevos desafíos para la agricultura* Instituto de investigación y formación Agraria y Pesquera (IFAPA). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. ISBN:978-84-8474-274-6.

CALATRAVA, J. y PARRA, C. (2005): “*Factors related to the adoption of organic farming*”. Department of Agricultural Economics and Sociology, Research and Training Centre of Granada. Andalusian Institute of Agricultural Research (IFAPA). P.O. Box 2027. 18080 Granada. Spain.

CEJUDO GARCIA, E y MAROTO MARTOS, J.C. (2000): “*Algunas reflexiones sobre la Política Agraria Comunitaria*”. Polígonos, Nº10, p.61-84.

CEJUDO, E. SÁENZ, M. y MAROTO, J. C. (2009): “*La multifuncionalidad del medio rural. El protagonismo del patrimonio histórico en el desarrollo rural*”. En *Patrimonio histórico y desarrollo territorial*. Castillo, J.; Cejudo, E. y Ortega, A. (Eds.): UNIA. Sevilla. Pp. 308-335.

CENSO AGRARIO (2009): “*Distribución general de la tierra por aprovechamiento*”, “*Explotaciones agrarias por régimen de tenencia de la Superficie Agrícola Utilizada (SAU)*”, “*Titulares de las explotaciones agrarias por edad*” y “*Unidad de trabajo agrario anual (UTA)*”. Acceso por: Instituto Nacional de Estadística

CONSEJO EUROPEO (2013): “*Notas de Transmisión*”. Conclusiones sobre el Marco financiero plurianual. EUCO37/13. Secretaría General del Consejo. Bruselas 8 de febrero de 2013.
Disponible en: http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/es/ec/139219.pdf

DELGADO PEÑA, J. J. (1999): “*Aproximación climática y bioclimática de la cuenca alta del Rio Grande (Arroyo Zarzalones, Yunquera)*”. Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia, 21, pp.77-90. ISSN: 0212-50099. Disponible en: <http://www.dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/95445.pdf>

DEMATTIES, G y GOVERNA, F. (2006): “*Territorio y territorialidad en el desarrollo local. La contribución del modelo SloT*”. Boletín de la A.G.E., Nº 41, pp. 31-58.

DOCUMENTOS PARA LA APROBACIÓN INICIAL DEL PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA DE CASARABONELA (2008). Ed. SOPDE. Málaga. Disponible en: <http://gis.sopde.es/casarabonela/AINICIAL/documentos.htm>

DULEY, L. (1987): *Surface factors affecting the rate of intake of water by soils*. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 12: 179-84.

DUNNE, T y LEOPOLD, B. (1978): *Agua en Planificación Ambiental*. WH Freeman una compañía, Nueva York.

ELLISON, W. D. (1947): *Soil erosion studies*. Part. I: Agric. Eng.28:145-146.

FAO (2006): *Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para la clasificación, correlación y comunicación internacional*. Organización para la Agricultura y la Alimentación de Naciones Unidas. IUSS Grupo de trabajo WRB. 2007. Primera actualización 2007. Informas sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103.FAO, Roma.

FERNANDEZ, N. y CABRERA, R. (Coord.) (2003): *Clasificación del suelo de la provincia de Málaga desde el punto de vista agrario: Clases agrológicas*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. ISBN: 84-8474-093-5.

FONDO ESPAÑOL DE GARANTÍA AGRÁRIA: “*Manual para el cumplimiento de la condicionalidad del olivar*”. Ministerio de agricultura, alimentación de medio ambiente, Gobierno de España. NIPO: 280-12-050-9. Disponible en: http://www.fega.es/PwfGcp/es/documentos_pwfGcp/Fega_Manual_Olivar.pdf

GARCÍA MANRIQUE, E y OCAÑA OCAÑA M. C. (1990): “*El territorio andaluz*”. Ed. Lib. Ágora, Málaga.

GARCÍA-BRENES, M. D. (2012): “*Incidencia de la política agraria de la Unión Europea en la sostenibilidad del cultivo del olivar en Andalucía, España*”. Cuadernos de desarrollo rural, 9 (68), pp. 87-103.

GÓMEZ MORENO, M. L. (2007): “*Comarcalización de la provincia de Málaga*”. En *Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga*. Volumen .I. Ed. IGME, ISBN Obra completa: 978-84-7840-675-3 ISBN Volumen 1: 978-84-7840-698-2, 296 pp. Volumen 2: 978-84-7840-699-9, Volumen 3: 978-84-7840-700-2. NIPO: 657-07-018-7.

GÓMEZ MORENO, M. L. (2013): “*Apuntes de doctorado*”. Disponible en: http://masteres.ugr.es/masteragot/pages/curso_2013_2014/material_cursos/perspectiva_relacion_hombre_medio/1_relacion_hombre_medio.

GOMEZ MORENO, M.L. (1987): *Apuntes de Geografía Física de Andalucía*. ISBN: 86-600-5200-1.

HAILE, M., HERWEG, K., STILLHARDT, B. (2006): *Sustainable Land Management – A New Approach to Soil and Water Conservation in Ethiopia*. Land Resources Management and Environmental Protection Department Mekelle University, Ethiopia, and Centre for Development and Environment (CDE), Swiss National Centre of Competence in Research (NCCR) North-South, University of Bern, Switzerland.

HERWEG, K. (1996): *Field Manual for Assessment of Current Erosion Damage*. Soil Conservation Research Programme. University of Berne, Switzerland.

HERWEG, K., STILLHARDT, B. (1999): “*The variability of soil erosion in the Highlands of Ethiopia and Eritrea. Average and extreme erosion patterns*”. Research Report, 42. Soil conservation Research Programme Ethiopia.

HILLEL, D. (1998): *Environmental soil physics*. Academic Press, San Diego, CA. 771 p.

HUDSON, N. W. y JACKSON, D. C. (1959): *Results achieved in the measurement of Erosion and Run-off in Southern Rhodesia*. Paper presented to the Third Inter- African Soils conference, Dalaba.

HUDSON, N.W. (1993): “*Field measurement of soil erosion and runoff*”. FAO Soils Bulletin, 68. Rome, p. 153.

HUESO ÁLVAREZ, A. (2012); “*Respuesta del olivar en seto al riego deficitario durante el periodo de síntesis de aceite: Evaluación de la producción, calidad del aceite, floración y cuajado*” Proyecto experimental fin de carrera. Universidad politécnica de Madrid.

ICONA (1987): “*Mapa de Estados Erosivos a escala 1:400.000*”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.

ICONA (1988): “*Agresividad de la lluvia en España. Valores del factor Re de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo*”. MAPA. Madrid.

IGME (1978): *Mapa geológico de España. Memoria 1052, Alora*. Servicio de publicaciones. Ministerio de Industria y Energía. Madrid. Depósito legal: M 30,313-1978

ILLGNER, P.M. (2008): *Land Degradation Assessment – Kalukundi (Democratic Republic of the Congo)*. A specialist report for Envirolution Consulting (Pty) Ltd.

ISSS. (1996): *Terminology for soil erosion and conservation*. ISSS-ITC-ISRIC. Wageningen, p. 313.

ITGE (1990): *Mapa geológico de España. Memoria 1051, Ronda*. Madrid. NIPO: 232-91-001-4

JUNTA DE ANDALUCÍA (2003a): *Plan de Desarrollo Sostenible del Parque Natural de la Sierra de las Nieves*. Consejería de Medio ambiente. Junta de Andalucía.

JUNTA DE ANDALUCÍA (2003b): *Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de la Sierra de las Nieves*. Decreto 344/2003 de 9 de diciembre. Consejería de Medio ambiente.

JUNTA DE ANDALUCIA (2004): *Programa de Uso Público del Parque Natural de la Sierra de las Nieves*. Dirección General de RENP y Servicios Ambientales. Consejería de Medio Ambiente.

JUNTA DE ANDALUCÍA, (1996): “*Mapa de Capacidad de Uso General y Erosión de las tierras de Andalucía*” a escala 1:400.000. Consejería de medio ambiente. Disponible en www.juntadeandalucia.es/medioambiente

JUNTA DE ANDALUCÍA, (2005): “*Mapa de suelos de Andalucía: Unidades edáficas*”, “*Mapa termométrico de Andalucía*” y “*Mapa pluviométrico de Andalucía*” a escala 1:400.000. Consejería de medio ambiente. Disponible en www.juntadeandalucia.es/medioambiente

LARRUBIA VARGAS, R., NAVARRO RODRÍGUEZ, S. R. y LUQUE GIL, A. M. (2001): “*Desarrollo sostenible en espacios protegidos. Comarca malagueña de la Sierra de las Nieves*”. Cuadernos Geográficos, 31 (2001), 173-200.

LIRA, R., RUIZ, F.L., MORALES, J., SCHRADER, K. (2005): “*Valoración del daño por erosión actual*” (VADEA). En: VV.AA. *Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica*. Basado en experiencias nacionales. PASOLAC. Managua, pp. 24-33.

LLORCA, R. (1991): *Prácticas de edafología*. Universidad Politécnica de Valencia

LUCDEME (1995): “*Red de Estaciones Experimentales de Seguimiento y Evaluación de la Erosión y la Desertificación (RESEL)*”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.

MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA SIERRA DE LAS NIEVES (2011): *Estudio para la delimitación de zonas experimentales. Olivar de la comarca Sierra de las nieves. Caracterizaciones y recomendaciones para el manejo ecológico*. Mancomunidad de municipios de la Sierra de las Nieves. ISBN: 978-84-930235-5-4.

MARAÑÉS, A.; SÁNCHEZ, J.A.; DE HARO, S.; SÁNCHEZ, S.T.; DEL MORAL, F. (1998): *Análisis de suelos. Metodología e interpretación*. Universidad de Almería.

MATHIEU, N. (2006): “*La Géographie rurale française face a la l’utopie du développement durable. Quelles reactions, quelles perspectives*”. Boletín de la A.G.E., nº41, pp.39-67)

MCRAE, S.G. (1988): *Practical pedology: Studying soils in the field*. Ed. John Wiley. New York.

MÉRIDA RODRÍGUEZ, M.F. (1997): “*La cobertera Maláguide y su significado paisajístico*”. Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia, 19-1, 1997, 185-196. ISSN: 0212-5099. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Málaga.

- MEYER, L. D. (1976): “*Soil erosion concepts and misconceptions*”. In: *Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference*. Denver, Colorado.
- MMA (1996): “*Programa de Acción Nacional contra la Desertificación*” Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. Gobierno de España.
- MMA (2001): “*Plan Nacional de Actuaciones Prioritarias en Materia de Restauración Hidrológico-Forestal, Control de la Erosión y Defensa contra la Desertificación*”. Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. Gobierno de España.
- MMA (2007): Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002-2012). “*Comunidad autónoma de Andalucía*”. Málaga. 2007. Dirección general para la biodiversidad. Ministerios de Medio Ambiente. NIPO: 311-07-031-4. ISBN: 978-84-8014-705-7. Depósito legal: M.10038-2008.
- MORGAN, R.P.C, (1997): *Erosión y conservación de suelo*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. ISBN: 84-7114-679-7.
- MUTEKANGA, F.P., VISSER, S.M., STROOSNIJDER, L. (2010): “*A tool for rapid assessment of erosion risk to support decision-making and policy development at the Ngenge watershed in Uganda*”. *Geoderma*, 160: pp. 165-174.
- NAVARRO RODRÍGUEZ, S. R. y LARRUBIA VARGAS, R. (2002): “*La agricultura ecológica: Producción y comercialización en la provincia de Málaga*”. *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e historia*, 24. 113-147. ISSN: 0212-5099. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Málaga.
- NAVARRO, C; PARRA, J. M. (2008): “*Plantación*” en “*El Cultivo del Olivo*”. Ed. Barranco, D; Fernández- Escobar, R; y Rallo, L. Mundi- Prensa. Madrid. pp. 173- 213.
- OCAÑA OCAÑA, C. (2000): “*El espacio rural andaluz, permanencias y cambios en la crisis abierta a mediados de siglo*”. *Cuadernos geográficos*, 30 (2000), pp. 77-95. Universidad de Granada.
- PERLES ROSELLO, M. J. (1997a): *Datos de campo para la estimación del estado de erosión a partir de técnicas de fotointerpretación*. *Baetica. Estudio de Arte, Geografía e Historia*, 19-1, 1997, 277-285. ISSN: 0212-5099. Facultad de filosofía y Letras. Universidad de Málaga. Campus de Teatinos, E-29071. Málaga
- PERLES ROSELLO, M. J. (1997b): *Medir la erosión: Fragilidad erosiva en el Valle del Río Vélez*. Servicio de publicaciones. Centro de ediciones de la diputación provincial de Málaga (CEDMA)
- PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA DE GUARO (2009). Ed. Oficina de planeamiento. Expediente: EM-GU-10. Diputación provincial de Málaga.
- ROMERO, J y FARINOS, J. (2004): “*Los territorios rurales en el cambio de siglo*”. En *Geografía humana*, Ed. Ariel pp. 307-370.
- RUBIO, L. M., GOMEZ, M. L y BLANCO, R. (2010): “*Sostenibilidad y orientación de las explotaciones en terrazas de cultivo en regadío*”. *Papeles de Geografía* 2010, 51-52; pp. 257-267. ISSN: 0213-1781. Universidad de Málaga.
- RUIZ SINOGA, J.D y MARTÍNEZ MURILLO, J. F. (2005). *Hidrodinámica de laderas en pequeñas cuencas mediterráneas: El arroyo de la Cañada, Málaga*. Servicio de publicaciones. Universidad de Málaga. ISBN: 84-9747-105-9.

RUIZ, J. D., GALLEGOS, A., DELGADO, J.J., NOGUERA, M.J., ROMERO, A., MARQUEZ, J., LUCAS, B., MARTINEZ, J.F. (2003): “*Variabilidad de los procesos de generación de escorrentía en laderas bajo condiciones mediterráneas*”. Baetica. Estudios de Arte y Geografía e Historia, 25, 2003, 279-311. ISSN: 0212-5099. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Málaga.

SENCIALES GONZALEZ, J. M. (2007): “*El clima en la provincia de Málaga*” en *Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga*. Ed. Excelentísima diputación de Málaga, IGME y Universidad de Málaga. Volumen I: 978-84-7840-675-3. NIPO: 657-07-018-7, ISBN Obra completa: 978-84-7840-675-3

SIBBETT, G.S.; OSGOOD, J. (1994): “*Site Selection and preparation, Tree Spacing and Design, Planting, and Initial Trainig*”. In: *Olive Production Manual*. University of California. Publication 3.353.

STOCKING, M., MURNAGHAN, N. (2003): *Manual para la evaluación de campo de la degradación de la tierra*. Mundi-Prensa.

STROOSNIJDER, L. (2005): “*Measurement of erosion: Is it possible?*”. *Catena*, 64: 162-173.

SULLIVAN, P. (2008): “*El manejo sostenible de suelos*”. National Sustainable Agriculture Information Service. ATTRA 1-800-411-3222: pp.12-17; 30-31.

TRAPERO, A; BLANCO, M. A. (2008): “*Enfermedades*”. pp. 495- 550 en *El cultivo del olivo* Eds. Barranco, D.; Fernández- Escobar, R. y Rallo, R. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid.

ZANCHI, C. (1983): “*Influenze dell’azione battente della pioggia e del ruscellamento nel proceso erosivo e variazioni dell’erodibilitá del suolo nei diversi periodi stagionali*”. *Annali Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo* 14:347-58.

- www.olicacordobesa.es
- www.sierranieves.com
- www.serida.org
- www.fao.org.
- www.fega.es
- [www. agrosegura.com](http://www.agrosegura.com)

9. Anexo Documental.

MANUAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA CONDICIONALIDAD DEL OLIVAR: FEGA

1. Buenas prácticas generales del cultivo del olivo:

a. De obligatorio cumplimiento:

- i. Mantener en buen estado los elementos estructurales (terrazas, márgenes, arroyos, linderos, drenajes...) para evitar los aterramientos, derrumbamientos y la aparición de cárcavas.

b. Recomendaciones:

- i. Mantener en buenas condiciones las manchas de vegetación.
- ii. Evitar la creación de caminos o accesos específicos para el laboreo, susceptibles de introducir variaciones en la escorrentía y de producir erosión hídrica del suelo, salvo autorización.

2. Buenas prácticas agrarias para el establecimiento del olivar:

a. De obligatorio cumplimiento:

- i. En el momento de diseñar la plantación y establecer el marco, se deberán disponer las filas de plántones de forma que se minimice la erosión del terreno.
- ii. En el caso de que el terreno se encuentre encharcado o con nieve, no deben llevarse a cabo labores preparatorias. En zonas catalogadas como de elevado riesgo de erosión (ZERE), se deberán respetar las restricciones que establezca la administración competente para evitar la degradación y la pérdida de suelo.
- iii. No se permite realizar labores con volteo en la dirección de la máxima pendiente en recintos con pendientes superiores al 15% salvo que se disponga de autorización.
- iv. Una vez abiertos los hoyos o las zanjas, la implantación se hará en el menor tiempo posible para evitar posibles daños en el suelo por erosión o pérdida de humedad.

b. Recomendaciones:

- i. Realizar, de manera previa a la implantación del cultivo, un análisis de todos los factores (edáficos, climáticos, químicos, microbiológicos, de nematodos y de hongos para detectar la presencia de enfermedades...) que determinarán el éxito o fracaso de la plantación.
- ii. Planificar las construcciones auxiliares (toma de electricidad, caseta de bombeo...) de manera que se reduzca el acceso de vehículos a la plantación.
- iii. Ajustar el diseño de la plantación a la pendiente del terreno en recintos con pendientes pronunciadas.
 - Pendientes del 3 al 5%: plantación en calles ajustadas a las curvas de nivel.

- Pendientes mayores al 10%: construcción de pozas y abanalamientos siguiendo las curvas de nivel.
- Pendiente superior al 25%: cultivo en terrazas o bancales.

iv. Para realizar las labores de preparación del terreno, se recomienda:

- Reducir al mínimo el laboreo realizando labores poco profundas y limitando el número de pasadas (disminuye la erosión, ahorro de costes y menor compactación de las capas internas del suelo).
- Evitar la utilización de aperos de vertedera y gradas de disco que volteen el suelo en la fase de preparación del terreno.
- Evitar la realización de labores con el suelo húmedo para evitar compactaciones y posible asfixia radical. Esta medida beneficiará no sólo a la estructura del terreno, sino al cultivo, que encontrará el terreno en condiciones favorables para la expansión de su sistema radical, factor de especial relevancia durante los primeros años de la plantación.
- En recintos con pendientes pronunciadas:
 - Evitar las labores de volteo del suelo siguiendo las curvas de nivel en laderas con pendientes que superen el 15% y en terrenos de secano con orografía ondulada, ya que la erosión es considerablemente mayor a la provocada con labranza vertical, que es la recomendable, especialmente cuando se trabaja en suelos áridos y semiáridos.
 - Seguir, en lo posible, las curvas de nivel a la hora de realizar las labores, y en caso de realizar pases cruzados, hacer el último pase en dirección perpendicular a la máxima pendiente.

3. Buenas prácticas agrarias para el olivar ya establecido:

a. De obligatorio cumplimiento:

- i. No está permitido el arranque de pies de olivo en zonas con elevado riesgo de abandono de la producción agraria, de despoblamiento y otras razones que así lo aconsejen, así como en recintos con pendiente igual o superior al 15% salvo en caso de reposición autorizada por la autoridad competente.
- ii. Mantener una cubierta vegetal de anchura mínima de 1 m en las calles transversales a la línea de máxima pendiente, en el caso de olivar con pendiente igual o superior al 10%, en el que se mantenga el suelo desnudo en los ruedos de los olivos mediante la aplicación de herbicidas. En caso de no poder establecerse de manera transversal debido al sistema de riego o el diseño de la parcela, se colocará paralelamente a la línea de máxima pendiente.

b. Recomendaciones:

- i. En zonas de elevado riesgo de erosión realizar no laboreo, mínimo laboreo o cultivo con cubiertas. Para el resto de zonas se valorará la posibilidad de llevar a cabo alguno de estos sistemas de cultivo, teniendo en cuenta las condiciones en las que se encuentra el terreno (capacidad de retención de agua, malas hierbas, compactaciones...), factores económicos, posibles desventajas frente al control de malas hierbas, y el beneficio frente a los problemas de erosión y degradación que cada uno de ellos implica. Al menos debería emplearse el uso de cubiertas en el centro de las calles.

- ii. Mantener una cubierta vegetal durante los meses de otoño-invierno, o en periodos de alta probabilidad de precipitación, procediendo a su eliminación a principios de primavera, una vez comience a competir por la humedad con el olivo, mediante procedimientos mecánicos y químicos registrados para tales usos en dosis bajas, o con pastoreo controlado de ganado ovino, debiendo permanecer obligatoriamente sobre el terreno los restos de estas cubiertas hasta el otoño, época en la que, si procede, se podrán llevar a cabo las labores necesarias para la implantación de una nueva cubierta vegetal.
- iii. Sembrar un porcentaje de la superficie de la parcela con leguminosas (en suelos con déficit de nitrógeno (N)), cereales, mezclas de cereales con leguminosas, crucíferas o las especies convenientes según zonas, que mejoran la estructura del suelo, además de proporcionar una oferta de hábitat y alimento a las aves.
- iv. Anteponer el control de las malas hierbas con medios mecánicos frente al uso de herbicidas. No obstante, en aquellos casos en que no pudiera ser controlada por maquinaria agrícola, se utilizarán herbicidas de forma localizada, racional, evitando la dispersión que puede producir su aplicación en gota fina.
- v. Evitar la quema de restos de poda, linderos, orlas de vegetación lagunar... buscando alternativas que permitan su reciclado o reutilización, como sería el caso de la producción de biomasa.