

Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del Olivar

Sevilla, 2010



Suelo, riego, nutrición y medio ambiente en el olivar / [autores: Francisco García Zamora... et. al.]
– Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2010. –190 p. :
il. col. ; 30 cm. – (Agricultura. Formación)

Mención de responsabilidad tomada del v. de la port.

D.L. SE 1948-2010

ISBN 84-8474-137-0

Olivo. – Manejo del cultivo. – Gestión ambiental

García Zamora, Francisco

Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (Andalucía)

Agricultura (Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca). Formación.

634.63

631.15

SUELO, RIEGO, NUTRICIÓN Y MEDIO AMBIENTE DEL OLIVAR. Reimpresión

© **Edita:** Junta de Andalucía
Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera
Consejería de Agricultura y Pesca

Publica: Secretaría General Técnica
Servicio de Publicaciones y Divulgación

Coordinadora: Brígida Jiménez Herrera

Autores: Francisco García Zamorano, Félix Ruiz Coletto, Juan Cano Rodríguez, Julián Pérez García,
José Luis Molina de la Rosa, C.I.F.A. Cabra-Priego

Serie (Agricultura: formación)

Depósito Legal: SE-1948-2010

I.S.B.N: 84-8474-137-0

Producción editorial: Signatura Ediciones de Andalucía, S.L.

PRESENTACIÓN

La erosión del suelo por el agua es uno de los problemas agroambientales mas importantes de la olivicultura española dado que en la mayoría de las zonas olivareras de la región mediterránea, sometida a ciclos alternos de sequía y lluvias intensas, la lluvia es el único aporte de agua.

El olivar es uno de los cultivos en los que las perdidas de suelo son muy superiores a las observadas en otros cultivos y sus sistemas culturales afectan notablemente al aprovechamiento del agua de lluvia y las pérdidas de suelo.

El uso de la agricultura convencional, en las que el laboreo es todavía el elemento básico del sistema de cultivo, ha llevado a una degradación o deteriorización de la calidad del suelo con un aumento de la erosión y compactación y una contaminación de aguas superficiales con residuos de fertilizantes y productos fitosanitarios y por tanto del medioambiente. Como una forma de minimizar el impacto medioambiental surgen técnicas de cultivo que priman la reducción de dicho impacto.

Para actualizar las practicas culturales del olivar siendo respetuosos con el medioambiente, el instituto andaluz de investigación y formación agraria y pesquera, alimentaria y de la producción ecológica, establece la oferta formativa que contribuya a modernizar las explotaciones existentes y a la formación de la población que se incorpora al Sector.

Por eso se ha considerado necesario publicar un compendio de los aspectos teóricos y prácticos que se imparten en las clases, con el fin de dar a los alumnos un manual de consulta y de trabajo en aula, y un marco común de referencia para el profesorado como herramienta de apoyo.

En esta publicación, se estudian las exigencias climáticas y edáficas del olivar y el manejo de suelos, control de las malas hierbas, el análisis de las necesidades hídricas del olivar y su nutrición, tratando de transmitir al alumnado los conocimientos necesarios para la obtención de una máxima calidad de producción con el máximo respeto al medioambiente.

Se ha intentado usar un lenguaje sencillo y cercano al alumno, en un formato de composición ameno siendo el resultado del trabajo del profesorado que lo han impartido en años anteriores, y las actualizaciones, cambios e innovaciones que se producen constantemente en la Investigación y Desarrollo del olivar.

Este trabajo de compilación y de redacción se verá ampliamente gratificado si contribuye a mejorar la formación de las personas que trabajan en el Sector olivarero Andaluz.

Francisco Javier de las Nieves

Presidente del Instituto Andaluz de Investigación y
Formación Agraria y Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica.

1. EL SUELO.	11
1.1 Introducción.	13
1.2 Formación y Perfil Del Suelo.	13
1.3 Aspectos Físicos Del Suelo.	13
1.3.1 Textura.	14
1.3.2 Presencia de partículas gruesas y piedras.	14
1.3.3 Estructura.	15
1.3.4 Porosidad. Capacidad de almacenamiento de agua.	15
1.3.5 Densidad.	15
1.3.6 Consistencia.	15
1.3.7 Color.	16
1.3.8 Temperatura del suelo.	16
1.4 Aspectos Químicos Del Suelo.	16
1.4.1 Propiedades adsorbentes. Capacidad de intercambio catiónico.	16
1.4.2 La materia orgánica en los suelos agrícolas.	16
1.4.3 Reacción del suelo. Suelos ácidos y suelos básicos o alcalinos.	17
1.4.4 La salinidad del suelo.	17
1.5 Aspectos Biológicos. Microorganismos.	18
1.5.1 Transformaciones microbianas del nitrógeno, fósforo, potasio y azufre.	19
1.5.2 Micorrizas.	19
2. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELO.	21
2.1 Introducción.	23
2.2 Toma De Muestras.	23
2.3 Interpretación De Análisis.	24
2.3.1 Textura.	24
2.3.2 Salinidad.	25
2.3.3 pH.	26
2.3.4 Relación C/N.	27
2.3.5 Carbonatos totales.	27
2.3.6 Materia orgánica.	27
2.3.7 Nitrógeno.	28
2.3.8 Caliza activa.	28
2.3.9 Capacidad de intercambio catiónico.	29
2.3.10 Fósforo asimilable.	29
2.3.11 Potasio de cambio.	30
2.3.12 Magnesio asimilable.	31
2.3.13 Calcio.	31
2.3.14 Sodio de cambio.	32
2.3.15 Micronutrientes.	32
2.3.15.1 Hierro.	32
2.3.15.2 Boro.	32
2.3.15.3 Manganeso.	33
2.3.15.4 Cobre.	33
2.3.15.5 Cinc.	33
2.3.16 Tipo de arcilla.	33
2.4 Ejemplos De Interpretación De Análisis De Suelos Agrícolas.	33

3. NUTRICION DE LAS PLANTAS.	35
3.1 Exigencias Básicas Para El Desarrollo De Las Plantas.	37
3.2 Elementos Esenciales.	37
3.2.1 Macroelementos o macronutrientes.	37
3.2.2 Microelementos o micronutrientes.	37
3.3 Funciones De Los Nutrientes.	37
3.3.1 Nitrógeno.	37
3.3.2 Fósforo.	38
3.3.3 Potasio.	38
3.3.4 Magnesio.	39
3.3.5 Calcio.	39
3.3.6 Azufre.	39
3.3.7 Hierro.	39
3.3.8 Manganeso.	39
3.3.9 Cinc.	39
3.3.10 Cobre.	39
3.3.11 Boro.	40
3.3.12 Molibdeno.	40
3.4 Materia Orgánica.	40
3.5 Elementos Nutritivos En El Suelo.	41
3.6 Abonos.	41
3.6.1 Definición.	41
3.6.1.1 Abono simple.	41
3.6.1.2 Abono compuesto y complejos.	41
3.6.2 Abonos binarios.	42
3.6.3 Abonos ternarios.	42
3.6.4 Unidades en que se expresan los abonos.	42
3.6.5 Riqueza o concentración de un abono.	42
3.6.6 Expresión de fórmulas ternarias.	42
3.6.7 Equilibrio de un abono.	43
3.6.8 Nitrógeno.	43
3.6.9 Fósforo.	43
3.6.10 Potasio.	44
3.7 Abonado Del Olivar.	44
3.7.1 Introducción	44
3.7.2 Estado nutritivo del olivar.	44
3.7.3 Recomendaciones generales.	45
3.7.3.1 Nitrógeno.	45
3.7.3.2 Fósforo.	46
3.7.3.3 Potasio.	46
3.7.3.4 Otros elementos.	47
3.7.3.4.1 Boro.	47
3.7.3.4.2 Hierro.	47
3.7.3.4.3 Calcio.	48
3.7.3.4.4 Magnesio.	48
3.7.3.4.5 Aplicación foliar con formulaciones comerciales complejas.	48
3.7.3.4.6 Fertilizantes foliares con aminoácidos.	48

3.8 Interpretación Del Análisis Foliar.	49
3.8.1 Delimitación de la parcela.	49
3.8.2 Tamaño de la muestra.	49
3.8.3 Itinerario de muestreo.	49
3.8.4 Época de muestreo.	50
3.8.5 Tipo de brote.	50
3.8.6 Localización del brote en el árbol.	50
3.8.7 Orientación geográfica.	50
3.8.8 Tipo de hoja.	50
3.8.9 Manipulación de las hojas.	50
3.8.10 Almacenaje y transporte de las hojas.	51
3.8.11 Niveles críticos de nutrientes en hojas de olivo.	51
3.8.12 Síntomas visuales de deficiencias nutritivas en el olivo.	52
3.9 Ejemplos De Análisis Foliares De Olivo.	52
3.10 Abonos Comerciales.	52
3.10.1 Abonos nitrogenados simples.	53
3.10.1.1 Sulfato amónico.	53
3.10.1.2 Nitratos amónicos.	53
3.10.1.3 Nitrosulfato amónico.	53
3.10.1.4 Urea.	53
3.10.1.5 Amoniaco anhidro.	53
3.10.1.6 Soluciones nitrogenadas.	54
3.10.2 Abonos fosfatados simples.	54
3.10.3 Abonos potásicos simples.	54
3.10.4 Abonos binarios.	54
3.10.5 Formulaciones ternarias.	54
4. EL AGUA.	55
4.1 Introducción.	57
4.2 Necesidades De Agua De Los Cultivos.	57
4.3 El Agua En El Suelo.	58
4.3.1 Influencia de la textura en el almacenamiento del agua.	60
4.3.2 Medidas directas del contenido de agua en un suelo.	61
4.3.3 Medidas indirectas del contenido de agua en un suelo.	62
4.3.3.1 Tensiómetros.	62
4.3.3.2 Sonda de neutrones.	63
4.3.3.3 TDR.	63
4.3.4 Sistema radicular y extracción de humedad.	63
4.3.5 El agua en la planta. Uso del agua por la planta.	64
4.3.6 Perdidas de agua en el suelo: escorrentía, filtración profunda y evaporación.	65
4.4 Aguas De Riego.	66
4.5 Análisis De Agua De Riego.	66
4.5.1 Toma de muestras.	66
4.5.2 Evaluación de la calidad del agua.	67
4.5.2.1 Criterio de salinidad.	68
4.5.2.2 Criterio de sodicidad.	69
4.5.2.3 Criterio de toxicidad.	70
4.5.2.4 Otros criterios.	71
4.5.2.5 Normas combinadas para evaluar un agua de riego.	72
4.6 Ejemplos De Interpretación De Análisis De Aguas De Riego.	73

5. RIEGO.	75
5.1 Introducción.	77
5.2 Ventajas E Inconvenientes Del Riego Localizado.	79
5.2.1 Ventajas.	79
5.2.2 Inconvenientes.	79
5.3 Componentes De La Instalación.	79
5.4 Obturaciones	81
5.5 Prefiltrado.	81
5.6 Filtrado.	81
5.6.1 Filtro de arena.	81
5.6.2 Filtro de malla.	82
5.6.3 Filtro de anillas.	83
5.7 Emisores De Riego.	83
5.7.1 Relación caudal-presión.	83
5.7.2 Unidad de fabricación.	84
5.7.3 Sensibilidad a la obturaciones.	84
5.7.4 Sensibilidad a los cambios de temperatura.	84
5.8 Riego Por Goteo.	85
5.8.1 Ventajas.	85
5.8.2 Desventajas.	85
5.9 Riego Por Goteo Subterráneo.	85
5.9.1 Ventajas.	85
5.9.2 Inconvenientes.	85
5.10 Tuberías Emisoras.	86
5.10.1 Ventajas.	86
5.10.2 Inconvenientes.	86
5.11 Riego Por Escupidores.	86
5.11.1 Ventajas.	86
5.11.2 Inconvenientes.	87
5.12 Riego Por Microaspersión.	87
5.12.1 Ventajas.	87
5.12.2 Inconvenientes.	87
5.13 Riego Del Olivar.	87
5.13.1 Riegos de baja frecuencia.	87
5.13.2 Programas de riego localizado.	87
5.13.3 Programación de riegos.	90
5.13.4 Riego deficitario.	91
5.13.5 Número de goteros por olivo.	91
5.13.6 Riegos con agua salina.	92
5.14 Fertirrigación.	94
5.14.1 Nitrógeno.	94
5.14.2 Fósforo.	95
5.14.3 Potasio.	95
5.14.4 Elección de los fertilizantes para fertirrigación.	95
5.14.5 Soluciones madres.	96
5.14.5.1 Fertilizantes sólidos solubles.	98
5.14.5.1.1 Nitrato amónico.	98
5.14.5.1.2 Urea.	98
5.14.5.1.3 Nitrato potásico.	98
5.14.5.1.4 Fosfato monoamónico.	98
5.14.5.2 Fertilizantes líquidos.	98

6. MANEJO DE SUELO.	101
6.1 Introducción.	103
6.2 Laboreo.	104
6.3 No-Laboreo Con Suelo Desnudo.	105
6.4 Semilaboreo.	106
6.5 Mínimo Laboreo.	106
6.6 Cultivo Con Cubierta De Malas Hierbas Gramíneas Durante El Invierno.	107
6.6.1 Implantación de la cubierta.	107
6.7 Cubierta De Cebada En El Centro De Las Calles.	109
6.8 Evaporación De Agua Desde El Suelo.	110
6.9 La Erosión.	110
6.10 La Producción De Olivar.	110
6.11 Los Costes De Cultivo.	110
6.12 El Régimen De Temperaturas De La Plantación.	110
6.13 Plagas y Enfermedades.	110
6.14 Riesgo De Incendios.	111
7. HERBICIDAS.	113
7.1 Concepto.	115
7.2 Clasificación De Los Herbicidas.	115
7.2.1 Herbicidas de preemergencia.	115
7.2.2 Herbicidas de postemergencia.	115
7.2.2.1 Herbicidas de contacto.	115
7.2.2.2 Herbicidas sistémicos o de translocación.	115
7.3 Herbicidas Autorizados En El Olivar.	116
7.4 Recomendaciones.	117
7.4.1 Herbicidas en plantaciones jóvenes.	117
7.4.2 Control de rodales que escapan a herbicidas residuales.	117
8. OLIVAR Y MEDIO AMBIENTE.	119
8.1 Suelo Y Medio Ambiente.	121
8.1.1 Conservación del suelo.	121
8.1.2 La erosión y la pérdida de suelo.	121
8.1.3 La degradación de la estructura del suelo.	122
8.1.4 Actividades agrícolas que favorecen el proceso de erosión y degradación de la estructura del suelo.	122
8.1.5 Medidas agronómicas basadas en conservar y mejorar el suelo.	122
8.1.6 Lucha contra la erosión. Ayudas agroambientales.	123
8.2 Fertilización Y Medio Ambiente.	126
8.2.1 Contaminación del suelo.	126
8.2.2 Contaminación de las aguas.	126
8.2.3 Aplicación correcta de la fertilización para evitar la contaminación.	127
8.2.4 Lucha contra la contaminación de nitratos.	128
8.2.4.1 Programa de Actuación.	137
8.3 Bases Teóricas De La Producción Integrada.	145
8.3.1 Gestión de los recursos naturales.	145
8.3.2 Apuesta por la agricultura sostenible y por la calidad.	145
8.3.3 Mantiene los rendimientos.	145
8.3.4 Es más respetuosa con el entorno.	145
8.3.5 Promueve la multifuncionalidad.	145
8.4 Principios De La Producción Integrada.	146
8.4.1 Se basa en estrategias globales.	146
8.4.2 Reduce la contaminación.	146
8.4.3 El agricultor es el actor principal.	146

8.4.4 El agroecosistema: factor clave.	146
8.4.5 La nutrición de los cultivos.	146
8.4.6 La fertilidad del suelo.	146
8.4.7 La sanidad vegetal: la protección integrada.	146
8.4.8 La biodiversidad del agroecosistema.	147
8.4.9 Calidad total, calidad global.	147
8.5 Producción Integrada En Olivar.	147
ANEXO I.	149
Pesos Atómicos De Elementos Comunes En Las Materias Fertilizantes.	151
Factores Útiles De Conversión.	152
ANEXO II.	157
Reglamento Especifico De Producción Integrada De Olivar.	159
BIBLIOGRAFÍA	189

I. El Suelo



1.1 INTRODUCCIÓN

El suelo es el medio en el que se ha desarrollado toda actividad agraria desde el origen de la misma. A pesar de ser un elemento básico, el suelo es un medio bastante mal conocido y en los últimos tiempos, con la agricultura intensiva, un tanto descuidado puesto que el agricultor y el desarrollo tecnológico se ha interesado bastante más por la planta que por el suelo considerando a éste un simple soporte físico de las plantas.

1.2 FORMACIÓN Y PERFIL DEL SUELO

Todo suelo agrícola es el resultado tanto de la meteorización o modificación de las rocas por los agentes climáticos como de la descomposición de las materias procedentes de las plantas y de los animales que han estado asociados con él. En este proceso concurren tres fuerzas principales: la descomposición física, la descomposición química y la descomposición orgánica.

Sobre la roca madre inicial actúa la lluvia, el viento y las temperaturas extremas.

Los calentamientos y enfriamientos que se producen de forma brusca provocan una serie de expansiones y contracciones que originan grietas y fisuras en la roca madre, que dan lugar a desprendimiento de partículas superficiales. La humedad penetra en las grietas y por cambio de temperatura se condensa y solidifica en forma de hielo provocando roturas de la roca que van aumentando a lo largo del tiempo. El viento y la lluvia provocan el desprendimiento y traslado de esas partículas. Todo ello comprende la descomposición física.

Simultáneamente se produce la descomposición química. Los gases que forman parte del aire (ácidos carbónico y nítrico), junto al vapor de agua, intervienen en la descomposición de la roca. Se forman por combinación con determinados elementos del suelo, sustancias químicas corrosivas que descomponen el suelo.

En un determinado momento se instala algún determinado tipo de vida (plantas inferiores y fauna inferior) que tras su muerte aporta al suelo la primera materia orgánica que permitirá el posterior desarrollo de formas vegetales de orden superior. Es la descomposición orgánica.

Como consecuencia de estas modificaciones se produce un ordenamiento de las capas del suelo es lo que se llama perfil del suelo. La capa más superficial es el horizonte A1 o capa arable, con mayor contenido en microorganismos, seres vivos y raíces y por lo tanto con más cantidad de materia orgánica y otra más profunda A2, más pobre en elementos nutritivos.

A continuación está el horizonte B o subsuelo, con bajo nivel de materia orgánica y mayor cantidad de elementos nutritivos procedentes del arrastre por lavado desde el horizonte A.

Por último el horizonte C es la roca madre en proceso de descomposición.

1.3 ASPECTOS FÍSICOS DEL SUELO

Como ya se ha indicado en el punto anterior, el suelo es un medio de composición orgánica y mineral, permeable por la presencia de poros.

El suelo consta de tres fracciones o fases:

- Fase sólida: con componentes de origen mineral y orgánico que difieren química y mineralógicamente y en cuanto a forma, tamaño y orientación.
- Fase líquida: agua del suelo, una solución que provoca el flujo osmótico de la tierra a la planta.
- Aire del suelo: cuya composición depende de la actividad microbiana del mismo.

1.3.1 Textura.

En el suelo se encuentran partículas de formas y tamaños muy diferentes. Atendiendo al tamaño, las partículas se pueden agrupar en tres fracciones: arena (diámetro comprendido entre 2 mm y 0,05 mm), limo (partículas de tamaño comprendido entre 0,05 mm y 0,002 mm) y arcilla (con diámetro menor de 0,002 mm). Pues bien, la proporción en que se encuentran las partículas minerales del suelo clasificadas por tamaños es lo que se denomina textura.

El análisis granalométrico, expresa la proporción relativa de arena, limo y arcilla que contiene un suelo, a partir del cual se determinan las distintas clases de textura que, vienen definidas en el esquema triangular de texturas. Conocer la textura de un suelo tiene un gran interés práctico puesto que está directamente relacionado con propiedades del mismo.

Cada fracción de textura tiene un comportamiento distinto. Así la fracción de arena y limo tienen muy poca actividad físico-química y por lo tanto son muy poco activas en la retención de agua o la adsorción de nutrientes, sin embargo, participan en la formación de macroporos que facilitan la buena circulación del aire y agua. Los suelos arenosos son, como consecuencia, permeables a las raíces, al agua y al aire, y no suelen presentar problemas de aireación. Por otra parte, suelen ser sueltos y fáciles de manejar. Sin embargo, tienen escasa capacidad de retención de agua y nutrientes.

La fracción arcilla determina junto al humus la actividad físico-química del suelo y como consecuencia influye poderosamente en las propiedades relevantes para el crecimiento y manejo del suelo, como capacidad de retención de agua, capacidad de retención de nutrientes, facilidad de movimiento para el agua, aireación y capacidad de suministro de oxígeno para las raíces, resistencia a la penetración de las raíces, facilidad de laboreo, resistencia a la erosión. Los suelos arcillosos retienen mucha cantidad de agua y nutrientes, pero presentan problemas de permeabilidad y aireación.

La proporción entre arena, limo y arcilla determina el tipo de textura que aparece en el diagrama triangular. Un suelo se le empieza a dar el adjetivo de arcilloso cuando pasa del 20 % de arcilla, arenoso cuando pasa del 40 % de arena y limosos cuando pasa del 40 % de limo. Cuando se reúnen los porcentajes anteriores el suelo es franco (40-40-20). Los suelos francos reúnen las buenas cualidades de cada una de las tres fracciones textuales definidas.

1.3.2 Presencia de partículas gruesas y piedras.

Las partículas gruesas no se tienen en consideración a los efectos de determinar la textura del suelo. Dado su carácter, no influyen por sí misma en la retención y suministro de agua y nutrientes del suelo.

1.3.3 Estructura.

La forma en que se unen las partículas minerales del suelo (textura) para formar unidades de mayor tamaño (agregados) y el espacio poroso que llevan asociado reciben el nombre de estructura del suelo.

La estructura del suelo tiene una gran influencia en la forma y cantidad con que el aire y el agua penetran y se mueven en el suelo y afecta a la penetración y desarrollo del sistema radicular. Según la disposición de las partículas y el aspecto que tiene el suelo se distinguen tres grupos: Suelos de estructura granular con tres subgrupos: pulverulentos o unigranular, arenosa y pedregosa. Suelos de estructura masiva: forman bloques casi sin fisura. Suelos de estructura fragmentaria que puede ser granular, aterronada, poliédrica, prismática, columnar y laminar o en placa.

A diferencia de la textura que permanece invariable con el tiempo, la estructura es una propiedad que se va perfilando poco a poco.

1.3.4 Porosidad. Capacidad de almacenamiento de agua.

El suelo es un medio modificable a través del tiempo, constituido por diferentes elementos como son: *Parte mineral*, formada por partículas minerales con tamaños y composiciones variadas. Suele representar entre el 45 y el 50 % del volumen total del suelo; *Aire* que ocupa los espacios, constituyendo la atmósfera del suelo, y agua en cantidad variable según el estado de humedad del suelo. El conjunto de aire y agua suele ocupar aproximadamente la mitad del volumen; *Materia orgánica* formada por la descomposición de residuos de vegetales y animales, que existen en el suelo, realizada por microorganismos. Ocupa entre el 0,5 y el 5 % del suelo.

El espacio del volumen del suelo que no está ocupado por las partículas minerales y orgánicas es lo que conocemos como porosidad. La porosidad está formada tanto por los microporos o poros capilares que son poros muy pequeños que quedan entre las partículas finas y los macroporos de mayor tamaño que quedan entre los agregados y las partículas gruesas. Estos últimos determinan en el suelo una mayor permeabilidad y los primeros una mayor retención del agua.

1.3.5 Densidad.

La relación entre la masa de un volumen de tierra y la de ese mismo volumen es lo que nos da la densidad del suelo. Si ese volumen es tal como se presenta en el terreno (incluye la porosidad) tenemos la densidad aparente y si el volumen es el que realmente ocupan en estado seco sus componentes sólidos, tendremos la densidad real.

La densidad real suele ser aproximadamente de 2,65 g/cm³ y las densidades aparentes suelen ser: para suelos arcillosos de 1,2 a 1,3; para suelos limosos de 1,3 a 1,4 y para suelos arenosos de 1,4 a 1,5. Hay una relación entre la densidad aparente y la porosidad: a menor densidad aparente, mayor porcentaje de porosidad y viceversa.

1.3.6 Consistencia.

La consistencia del suelo es la cohesión que mantiene unidas a las partículas que lo componen, lo que determina la mayor o menor resistencia que ofrece el suelo a la penetra-

ción de las raíces y a la ejecución de las labores. Los términos en que se expresa la consistencia son: dureza, resistencia del suelo a romperse; firmeza, resistencia del suelo húmedo a disgregarse; plasticidad, capacidad de un suelo saturado de agua para adquirir y mantener una forma cuando se comprima; pegajosidad, capacidad de un suelo saturado de agua a adherirse a otros objetos. La consistencia del suelo está relacionada con su contenido en arcilla; a mayor contenido en arcilla mayor dureza, firmeza, plasticidad y pegajosidad.

1.3.7 Color.

El color del suelo está relacionado con los minerales que lo componen y con su contenido en agua y materia orgánica. Para apreciar el color, el suelo debe estar seco, porque a igualdad de condiciones el suelo húmedo es más oscuro que el suelo seco. El color de las capas profundas del suelo es debido a los minerales que lo integran, mientras que el de las capas superficiales es debido, sobre todo, al contenido de humus y de minerales de hierro. El humus oscurece el color de los suelos y la caliza los aclara.

1.3.8 Temperatura del suelo.

La temperatura del suelo depende de la intensidad de la radiación solar recibida, que está condicionada por los siguientes factores: el ángulo de incidencia de los rayos solares; la nubosidad; el color del suelo; el contenido de agua y la cubierta vegetal.

1.4 ASPECTOS QUÍMICOS DEL SUELO

1.4.1 Propiedades adsorbentes. Capacidad de intercambio catiónico.

Los suelos son capaces de adsorber muchas de las sustancias que, en forma de iones o moléculas, entran en contacto con ellos (agua, nutrientes, metales pesados, fungicidas, plaguicidas, herbicidas, etc.). Por lo tanto, en la solución del suelo existen iones, unos con carga positiva (cationes) y otros con carga negativa (aniones) y son retenidos por las partículas del suelo debido al poder adsorbente del mismo y a esto es a lo que se llama intercambio de iones, que puede ser de aniones o de cationes (muy particularmente cationes). Se llama capacidad de intercambio catiónico (CIC) a la cantidad total de cationes que el suelo o las partículas que lo componen es capaz de adsorber.

La capacidad del suelo de adsorber iones tiene una función fundamental que es la de servir de almacén de cationes y aniones precisos para la nutrición de las plantas. El anión nitrato, casi no es retenido y por esto puede haber pérdidas por lavado, mientras que el fosfato es adsorbido fuertemente y no hay peligro de pérdidas por lavado.

1.4.2 La materia orgánica en los suelos agrícolas.

La materia orgánica del suelo es uno de los factores más importantes a la hora de determinar la productividad del suelo.

La materia orgánica aparece en el suelo como consecuencia de la actividad de los seres vivos y está constituida por la mezcla de microorganismos y residuos animales y vegetales. Además, puede haber aporte de materia orgánica de origen distinto a los señalados. La materia orgánica incorporada en forma adecuada da vida al suelo, ya que sirve de alimento a todos los organismos que viven en él.

La transformación de la materia orgánica fresca en nutrientes asimilables por la planta es consecuencia de, por una parte, su mineralización directa y rápida y, por otra, de la formación de humus y posterior mineralización lenta.

El contenido de materia orgánica en los horizontes superficiales de suelos cultivados desciende en aquellos que sufren fuerte laboreo o en los que se desarrollan rotaciones de alta intensidad que dejan pocos residuos. Este contenido desciende rápidamente con la profundidad.

Esta relación entre la materia orgánica del suelo y su vegetación se mantiene en un equilibrio más o menos estable en aquellos suelos que sostienen una vegetación espontánea, como ocurre en los bosques y praderas, pero tratándose de suelos dedicados al cultivo, sometidos a una extracción intensiva y continuada de cosechas, ocurre que este equilibrio se rompe, produciéndose paulatinamente el empobrecimiento de la materia orgánica del suelo, disminuyendo en consecuencia, su fertilidad.

1.4.3 Reacción del suelo. Suelos ácidos y suelos básicos o alcalinos.

La reacción del suelo expresado como pH (potencial de hidrógeno) viene dada por la concentración de protones (H^+ , H_3O^+). El pH varía entre 0 y 14, siendo el pH del agua 7 que indica neutralidad.

En los suelos en pH se mueve entre 3 y 9. Se llaman suelos ácidos los que tienen un pH por debajo de 7 y alcalinos los que tienen un pH por encima de 7. Los suelos ácidos proceden de aquellos cuya roca madre es rica en sílice, mientras que aquellos cuya roca madre es rica en cationes básicos dan lugar a suelos alcalinos.

La reacción del suelo es decir el carácter ácido o alcalino de este puede dar lugar a inconvenientes de tipo físico, químico o biológico si la acidez o alcalinidad son elevadas. Desde el punto de vista físico se puede resentir la estructura en los terrenos arcillosos y formar una costra en los limosos en suelos ácidos, lo mismo que en los suelos alcalinos con pH superior a 8,5. En el orden químico varía la disponibilidad de nutrientes según el pH y en el orden biológico influye en la presencia de unos u otros microorganismos sino también su actividad. Con $pH < 5,5$, predominan los hongos sobre las bacterias y a la inversa. Las lombrices se multiplican más en los suelos neutros y ligeramente alcalinos. También el pH influye en los distintos cultivos, unos se adaptan mejor a los suelos ácidos que a los básicos y otros al revés.

La mayor parte de las plantas cultivadas tiene su óptimo de crecimiento en las proximidades de la neutralidad aunque soportan, en general más fácilmente la acidez que la basicidad.

1.4.4 La salinidad del suelo.

Se dice que un suelo es salino cuando contiene un exceso de sales solubles, cuyos iones en la solución del suelo impiden el desarrollo normal de los cultivos. Estas sales son:

Cationes: Calcio (Ca^{+2}); Magnesio (Mg^{+2}); Sodio (Na^+) y Potasio (K^+).

Aniones: Cloruro (Cl^-); Sulfato (SO_4^{-2}); Bicarbonato (HCO^{-3}) y Carbonato (CO_3^{-2}).

Las sales del suelo proceden:

- Meteorización de los minerales que constituyen la corteza terrestre.
- Empleo de aguas salinas: las sales que contiene el agua de riego se puede acumular en el suelo hasta alcanzar límites peligrosos.
- Movilización de sales contenidas en el subsuelo: Al poner en regadío un área de cultivo es inevitable que una parte del agua de riego pase al subsuelo. Si este contiene una capa salina y no es suficientemente permeable, se formará una capa de agua salina que irá subiendo de nivel hasta alcanzar el suelo de cultivo.

El efecto que la salinidad ocasiona sobre las plantas es de dos tipos:

- Efecto osmótico: Al aumentar la concentración de sales en la solución del suelo la planta necesita hacer un mayor esfuerzo de succión para absorber el agua.
- Toxicidad: Algunos iones como el Na, Cl, o B, pueden causar efectos tóxicos al acumularse en las zonas de transpiración más intensas. Los problemas de toxicidad suelen ser más frecuentes en plantas leñosas de hoja perenne.

1.5 ASPECTOS BIOLÓGICOS. MICROORGANISMOS

El suelo es un medio favorable para la vida y en él se desarrollan una gran cantidad de seres tanto del reino animal como del reino vegetal que podemos dividir en dos grandes grupos: macroorganismos y microorganismos.

Los macroorganismos animales son pequeños mamíferos, insectos, arácnidos, caracoles, lombrices, etc. y los vegetales son las raíces de las plantas tanto cultivadas como perjudiciales.

Los microorganismos que viven en el suelo son muy numerosos y varían según el medio y la cantidad de alimento disponible. Los de origen animal son los gusanos y los protozoos, mientras que los de origen vegetal son las algas, hongos, bacterias y otros. Las bacterias son el grupo más numeroso y participan en un gran número de transformaciones bioquímicas. Algunas en simbiosis con otros organismos son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico.

Los microorganismos toman del suelo los elementos nutritivos que necesitan para alimentarse y multiplicarse. Algunos son perjudiciales, mientras que otros son muy beneficiosos.

1.5.1 Transformaciones microbianas del nitrógeno, fósforo, potasio y azufre.

El nitrógeno se encuentra en el suelo en forma orgánica y en forma mineral. En forma orgánica no puede ser absorbido por la planta sino que debe transformarse en nitrógeno mineral y éste en ión nitrato, forma en la que puede ser asimilado. El proceso de mineralización del nitrógeno orgánico a mineral tiene las siguientes fases: Aminificación, transformación por bacterias y hongos aerobios de las proteínas en aminas y aminoácidos. Amonificación, transformación de aminas y aminoácidos en compuestos amoniacales. Nitritación, el amoníaco es transformado en nitritos por las bacterias nitrosomonas. Nitratación, los nitritos pasan a nitratos por las bacterias nitrobácteres.

También puede ser fijado en nitrógeno atmosférico por microorganismos libres (azotobácteres) y por bacterias en simbiosis con plantas superiores (Rhizobium).

El fósforo también se encuentra en el suelo en forma orgánica o mineral. Los microorganismos actúan sobre el fósforo de la siguiente manera: los compuestos minerales insolubles son transformados en solubles para que puedan ser absorbidos por las plantas. Los orgánicos se transforman en minerales asimilables. También a la inversa pueden transformar los minerales asimilables en minerales no asimilables.

De la misma forma que el nitrógeno y el fósforo se encuentra el potasio en el suelo, pero el potasio orgánico no presenta los mismos problemas que los otros elementos y solamente un tercio del potasio orgánico requiere la acción de los microorganismos para ser asimilable.

Con el azufre ocurre igual que con el nitrógeno, la mayor parte está en forma orgánica y necesita una transformación para ser asimilable. En condiciones normales el azufre orgánico pasa a sulfato, forma asimilable por las plantas. El azufre inorgánico es oxidado a formas asimilables por las bacterias del género *Tiobacillus* y otros géneros de bacterias y hongos. El ácido sulfhídrico eleva la acidez del suelo y de ahí la acción acidificadora de los abonos que contienen azufre.

1.5.2 Micorrizas.

Son asociaciones simbióticas entre hongos microscópicos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas. La planta cede al hongo carbohidratos, proteínas y vitaminas, mientras que el hongo es capaz de absorber nutrientes minerales (especialmente fosfatos) y transportarlos a la planta. El fósforo es el principal nutriente absorbido por las micorrizas, cuya mayor parte está en forma insoluble en el suelo y por tanto no asimilable por la planta, siendo de esta manera aprovechado al serle transferido por el hongo.

II. Interpretación de Análisis del Suelo



2.1 INTRODUCCIÓN

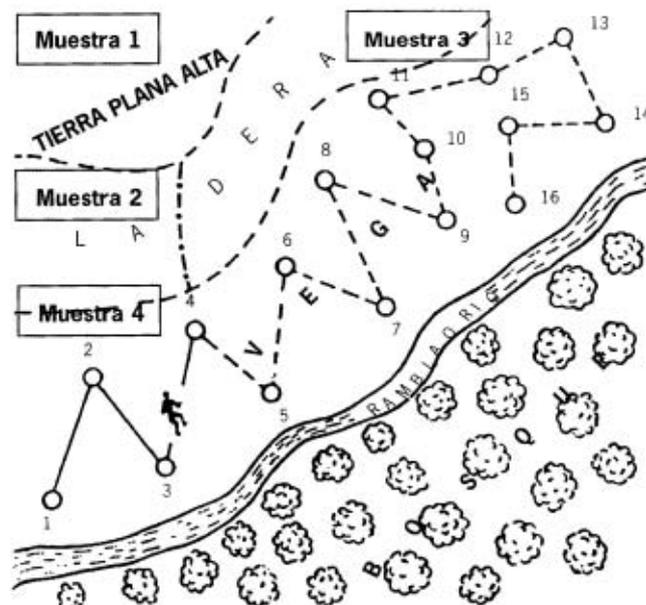
Los resultados de los análisis de suelos suelen ser normalmente informativos y no determinantes a la hora de programar la fertilización, ya que en muchas ocasiones existe una elevada concentración de un determinado nutriente en el suelo y sin embargo no está disponible para las plantas, es frecuente en Andalucía, encontrar olivares con deficiencias o síntomas visuales de carencia en potasio en suelos con alto contenido en este elemento; y en otras ocasiones la concentración de un nutriente en el suelo es muy variable en el transcurso del año, como sucede con el N, cuya concentración varía debido a su gran movilidad disuelto en las aguas de lluvia o de riego.

Sin embargo, debe realizarse un análisis para conocer las propiedades físicas y químicas, que se repetirá cada 5 ó 6 años, lo que nos permitirá realizar un seguimiento de la evolución del contenido en los nutrientes que puedan afectar a la fertilización futura de nuestro olivar.

2.2 TOMA DE MUESTRAS

Para preparar una muestra de suelo que sea válida para la realización de un análisis debemos tomar en consideración los siguientes puntos:

- La muestra de tierra debe ser representativa de la plantación que vamos a abonar y de todo el volumen de suelo explorado por las raíces. Por otro lado, la explotación debe ser dividida con diferentes criterios en parcelas homogéneas (color del suelo, textura, pendiente del terreno, etc.). Cada parcela debe ser muestreada por separado.
- De cada parcela se tomarán submuestras individuales de tierra en puntos regularmente distanciados entre sí.



△ Ilustración 1

- Profundidad de la muestra; dependerá de la profundidad que alcancen las raíces del cultivo que se pretenda implantar. En el caso de arbolado se harán tres tomas: de 0 - 30 cm de 30 - 60 cm y 60 - 90 cm. No mezclar submuestras de suelo y subsuelo.

- Al término del recorrido se procederá a mezclar todas las submuestras extraídas a la misma profundidad, separando una porción representativa de la mezcla resultante (0,5 kg de tierra es suficiente). Las submuestras deberán estar secas y desmenuzadas para que se mezclen bien.

- Las muestras se pueden tomar con azada, barrena o cualquier otro utensilio que no contamine.

- No se debe hacer la toma de muestras después de un estercolado, encalado, abonado, etc...

Se remitirán al laboratorio en bolsas de plástico en las que se hará constar, como mínimo, la siguiente información: término municipal y provincia; identificación de la parcela; profundidad; fecha de muestreo.

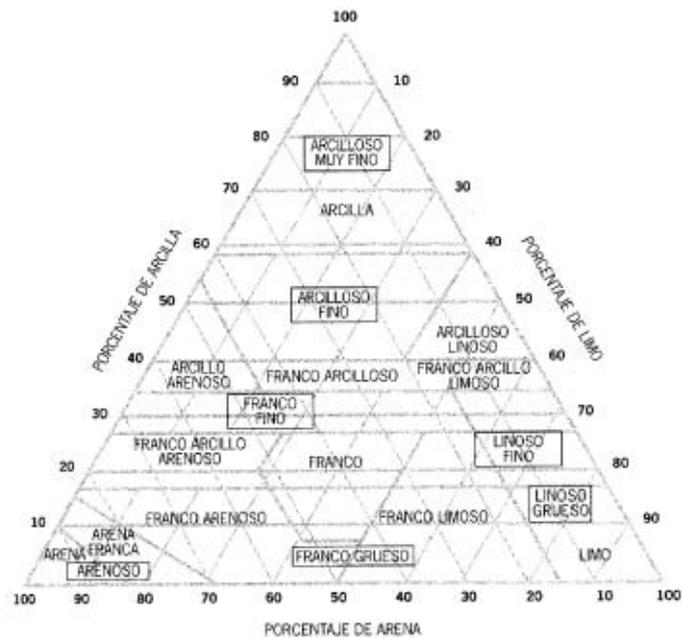
Para la interpretación del análisis hay que tener presente el historial del suelo: abonados en años anteriores, enmiendas, riego o secano...

En una analítica completa del suelo hemos de pedir al laboratorio que nos determine: textura, conductividad eléctrica, pH, relación carbono/nitrógeno, carbonatos totales, materia orgánica, nitrógeno, caliza activa, capacidad de cambio catiónico, fósforo asimilable, potasio asimilable, magnesio de cambio, calcio de cambio, sodio de cambio, micronutrientes y en algunos casos el tipo de arcilla predominante.

2.3 INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS

2.3.1 Textura.

Es la clasificación del suelo en función del tamaño de las partículas que lo forman, según el porcentaje de arena, limo y arcilla que tiene el suelo objeto del estudio. Así los suelos que tienen un elevado porcentaje de arcilla se dice que tienen textura arcillosa, pesada o fuerte, al contrario los suelos que tienen un elevado porcentaje de arena se dice que tienen textura arenosa o suelta, en mitad de los extremos anteriores tenemos los suelos limosos, se dice que un suelo tiene textura franca cuando el contenido de arena, limo y arcilla es equilibrado. Para evaluar la textura de un suelo utilizamos los triángulos de textura.



Δ Ilustración 2

El crecimiento y desarrollo de las raíces varía considerablemente en función de la textura del suelo. En general, las raíces crecen más vigorosamente en suelos francos, de textura media, y no estratificados, que en suelos de textura fina o gruesa. En este tipo de suelos la permeabilidad es buena, el agua disponible alta y la aireación adecuada para el desarrollo óptimo de las raíces y el crecimiento del árbol. En los suelos arcillosos, de textura fina, la permeabilidad es baja y por consiguiente la aireación limitada. Por el contrario, en suelos arenosos, de textura gruesa, el agua drena rápidamente y están bien aireados pero la cantidad de agua disponible es baja lo que limita además la disponibilidad de nutrientes

2.3.2 Salinidad.

Las sales se encuentran en todos los suelos y aportan muchos de los elementos esenciales para el crecimiento normal del árbol. Sin embargo, cuando se concentran en exceso pueden causar daños de consideración y pueden incluso ser limitantes para la plantación.

El exceso de sales en un suelo puede ser inherente al material parental del mismo o éstas pueden acumularse como consecuencia del riego con aguas salinas o por capilaridad desde las capas freáticas. En cualquier caso la movilidad de las sales es alta y se translocan fácilmente en el suelo. Su distribución está influenciada por las características del perfil, las lluvias, el nivel de las capas freáticas, el sistema de riego y otros factores. Como consecuencia de ello, la cantidad de sales solubles en el suelo varía ampliamente en distancias cortas, tanto vertical como horizontalmente, por lo que el muestreo para el análisis ha de realizarse cuidadosamente.

Las sales que normalmente se encuentran en los suelos salinos incluyen iones de calcio, sodio, magnesio, cloruro, sulfato, bicarbonato y carbonato. El análisis de las sales en

su conjunto se mide indirectamente a través de la conductividad eléctrica, de tal manera que si un suelo tiene una conductividad eléctrica alta, esto significa que tendrá gran cantidad de iones disueltos, estos iones son los constituyentes de las sales, por ello el suelo analizado tendrá un alto contenido en sal.

Actualmente la conductividad eléctrica se mide en mhos/cm o también siemens/metro, $1\text{dS/m} = 1\text{mmhos/cm}$.

Para evaluar la salinidad del suelo se hace una primera prueba de salinidad (Prueba previa de salinidad 1/5), si ésta da un resultado inferior a 0.2 mmhos/cm, indica que no existe problema de salinidad; si la conductividad es mayor, el suelo puede ser salino o no, pero para determinarlo es necesario hacer un análisis del extracto de saturación.

Niveles de salinidad según C.E. (mmhos/cm en extracto de saturación, referidos a 25 ° C).

Valores de conductividad eléctrica	Tipo de suelo
< 2 mmhos/cm	Suelo no salino. Efectos de sales despreciables
2 - 4 mmhos/cm	Ligeramente salino. Efectos en cultivos sensibles
4 - 8 mmhos/cm	Salino, reducción de cosechas en los cultivos
8 - 16 mmhos/cm	Muy salino, sólo cultivos tolerantes a la salinidad

Aún a bajos contenidos de sales totales, el desarrollo normal de la plantación puede afectarse por el exceso de algunos iones específicos, bien por los efectos negativos sobre el propio suelo, o bien por los efectos tóxicos en la planta

2.3.3 pH.

Varía desde 0 a 14, pero en los suelos generalmente no sale del intervalo 4 - 10. Nos va a indicar la acidez o basicidad del suelo. La mayor parte de las plantas cultivadas tienen un óptimo de crecimiento próximo a la neutralidad aunque soportan, en general, más fácilmente la acidez que la basicidad. El pH puede venir medido en agua o en cloruro potásico. El valor de pH medido en cloruro potásico va a ser siempre menor que en agua. El pH del suelo nos va a dar idea de la movilidad de los nutrientes, variedades más aconsejables, toxicidades, actividad microbiana, etc...

pH	Denominación de los suelos
3 - 4.5	Suelos extremadamente ácidos
4.5 - 5	Suelos fuertemente ácidos
5 - 5.5	Suelos muy ácidos
5.5 - 6	Suelos ácidos
6 - 6.75	Suelos débilmente ácidos
6.75 - 7.25	Suelos neutros
7.25 - 8.5	Suelos básicos o alcalinos
> 8.5	Suelos muy alcalinos

2.3.4 Relación C/N.

Expresa el cociente entre el carbono orgánico y el nitrógeno total contenido en la muestra de suelo. Cuando la relación C/N es alta hay una gran actividad de los microorganismos del suelo, estos microorganismos necesitan del nitrógeno para descomponer el carbono orgánico, por tanto las plantas cultivadas sufrirán una competencia fuerte por los compuestos nitrogenados del suelo, lo que origina una pérdida temporal de la fertilidad nitrogenada del suelo. Solamente cuando descienda la relación C/N y disminuya la actividad microbiana, podrá aparecer nitrógeno mineral que no es utilizado por los microorganismos y queda a disposición de la planta.

Los buenos suelos agrícolas son los que permiten una actividad microbiana elevada y las materias orgánicas evolucionan con rapidez, por el contrario si la relación C/N se mantiene alta en el tiempo hay que buscar las causas que la motivan: sequía, encharcamiento, apelmazamiento, acidez o basicidad excesiva, salinidad, alcalinidad, muy baja fertilidad mineral, etc.

Relación C/N	Efecto en el suelo
< 10	Excesiva liberación del nitrógeno
10 – 12	Normal liberación del nitrógeno
12 – 15	Escasa liberación del nitrógeno
> 15	Muy escasa liberación del nitrógeno

2.3.5 Carbonatos totales.

Nos da idea de la cantidad total de caliza que contiene el suelo. Los suelos con alto contenido en caliza pueden sufrir bloqueos en diversos nutrientes como es el caso del fósforo, que aunque pueda existir en el suelo no está en una forma asimilable. Los carbonatos totales se expresan como % de suelo seco:

Porcentaje de carbonatos (%)	Tipo de suelo
< 0.5	Muy pobre
0.5 – 3	Pobre
3 – 8	Bajo
8 – 12	Normal bajo
12 – 20	Normal alto
20 – 60	Alto
> 60	Muy alto

2.3.6 Materia orgánica.

La materia orgánica del suelo puede encontrarse en tres formas:

- Materia orgánica fresca
- Materia orgánica en vías de descomposición
- Materia orgánica descompuesta

El análisis de materia orgánica nos proporciona la suma de las dos últimas. Generalmente el nivel óptimo de materia orgánica de un suelo no coincide con el óptimo económico para cada cultivo. Las tablas que recogemos (método Walkley - Black), se refieren al óptimo económico tanto en regadío como en secano:

Cultivos de secano

Textura del suelo	Óptimo de materia orgánica (%)
Suelos fuertemente arcillosos	2.3 - 2.5
Suelos arcillosos	1.9 - 2.0
Suelos francos	1.6 - 1.7
Suelos arenosos	1.2 - 1.3

Cultivos de regadío

Textura del suelo	Óptimo de materia orgánica (%)
Suelos arcillosos	2.5
Suelos francos	2.3
Suelos arenosos	2.0

2.3.7 Nitrógeno.

Más del 95 % del nitrógeno que hay en el suelo se encuentra formando parte de la materia orgánica del suelo, por tanto no está asimilable a corto plazo, hasta que los microorganismos del suelo no lo descompongan. La tabla comparativa que a continuación se expone hace referencia al nitrógeno total del suelo (Método Kjeldahl), por tanto el dato obtenido hay que verlo en conjunto con la relación C/N para informarnos si realmente nuestro suelo tiene un buen nivel de nitrógeno asimilable.

Porcentaje de nitrógeno total (%)	Tipo de suelo
< 0.05	Muy bajo
0.06 - 0.10	Bajo
0.11 - 0.20	Normal
0.21 - 0.40	Alto
> 0.41	Muy alto

2.3.8 Caliza activa.

Se entiende por caliza activa la proporción de carbonato cálcico finamente dividida, y que por tanto es capaz de disolverse en el agua produciendo problemas en las plantas denominados "clorosis férrica". El porcentaje de caliza activa nos puede dar pautas acerca de la variedad a cultivar, patrón, forma de mantenimiento del suelo, etc...

Caliza activa (% sobre suelo seco)	Tipo de suelo
< 1	Muy pobre
1 - 2	Pobre
2 - 4	Bajo
4 - 7	Normal bajo
7 - 10	Normal alto
10 - 15	Alto
> 15	Muy alto

2.3.9 Capacidad de intercambio catiónico.

Los complejos coloidales del suelo (arcilla-humus) están cargados negativamente, esta carga, al igual que ocurre en los imanes, es capaz de atraer a cargas positivas. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se define como el número de espacios (negativos) que podrán ser ocupados por cationes (nutrientes) y por tanto almacenados hasta que las plantas los tomen. Es por lo tanto una propiedad que nos indica la fertilidad potencial del suelo.

La capacidad de intercambio catiónico depende fundamentalmente de la textura del suelo, tipo de arcillas predominantes y contenido en humus.

Los suelos con una elevada capacidad de intercambio catiónico son capaces de almacenar gran cantidad de nutrientes, que podrán ser suministrados a las plantas, por tanto admiten mayores dosis de abonado, sin embargo en los suelos con capacidad baja hay que fraccionar los abonos en dosis más pequeñas.

Pero una CIC alta, no asegura la presencia de cantidades suficientes de todos los nutrientes, puesto que el almacén del suelo puede estar mal abastecido de uno o varios de ellos, e incluso puede estar ocupado por un exceso de cationes indeseables o tóxicos, como el sodio.

C.I.C. (Meq/100 g)	Tipo de suelo
> 40	Muy alto
25 - 40	Alto
12 - 25	Medio
6 - 12	Bajo
< 6	Muy bajo

2.3.10 Fósforo asimilable.

Existen diversos métodos de análisis, si el método usado es el de Olsen, usaremos la siguiente tabla expresada en partes por millón (p.p.m.)

Secano	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 20	21 - 32
Franco	0 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 30	31 - 48
Arcilloso	0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 40	41 - 64
Regadío extensivo	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0 - 6	7 - 12	12 - 18	19 - 30	31 - 48
Franco	0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 40	41 - 64
Arcilloso	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 50	51 - 80
Regadío intensivo	Muy bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy alto
Arenoso	0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 40	41 - 64
Franco	0 - 10	11 - 20	20 - 30	31 - 40	51 - 80
Arcilloso	0 - 12	13 - 24	25 - 36	37 - 60	61 - 96

Si el método utilizado en el análisis es el de Bray, emplearemos la siguiente tabla (p.p.m.)

Fósforo asimilable (p.p.m.)	Tipo de suelo
0 - 3	Muy bajo
4 - 7	Bajo
8 - 20	Normal
21 - 30	Alto
> 31	Muy alto

2.3.11 Potasio de cambio.

Mientras que en el análisis no se especifique otro método, se supone que para la determinación se ha usado el del acetato amónico 1 N, y para su interpretación se emplea la siguiente tabla (p.p.m.):

Riqueza en arcilla	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
< 10 % Arcilla (1)	50	80	125	175
20 % Arcilla (1)	75	100	200	300
30 % Arcilla	100	150	275	350
> 40 % Arcilla	125	175	300	400

(1) En cultivos exigentes deben duplicarse los valores críticos (patata, remolacha, etc.)

Si el sistema empleado es el de Egner - Riehm (extracción con agua), usaremos la siguiente tabla en p.p.m.:

Textura	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto
Arenosa	50	70	100	150
Franca	70	85	125	200
Arcillosa	85	100	150	250

2.3.12 Magnesio asimilable.

El contenido asimilable de este catión se interpreta en conjunto con el calcio.

Si en el análisis no nos especifican el método utilizado entenderemos que se ha usado el método del acetato amónico 1 N en mg/100 g.

Valores de calcio	Contenidos normales de magnesio (mg/100 g)
Calcio bajo	8 – 10
Calcio normal	18 – 20
Calcio alto	25

Cuando el método empleado para el análisis ha sido el del cloruro cálcico emplearemos la siguiente tabla (p.p.m.):

Textura	Bajo	Medio	Alto
Arenosa	18	24	36
Franca	24	36	50
Arcillosa	36	60	80

2.3.13 Calcio.

Extracción con acetato amónico 1 N. Valores expresados en mg/100g

Calcio asimilable (mg/100 g)	Contenido
300 – 400	Normal
< 300	Pobres
> 400	Ricos

2.3.14 Sodio de cambio.

La importancia del estudio del contenido en sodio radica en el perjuicio que hace el exceso de este catión. El alto contenido en sodio provoca una dispersión de los coloides arcillosos y húmicos del suelo dando como consecuencia una pérdida de la estabilidad estructural. Como consecuencia de esta estabilidad estructural se dificulta la circulación del agua y aire por lo que se producen encharcamientos y asfixia radicular.

El método de análisis que se suele utilizar es el del acetato amónico 1 N.

Meq/100 g de suelo	Contenido en sodio
< 0.05	Pobre
0.05 - 0.10	Bajo
0.10 - 0.30	Normal bajo
0.30 - 0.70	Normal alto
0.70 - 1.00	Alto
> 1.00	Muy alto

2.3.15 Micronutrientes.

Por lo general nunca faltan en el suelo, siendo los problemas de carencias más frecuentes debidos a bloqueos por interacción con otros elementos, condiciones de pH, etc... Cuando se presentan carencias de estos micronutrientes se suele recurrir al empleo de abonos foliares que los contengan o al empleo de quelatos. Entre los nutrientes destacamos por su importancia:

2.3.15.1 Hierro.

Las carencias en hierro no se presentan porque el elemento no esté presente en el suelo, sino que suele ser un exceso de caliza activa el que bloquea la asimilación del mismo, produciéndose en la vegetación la llamada "clorosis férrica".

2.3.15.2 Boro.

El boro es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, pero éstas en general requieren cantidades muy pequeñas. Un exceso de boro puede producir toxicidades en la planta que impidan su normal desarrollo. Aunque el exceso de boro está asociado a suelos salinos, muchas veces es consecuencia del riego con aguas ricas en este elemento.

Contenido en boro (p.p.m.)	Toxicidad
< 0.5	Inapreciable
1	Pueden mostrarla cultivos sensibles
5	Pueden mostrarla cultivos tolerantes
10	Pueden mostrarla cultivos muy tolerantes

2.3.15.3 Manganeso.

Por debajo de 1 p.p.m. se considera un nivel bajo, pudiendo resultar tóxico para los cultivos por encima de 100 p.p.m., cuando el pH es menor de 5.

2.3.15.4 Cobre.

Se pueden presentar carencias por debajo de 5 p.p.m., siendo lo normal 20 p.p.m.

2.3.15.5 Cinc.

Con valores de pH superiores a 6.5 y 4 p.p.m. del elemento, pueden presentarse carencias en algunos cultivos.

2.3.16 Tipo de arcilla.

En los terrenos de secano cultivados en suelos calizos y con altos contenidos en arcilla (illita especialmente), el potasio queda bloqueado en el suelo. En estos suelos se hace necesaria la aplicación foliar de este elemento.

2.4 EJEMPLOS DE INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS

A) Fecha: 24/03/97

Determinaciones solicitadas:

Capacidad de intercambio catiónico = 14.44 meq/100 g

Arcilla = 25.1 %

Limo = 52.9 %

Arena = 22.0 %

Calcio de intercambio = 11.63 meq/100 g

Magnesio de asimilable = 1.82 meq/100 g

Potasio de intercambio = 0.15 meq/100 g

Sodio de intercambio = 0.84 meq/100 g

Carbonatos = 77.11 %

Caliza activa = 20.31 %

Fósforo asimilable = 4.5 p.p.m.

Hierro = 0.48 %

Materia orgánica oxidable = 0.97 %

Nitrógeno orgánico = 0.06 %

pH = 8.56

Conductividad eléctrica en extracto de saturación = 3.8 mmho/cm

Relación carbono/nitrógeno = 10.7

Boro = 0.3 p.p.m.

Manganeso = 0.3 p.p.m.

Cobre = 24 p.p.m.

Cinc = 3.9 p.p.m.

B) Fecha: 24/03/97

Determinaciones solicitadas:

Capacidad de intercambio catiónico = 24.3 meq/100 g

Arcilla = 32.8 %

Limo = 47.1 %

Arena = 20.1 %

Calcio de intercambio = 8.25 meq/100 g

Magnesio de asimilable = 0.82 meq/100 g

Potasio de intercambio = 0.35 meq/100 g

Sodio de intercambio = 0.34 meq/100 g

Carbonatos = 19.42 %

Caliza activa = 7.1 %

Fósforo asimilable = 43 p.p.m.

Hierro = 0.48 %

Materia orgánica oxidable = 2.97 %

Nitrógeno orgánico = 0.5 %

pH = 7.5

Conductividad eléctrica (1/5) = 0.093 mmho/cm

Relación carbono/nitrógeno = 7

Boro = 3 p.p.m.

Manganeso = 3 p.p.m.

Cobre = 14 p.p.m.

Cinc = 9 p.p.m.

III. Nutrición de las Plantas



3.1 EXIGENCIAS BÁSICAS PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

- Agua
- Anhídrido carbónico
- Oxígeno
- Luz
- Temperatura
- Elementos nutritivos: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), cinc (Zn), molibdeno (Mo), boro (B) y cloro (Cl).

Las plantas varían su composición según se trate de una especie u otra, pero como promedio el 70 - 80 % del peso total de la planta está constituido por el agua, un 20 - 27 % es materia orgánica y un 2 - 3 % son sales minerales.

3.2 ELEMENTOS ESENCIALES

Excluyendo el oxígeno, hidrógeno y carbono, que son suministrados por el agua y por el aire y constituyen el 93 % de la materia seca, los elementos nutritivos de las plantas se denominan esenciales, y todos ellos cumplen:

- La falta absoluta de cualquiera de estos elementos impide el completo desarrollo de la planta.
- Esta falta sólo puede ser corregida suministrando a la planta el elemento en cuestión y no otro.

Según su importancia relativa los elementos esenciales se clasifican en:

3.2.1 *Macroelementos o macronutrientes.*

- Primarios o principales: nitrógeno, fósforo y potasio.
- Secundarios: calcio, magnesio y azufre.

3.2.2 *Microelementos o micronutrientes.*

Hierro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, boro y cloro.

Para determinadas plantas se pueden considerar también como esenciales el sodio (Na), el cobalto (Co) y el silicio (Si).

3.3 FUNCIONES DE LOS NUTRIENTES

3.3.1 *Nitrógeno.*

Es el elemento más importante en el abonado. Las principales funciones del nitrógeno son:

- Desarrollo foliar y vigor de la planta.
- Componente de proteínas y ácidos nucleicos.
- Favorece la formación de sustancias orgánicas.
- Proporciona color verde intenso.
- Se considera factor de cantidad.

Este elemento se absorbe principalmente en forma de nitrato (NO_3^-) y en menor cuantía como ión amonio (NH_4^+). El nitrógeno nítrico favorece la asimilación del magnesio y del potasio.

En los casos en que se produce deficiencia del elemento se producen unos síntomas característicos que son: clorosis o amarilleamiento generalizado de toda la planta, manifestándose primero en las hojas más viejas, empezando desde el ápice hasta la base. Crecimiento lento. Reducción del vigor.

En otros casos el nitrógeno puede causar problemas no por defecto del mismo sino por exceso, como son: retraso en la maduración, crecimientos muy tiernos, sensibilidad a enfermedades y plagas, el exceso en forma nítrica dificulta la asimilación del boro y fósforo y el exceso en forma amoniacal dificulta la absorción del magnesio y del potasio.

3.3.2 Fósforo.

Es un nutriente que participa como componente de los ácidos nucleicos y fosfolípidos. Es absorbido por la planta en forma de PO_4H_2^- y $\text{PO}_4\text{H}_2^{2-}$.

Favorece el desarrollo radical, la floración, fecundación, fructificación y maduración de frutos y semillas, se considera un factor de calidad.

Las deficiencias en este elemento se muestran con una sintomatología con hojas verdes muy oscuras y con tonalidades púrpuras o bronceadas, reducción sensible del desarrollo, apareciendo los síntomas primero en las hojas viejas que caen prematuramente.

El exceso del elemento dificulta la absorción de hierro, cinc, cobre, potasio, manganeso y boro.

3.3.3 Potasio.

Es absorbido como K^+ , favorece la asimilación del hierro. Actúa como regulador de la presión osmótica de las células, interviene en la formación de azúcares, almidón y grasas acumulándose en frutos y tubérculos, da dureza y consistencia a los tejidos, forma parte de los estomas, mejora el tamaño, color y consistencia de los frutos, se considera un factor de calidad.

La deficiencia en potasio provoca reducción del crecimiento, amarilleamiento de los márgenes de las hojas, sensibilidad a la sequía, tallos débiles, baja calidad de los frutos y plantas con poco vigor y resistencia.

3.3.4 Magnesio.

Es componente de la clorofila. Favorece la absorción de molibdeno.

Los síntomas de deficiencia se muestran en principio en las hojas viejas, apareciendo clorosis y necrosis desde la base hasta el extremo.

El exceso dificulta la absorción del potasio y el calcio.

3.3.5 Calcio.

Juega un importante papel en la división celular, por lo que es importante en el crecimiento.

La deficiencia de calcio es bastante rara, mostrándose reducción del crecimiento, clorosis y deformaciones.

3.3.6 Azufre.

Forma parte de muchos compuestos orgánicos. Las deficiencias en azufre, aunque raras, aparecen como amarilleamientos en las hojas jóvenes y sobre todo en los nervios, crecimiento lento y débil con tallos cortos y fructificación incompleta.

3.3.7 Hierro.

Es esencial para la formación de la clorofila. Los síntomas de deficiencia son parecidos a los del magnesio, se trata sin embargo de una clorosis que comienza por las hojas más jóvenes. La clorosis se produce entre los nervios. Favorece la absorción del fósforo y dificulta la del manganeso.

3.3.8 Manganeso.

Participa activamente en procesos enzimáticos. Es también esencial en la clorofila.

3.3.9 Cinc.

Participa en procesos enzimáticos. La deficiencia se manifiesta por una clorosis progresiva entre los nervios con un tono generalmente amarillo vivo. Las hojas jóvenes y los brotes se ven afectados en su desarrollo, formando arrosado de hojas pequeñas.

3.3.10 Cobre.

Su actividad principal en la planta son los procesos enzimáticos. Los síntomas de deficiencia a parte de la clorosis es la reducción de los entrenudos y la deformación de las puntas y los bordes de las hojas que se secan.

3.3.11 Boro.

Favorece la producción y maduración del polen. Las deficiencias se muestran en los órganos en crecimiento, con reducción del desarrollo y malformaciones en brotes y frutos. Las hojas extremas suelen caer apareciendo las llamadas “escobas de bruja”. También aparecen necrosis apicales en hojas, el paso de la zona necrosada a la verde no es drástico, sino que hay una zona de transición.

3.3.12 Molibdeno.

Forma parte de diversas enzimas. Los síntomas de deficiencia son muy similares a los del nitrógeno.

3.4 MATERIA ORGÁNICA

Se conoce como materia orgánica del suelo al conjunto de residuos vegetales y animales de todas clases en diferente grado de descomposición y transformación por acción de microorganismos que a su vez se integran en dicho conjunto.

En el suelo se produce de modo continuo un proceso de destrucción y de generación de materia orgánica de tal modo que en el suelo se forma un equilibrio una vez que las entradas de materiales orgánicos o transformados se igualan con la materia orgánica destruida.

El ciclo evolutivo se inicia con la descomposición de los residuos orgánicos que puede realizarse de dos formas, una descomposición rápida que consiste en la mineralización de la misma y otra mas lenta que pasa por la transformación en productos orgánicos que tienen mayor permanencia y estabilidad en el suelo. Este último proceso se llama humificación, debido a que los productos orgánicos obtenidos se conocen como humus.

La evolución en uno u otro camino depende de muchos factores: clima (humedad y temperatura), tipo de suelo (pH, salinidad, etc) y en particular de la composición química de los residuos animales o vegetales (relación C/N).

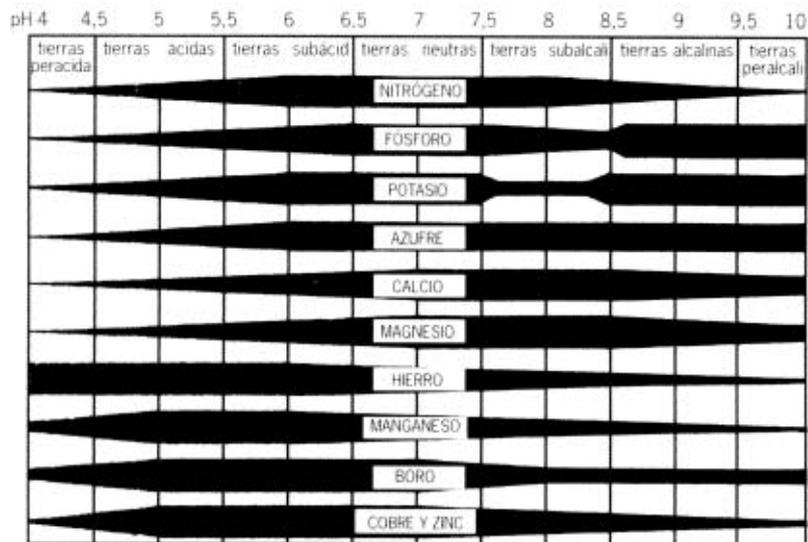
La mineralización se ve estimulada por todos aquellos factores que activan la vida microbiana. En particular: aireación, temperatura y humedad no excesiva, así como la presencia de residuos vegetales ricos en nitrógeno fácilmente atacables por los microorganismos. Por el contrario las temperaturas bajas, el exceso de humedad, una aireación deficiente y los residuos pobres en nitrógeno y difíciles de atacar por los microorganismos, entre otras, son condiciones que favorecen la humificación.

El nivel de materia orgánica tiene un efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Sobre las propiedades físicas, mejora la estructura estabilizándola, como consecuencia se mejora la aireación, la permeabilidad, la capacidad de reserva del agua, etc.

Sobre las propiedades químicas, da fertilidad al suelo, ya que aumenta la capacidad de retención de nutrientes, mantiene algunos de los elementos de forma asimilable para las plantas y crea en general un mejor desarrollo de las raíces.

Sobre las propiedades biológicas, se da una proliferación de micro y macroorganismos.



3.5 ELEMENTOS NUTRITIVOS EN EL SUELO

Los elementos nutritivos se encuentran formando parte de diversos compuestos del suelo en la fracción sólida, pero para que las plantas puedan tomarlos es necesario que pasen a la fracción líquida.

La reacción del suelo o pH contribuyen a que los elementos a que los elementos pasen o no a la fracción líquida, de tal manera que un determinado elemento estará o no disponible para las plantas en función del pH del suelo.

3.6 ABONOS

3.6.1 Definición.

Se trata de un producto natural, orgánico o inorgánico, o de síntesis que contiene al menos uno de los elementos nutritivos en forma asimilable.

3.6.1.1 Abono simple.

Es aquel abono que sólo contiene uno de los tres elementos nutritivos principales.

Ej. La urea, que sólo contiene nitrógeno.

3.6.1.2 Abono compuesto y complejos.

Son abonos que contienen al menos dos de los elementos nutritivos principales.

Entendemos por abono compuesto a la mezcla de diferentes abonos simples, al tratarse de una simple mezcla no todos los granos, ni dentro de un mismo grano de abono, se mantienen las proporciones de los distintos elementos.

Ej. Urea + cloruro de potasa

Sin embargo un abono complejo es aquel en que los abonos simples que lo constituyen sufren una serie de reacciones químicas más o menos importantes que ligan los elementos nutritivos de modo que están presentes en cada partícula del abono y en la misma proporción.

Ej. Triple 15

3.6.2 Abonos binarios.

Son los que contienen dos de los tres elementos nutritivos principales.

3.6.3 Abonos ternarios.

Son los que contienen los tres elementos nutritivos principales.

3.6.4 Unidades en que se expresan los abonos.

Las necesidades de las plantas en un determinado elemento, nitrógeno por ejemplo, deben expresarse de alguna manera que sea independiente del tipo de abono que se utilice.

Para cada elemento nutritivo se emplea una unidad que llamamos **unidad nutritiva** o **unidad fertilizante (U.F.)**, que se corresponde con un kilogramo del elemento nutritivo expresado en **(N)** para el nitrógeno, **(P₂O₅)** para el fósforo, **(K₂O)** para el potasio, **(CaO)** para el calcio, **(MgO)** para el magnesio, **(SO₃)** para el azufre, **(Na₂O)** para el sodio y para los demás elementos nutritivos coincide con el propio elemento.

Por tanto una U.F. de nitrógeno corresponde a 1 Kg de nitrógeno puro, una U.F. de P₂O₅ corresponde a 1 Kg de fósforo y una U.F. K₂O corresponde a 1 Kg de potasio.

3.6.5 Riqueza o concentración de un abono.

Hace referencia al % de elemento nutritivo que posee un abono expresado en su respectiva unidad.

Ej. El sulfato amónico es un abono que contiene un 21 % de riqueza en N y la urea es un abono que contiene un 46 % de N. Por ello si queremos obtener una unidad fertilizante de nitrógeno a partir de estos dos abonos deberemos utilizar mayor cantidad del primero que del segundo.

3.6.6 Expresión de fórmulas ternarias.

Los abonos compuestos y complejos se expresan a menudo por su fórmula ternaria, ésta hace referencia a la concentración de cada uno de los elementos principales y siempre en el mismo orden, primero se expresa el contenido en nitrógeno (N), segundo se expresa el contenido en fósforo (P₂O₅) y por último el contenido en potasio (K₂O). De tal forma que con tres números queda expresada la riqueza en los elementos principales de un abono.

Ej. 14-14-24, hace referencia a un abono que contiene 14 % de N, 14 % de P₂O₅ y 24 % de K₂O.

Para los otros elementos (secundarios o microelementos), aunque existe una ordenación establecida, se debe expresar el elemento de que se trata.

Ej. 4-8-12-2Mg, se trata de un abono que contiene 4 % de N, 8 % de P_2O_5 , 24 % de K_2O y 2 % de MgO.

3.6.7 Equilibrio de un abono.

Nos muestra la proporción que guardan entre sí los tres elementos principales. Puede obtenerse dividiendo la fórmula ternaria por la concentración de uno de los elementos, generalmente el más pequeño.

Ej. Fórmula ternaria; 8-16-24, el equilibrio de este abono será 1-2-3.

3.6.8 Nitrógeno.

El nitrógeno que contiene un abono puede ser ureico, amoniacal o nítrico, pero las plantas generalmente lo toman en la forma nítrica, por tanto si aplicamos un abono al suelo en forma ureica, ésta tendrá que transformarse en el suelo, siguiendo este proceso, de la forma ureica, pasa a la forma amoniacal y de la amoniacal a la forma nítrica. Si aplicamos la forma amoniacal se tendrá que transformar antes de ser asimilada en forma nítrica y por último si aplicamos directamente la forma nítrica no sufrirá ninguna transformación antes de ser asimilada por las plantas.

De lo anterior se deduce que los abonos nitrogenados en forma de urea son los más lentos seguidos de los amoniacales, siendo los más rápidos las formas nítricas, por ello tendremos que tener en cuenta la forma de nitrógeno que contienen los abonos y combinarla con la época del año en que van a ser aplicados.

El nitrógeno en el suelo tiene mucha movilidad, de tal manera que si las plantas no lo toman se puede lavar hacia las capas de suelo profundas, pudiendo llegar a contaminar los acuíferos subterráneos. De las distintas formas del nitrógeno en los abonos, la forma nítrica por tener carga negativa (igual a la del suelo), es la que tiene más facilidad para el lavado, la forma ureica no posee carga alguna, por lo que también se lava con facilidad, aunque en menor cuantía que la nítrica, por último la forma amoniacal, con carga positiva, puede almacenarse en el suelo durante un periodo de tiempo mayor, por lo que es menos sensible al lavado.

Las formas ureicas en los suelos muy calizos corren el riesgo de perder gran parte del nitrógeno que contienen por evaporación de este en forma de amoniacal, sobre todo si han sido esparcidas en superficie.

Los abonos nitrogenados en general se deben aplicar con anterioridad a una lluvia o riego, o bien, incorporarlos al suelo mediante una labor para evitar el contacto directo con el sol.

3.6.9 Fósforo.

El fósforo es el elemento menos móvil en el suelo, por lo que el consumo de los cultivos depende en gran medida de las reservas que existan en el suelo. Al ser poco móvil no tiene prácticamente riesgo de lavado.

En los suelos calizos existe el peligro de la retrogradación del fósforo del suelo que deja de estar disponible para las plantas pasando a formar parte de los minerales constituyentes del suelo.

Al contrario que ocurre con el nitrógeno, los resultados del abonado fosfórico son poco visibles a corto plazo, por lo que en muchos cultivos se cuestiona la necesidad de aportarlo. En cualquier caso debido a la poca movilidad, puede ser conveniente incorporarlo al suelo a nivel de las raíces.

3.6.10 Potasio.

Aunque en menor medida que el fósforo, el potasio es también un elemento poco móvil, por lo que gran parte de las reservas de los cultivos proceden directamente de las reservas del propio suelo. Las respuestas a los abonados potásicos son también muy inciertas y a largo plazo.

Para este elemento hay que guardar especial atención al tipo de arcilla predominante en el suelo, si esta es de tipo illita, se corre el riesgo de la fijación del potasio y por tanto pasará a no estar disponible para las plantas.

3.7 ABONADO DEL OLIVAR

3.7.1 Introducción.

La fertilización del olivar viene realizándose tradicionalmente de forma rutinaria, sin tener en cuenta las necesidades del cultivo ni el tipo de suelo en que se ubica nuestro olivar. En los años en que el olivar ha proporcionado buena rentabilidad el agricultor ha tendido a incrementar las dosis de abono pensando en la producción aumentaría en igual medida. Sin embargo esto no es así, se ha puesto de manifiesto especialmente en los años de sequía.

Los estudios llevados a cabo ponen de manifiesto que no es el abonado la única variable que influye en la producción final del olivar, encontrándose parcelas con medias de producción de más de 4000 Kg/ha que recibían aportaciones comprendidas entre 25 y 200 unidades fertilizantes por ha, y otras parcelas con similares aportes de nutrientes producían menos de 2500 Kg/ha. Sin duda las diferencias de producción han de deberse a otros motivos bien diferentes a las dosis de abonado.

Se considera un buen programa de fertilización aquel que obtenga una rentabilidad del gasto efectuado máxima y que sea respetuoso con el medio ambiente, para ello hemos de tener en cuenta: las disponibilidades de agua y el estado nutritivo de la plantación.

A través de las raíces el olivo toma los nutrientes de la solución del suelo, sin embargo en años muy secos en el suelo no existe suficiente nivel de agua para que los nutrientes se disuelvan, por tanto el olivo no podrá tomarlos, en estos años es bastante eficaz aportar los nutrientes por vía foliar. Esta vía de aplicación también es muy eficaz para hacer algún aporte específico de un determinado nutriente en una época concreta o para corregir carencias de modo rápido.

3.7.2 Estado nutritivo del olivar.

Para realizar el programa de abonado del olivar es necesario, en primer lugar conocer si el olivar necesita ser abonado y con qué elementos, para ello se procederá a evaluar el estado nutritivo de la plantación por medio del análisis foliar. Como norma general, sólo aportaremos aquellos nutrientes cuya concentración esté por debajo de los niveles considerados como adecuados. Si aportamos un nutriente estando su nivel adecuado no son de espe-

rar resultados positivos, pudiendo en muchos casos causar desequilibrios que pueden dificultar la asimilación de otros nutrientes que si son deficitarios. Por contra, si un determinado nutriente está deficitario, es necesaria y urgente su corrección, ya que afectará al buen desarrollo de la plantación además de impedir la asimilación de otros nutrientes.

Con la información obtenida por el análisis foliar, sabremos cuales de los elementos nutritivos hay que aportar, pero este análisis no nos proporciona ninguna información de la forma más convenientes de aplicación ni en la cuantía en que debemos hacerlo.

En resumen, para programar el abonado del olivar, tendremos que conocer el tipo de suelo con que nos encontramos, éste se conocerá por la realización de calicatas, antes de realizar la plantación preferentemente, y por un análisis físico-químico, cada 5 o 6 años, el estado nutritivo proporcionado por el análisis foliar, todos los años, la aparición de síntomas visuales de carencias, la historia de la fertilización realizada en años anteriores, disponibilidades de agua, edad y productividad de la plantación a abonar, calidad del agua de riego, etc., de no obrar así estaremos dando palos de ciego.

3.7.3 Recomendaciones generales.

3.7.3.1 Nitrógeno.

Los estudios existentes en la actualidad muestran que en aquellos casos en que el contenido de nitrógeno en hoja sea adecuado, deberán aplicarse dosis anuales de mantenimiento, comprendidas entre 0.6 Kg por olivo para plantaciones tradicionales en olivos de producción inferior a 25 Kg y de 1 Kg para olivos con producción superior a 35 Kg.

En los casos en que el contenido en nitrógeno en hoja esté por debajo del nivel deseado, habrá que aportar dosis mayores hasta que la plantación vuelva al estado adecuado o cambiar el sistema de aportación si el que venimos utilizando no se ha mostrado del todo eficaz. Una vez hemos llegado al nivel normal pasaremos a las dosis de mantenimiento señaladas.

Para suministrar la dosis de nitrógeno en olivares de secano se puede recurrir a la aportación durante el invierno de fertilizantes minerales al suelo, estos deben enterrarse con una labor superficial o aplicarse cuando se prevean lluvias, esta consideración es de vital importancia en los olivares en no-laboreo.

Es importante que el abono, si se usan formas ureicas o amoniacales, no pase mucho tiempo sobre la superficie del suelo, ya que se producen pérdidas cuantiosas.

En los años secos la aplicación de nitrógeno al suelo es poco efectiva, pudiendo llegar a ser contraproducente. en estos casos sería recomendable recurrir a la pulverización foliar con urea, aprovechando los tratamientos fitosanitarios habituales, utilizando concentraciones del 3-4 % p/v y mojando bien los árboles. Estas aplicaciones son muy eficaces y no presentan problemas de toxicidad si no se superan los porcentajes indicados, aunque se utilice la misma urea que se aplica al suelo.

En las aplicaciones foliares con urea se obtienen mejores resultados a bajas concentraciones que a otras más altas, siendo preferible dar dos tratamientos al 2.5 % que uno al 5 %.

En los años de normal pluviometría y cuando se haya abonado al suelo con nitrógeno, la fertilización foliar complementaria parece no ser eficaz.

Si se utiliza la fertirrigación, hay que tener presente, que gran parte de las necesidades se consumen desde la brotación del olivar hasta el endurecimiento del hueso, por lo que si los riegos no se van a iniciar hasta entrada la primavera, será conveniente hacer una aportación anterior al suelo.

3.7.3.2 Fósforo.

Respecto al fósforo, son muy pocos los olivares que muestran deficiencias de este elemento. Si el análisis foliar nos muestra una deficiencia en fósforo, con la aplicación foliar del mismo (2-3 % de fosfato monoamónico), podemos solventar el problema.

Los abonados fosfóricos al suelo no suelen mostrar buenos resultados a corto plazo, siendo únicamente visibles después de varios años de aplicación, por lo que la rentabilidad del abonado fosfórico aplicado al suelo es muy dudosa, agravándose aun más en suelos calizos de pH elevado.

Si se dispone de equipo de fertirrigación, el abono más recomendable es el ácido fosfórico, si el suelo no es ácido, aplicaciones de este abono de 0.5 Kg/olivo.año resuelven satisfactoriamente el problema. Debe fraccionarse y aportarse antes de la brotación.

3.7.3.3 Potasio.

La mayor demanda de potasio se genera a medida que se desarrollan los frutos, siendo estos sumideros importantes de este elemento.

Los árboles con deficiencia en potasio presentan necrosis en parte de las hojas, que personas no instruidas suelen achacar a deficiencias de boro, en los casos en que la deficiencia es fuerte y sobre todo si la cosecha es abundante se suelen producir altas defoliaciones.

Se recomiendan aportaciones de potasio cuando el estado nutritivo de olivar, testado mediante análisis foliar, así lo aconseje, aunque en determinados años de cosecha excesiva puede ser recomendable la aplicación del elemento aunque se encuentre sobre los niveles adecuados.

Los frutos que permanecen sin recogerse en el árbol extraen gran cantidad de potasio e incrementan la vecería del olivo sin por ello aportar ningún beneficio, por lo que no debe retrasarse en exceso la recolección.

En olivares de secano cultivados en suelos calizos y con altos contenidos en arcilla (illita especialmente), el abonado con potasio al suelo es muy poco rentable, ya que este rápidamente queda inmovilizado en el suelo y por tanto no disponible para el cultivo. En estos casos es bastante eficaz recurrir a la aplicación foliar del elemento en forma de nitrato o sulfato potásico al 2.5 %. Aplicaciones en primavera, verano y otoño son bastante efectivas.

Para fertirrigación pueden utilizarse los mismos abonos que para las aplicaciones foliares.

3.7.3.4 Otros elementos.

Para el resto de elementos nutritivos habrá que atenerse aún más al resultado del análisis foliar y sólo aportar estos nutrientes si se encuentran por debajo del nivel adecuado. Si aportamos arbitrariamente estos elementos podemos afectar negativamente a la asimilación de otros y crear desequilibrios nutritivos que pueden afectar negativamente al desarrollo del cultivo.

A continuación se dan algunas recomendaciones que con más frecuencia dan problemas al oliverero, si bien indicar que en la gran mayoría de los olivares no es necesaria la aplicación de estos elementos.

3.7.3.4.1 Boro.

La deficiencia de este elemento afecta negativamente a la polinización y el cuajado de los frutos.

En los suelos calizos el oliverero ha confundido tradicionalmente la carencia de boro con la carencia de potasio, aportando el primero equivocadamente.

Las carencias de boro presentan unos síntomas que comienzan con la decoloración progresiva de las hojas a partir de ápice hacia la base, cambiando gradualmente de color al verde pálido, y secándose hasta que las hojas caen. En caso de deficiencias graves suele observarse una deformación de los frutos (frutos con cara de mono), así como la defoliación de las ramas, dando lugar a las llamadas escobas de bruja.

En los suelos ácidos, no muy frecuentes en Andalucía, o en los arenosos y muy pobres sí suelen producirse carencias en el elemento.

Las correcciones de las deficiencias pueden hacerse aportando 200 g de bórax por árbol y año al final del invierno, o bien mediante aplicación foliar unos 30 días antes de la floración o al inicio de la brotación, recomendándose en este caso soluciones al 0.5 % de una solución comercial de borato sódico (20.8 % B). Raramente se encuentran deficiencias en los olivares en regadío, ya que el agua de riego lo contiene en cantidades suficientes.

3.7.3.4.2 Hierro.

La carencia de hierro ocasiona en los olivares la llamada clorosis férrica, esta clorosis suele aparecer en los olivares con alto contenido en caliza activa.

Dado que la deficiencia no puede diagnosticarse por análisis foliar tendremos que guiarnos por los síntomas visuales, que se muestran con hojas pequeñas y amarillentas entre los nervios.

La corrección de la carencia es fácil aunque costosa. Un buen método de corrección es la aplicación de quelatos de hierro (EDDHA) al suelo en el momento de brotación o el final del verano, bien aplicados en inyecciones a presión en el suelo con éste en tempero o por fertirrigación, en este último caso se utilizará el 70 % de la dosis en primavera y el resto en verano otoño, cuando aparezcan los primeros síntomas. La dosis recomendada de quelato EDDHA 6 % Fe es de unos 50 g por olivo tradicional.

Las inyecciones de baja presión al tronco con soluciones de hierro aplicadas antes del inicio de la brotación también proporcionan buenos resultados.

El aporte de materia orgánica abundante al suelo tiene un efecto eficaz y duradero.

La aplicación de compuestos de hierro vía foliar da resultados poco satisfactorios.

3.7.3.4.3 Calcio.

Las deficiencias en este elemento suelen quedar reducidas a los suelos ácidos. Para la corrección se realiza un encalado, las cantidades de cal a añadir deben determinarse en un laboratorio por personal instruido.

3.7.3.4.4 Magnesio.

La deficiencia de magnesio puede ser inducida por altas concentraciones en el suelo de potasio, calcio o amonio.

La corrección puede hacerse mediante pulverización foliar con sulfato de magnesio al 0.7 %.

3.7.3.4.5 Aplicación foliar con formulaciones comerciales complejas.

En los últimos años el olivarero tiende a añadir a la cuba de tratamientos fitosanitarios abonos foliares complejos (macronutrientes y micronutrientes), pero dada la dosis en que se aplican dichos productos, la cantidad de macronutrientes que aportan es insignificante, respecto a los micronutrientes como las cantidades que precisa el olivar son mínimas, pueden valer para cubrir la necesidades del cultivo, si bien sólo cabe esperar respuesta positiva si con el aporte estamos cubriendo una deficiencia no detectada.

Por tanto es totalmente injustificada la aplicación de abonos foliares complejos como medio de nutrición para el olivar.

3.7.3.4.6 Fertilizantes foliares con aminoácidos.

Se está extendiendo su uso en el olivar, pues bien en los ensayos existentes muestran que en olivar adulto no se incrementan las producciones respecto a los olivares que no fueron tratados con aminoácidos, por lo que su uso debe restringirse a olivos en viveros y en olivos en crecimiento durante los primeros años de vida.

3.8 INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FOLIAR

Los contenidos en hoja de los distintos elementos nutritivos, presentan variaciones en el tiempo y según el tipo y la posición de la hoja muestreada. Por estas razones es imprescindible, para que los datos proporcionados por el análisis sean fiables, atenerse, con toda exactitud, a las normas que se dan a continuación:

3.8.1 Delimitación de la parcela.

La parcela debe ser homogénea respecto a los siguientes criterios: variedad, edad de la plantación, tipo de suelo, prácticas de cultivo (fertilización, riego, etc.) Y estados vegetativo y productivo.

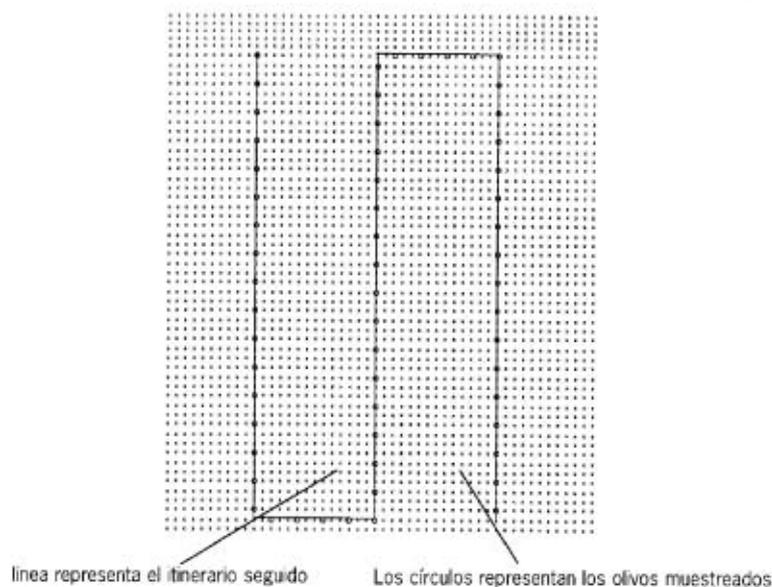
Si en la parcela existiesen zonas diferenciadas, se dejarían fuera del muestreo, tomándose si se cree conveniente, muestras específicas de ellas.

3.8.2 Tamaño de la muestra.

La muestra se debe componer de un mínimo de 100 hojas. Los Laboratorios Agrarios Regionales requieren 200 hojas.

3.8.3 Itinerario de muestreo.

La toma de muestras debe ser al azar y abarcar la totalidad de la parcela muestreada, para lo que se establecerá un itinerario que recorra toda la parcela de forma aleatoria (recorrido en zigzag, cruz, etc.). Dentro del itinerario se elegirán los olivos a muestrear, guardando entre ellos una frecuencia o distancia constante. Se excluirán los árboles situados en las lindes, para evitar el efecto borde, y aquellos que, por el motivo que sea, presenten un aspecto diferente al general de la plantación.



△ Ilustración 3

3.8.4 Época de muestreo.

Las hojas se han de coger en el periodo de tiempo comprendido desde finales de junio hasta primeros de agosto, siendo preferible la segunda decena del mes de julio, periodo en el que mejor pueden detectarse los estados carenciales y en el que están determinados los niveles críticos.

3.8.5 Tipo de brote.

Se cogerán las hojas de los ramos del crecimiento del año (brotes) elegidos al azar, pero desechando los brotes “chupones” y aquellos que presenten alguna anomalía.

Los ramos del año anterior que sustentan a los brotes elegidos, pueden “tener” o “no tener” aceitunas.

3.8.6 Localización del brote en el árbol.

La parte del árbol muestreada será la zona externa, situada a la altura de los ojos del operador.

3.8.7 Orientación geográfica.

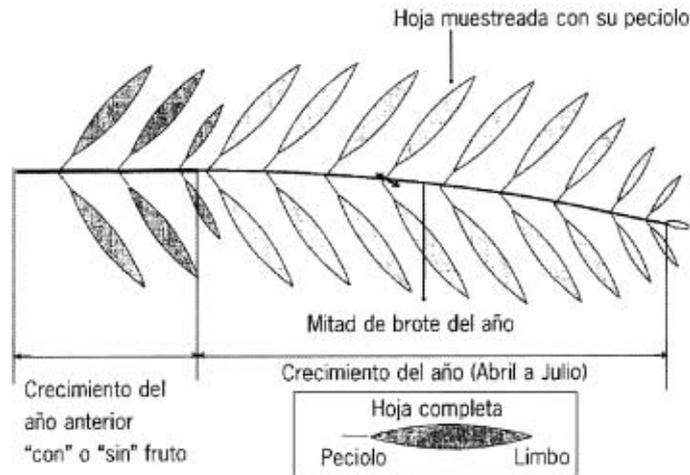
Se debe tomar la misma cantidad de hojas de las cuatro orientaciones: norte, sur, este y oeste. Para ello es bastante práctico coger cuatro hojas por olivo muestreado, una de cada orientación, de tal manera que por cada parcela homogénea se muestrearán un mínimo de 50 olivos.

3.8.8 Tipo de hoja.

Se cogerá la hoja entera (limbo y peciolo) situada hacia la mitad del brote del año, 3º o 4º par de hojas a partir del ápice, debiendo estar totalmente desarrollada y expandida; y no presentar ningún síntoma de anomalía (daño por plaga o enfermedad, necrosis, etc.).

3.8.9 Manipulación de las hojas.

Las hojas han de estar el menor tiempo posible en contacto con las manos para evitar problemas de contaminación. Para ello se cogerán por los bordes o peciolo y se introducirán inmediatamente en los sobres.



△ Ilustración 4

3.8.10 Almacenaje y transporte de las hojas.

Las hojas recogidas se introducirán en un sobre de papel que se conservará en una nevera portátil, para su transporte, teniendo la precaución de colocar los sobres en una bolsa de plástico para que no se mojen por la condensación del agua en el interior de la nevera. Si no son entregadas inmediatamente al laboratorio, se guardarán en frigorífico a 4 ó 5° C para evitar alteraciones químicas.

3.8.11 Niveles críticos de nutrientes en hojas de olivo.

Elemento	Deficiente	Adecuado	Tóxico
Nitrógeno (N) %	1.4	1.5 - 2.0	-
Fósforo (P) %	0.05	0.1 - 0.3	-
Potasio (K) %	0.4	> 0.8	-
Calcio (Ca) %	0.3	> 1	-
Magnesio (Mg) %	0.08	> 0.1	-
Manganeso (Mn) p.p.m.	-	> 20	-
Cinc (Zn) p.p.m.	-	> 10	-
Cobre (Cu) p.p.m.	-	> 4	-
Boro (B) p.p.m.	14	19 - 150	185
Sodio (Na) %	-	-	> 0.2
Cloro (Cl) %	-	-	> 0.5

3.8.12 Síntomas visuales de deficiencias nutritivas en el olivo.

(Deficiencias inducidas, bajo condiciones controladas en plantas de la variedad Manzanilla).

Elemento nutritivo	Copa del árbol	Brotos	Hojas	Fruto
Nitrógeno	Tamaño pequeño Poca densidad Alta defoliación	Poco crecimiento Ápices necrosados	Pequeñas Color amarillento Alta defoliación	Poca densidad Apariencia normal
Potasio	Tamaño normal Ramas péndulas	Poco crecimiento Entrenudos cortos	Síntomas en hojas basales Algo más pequeñas Color amarillento Poca defoliación	Normal
Calcio	Tamaño pequeño	Ápices necrosados Proliferación de brotes laterales	Síntomas en hojas apicales Color amarillento, abarquilladas necrosis	Poca densidad Apariencia normal
Magnesio	Normal	Síntomas en hojas basales Puntas amarillas Aparición de bandas	Parcialmente clorótico	Maduración más temprana
Zinc	Normal	Normal	Síntomas en hojas apicales Color blanquecino en zonas internerviales	Clorótico
Hierro	Normal	Normal	Síntomas en hojas apicales Color blanquecino en zonas internerviales	Clorótico

3.9 EJEMPLOS DE ANÁLISIS FOLIARES DE OLIVO

A) Fecha: 18/07/97

Determinaciones efectuadas:

Nitrógeno = 1.35 %
 Fósforo = 0.08 %
 Potasio = 0.9 %
 Calcio = 2.32 %
 Magnesio = 0.18 %
 Hierro = 107 p.p.m.
 Manganeso = 40 p.p.m.
 Cobre = 57 p.p.m.
 Zinc = 6 p.p.m.
 Boro = 16.3 p.p.m.
 Sodio = 0.1 %
 Cloro = 0.4 %

B) Fecha: 18/07/97

Determinaciones efectuadas:

Nitrógeno: 1.53 %
 Fósforo: 0.1 %
 Potasio: 0.59 %
 Calcio: 3.4 %
 Magnesio: 0.09 %
 Cobre: 8 p.p.m.
 Manganeseo: 49 p.p.m.
 Cinc: 17 p.p.m.
 Boro: 16 p.p.m.
 Sodio: 0.01 %
 Cloro: 0.3 %

3.10 ABONOS COMERCIALES

3.10.1 Abonos nitrogenados simples.

3.10.1.1 Sulfato amónico.

21 % de nitrógeno y 24 % de azufre, tiene fuerte reacción ácida, por lo que es aconsejable en los suelos básicos.

3.10.1.2 Nitratos amónicos.

- Nitrato amónico:	33.5 % N 30.5 % N
- Nitrato amónico cálcico:	26 % N 20 % N

Estos abonos tienen el nitrógeno repartido mitad en forma amoniacal y mitad en forma nítrica.

3.10.1.3 Nitrosulfato amónico.

26 % de nitrógeno. Contiene el 75 % en forma amoniacal y el 25 % en forma nítrica.

3.10.1.4 Urea.

46 % de nitrógeno, todo está en forma ureica, que en condiciones normales de humedad y temperatura se transforma en amoniacal en unos 3 a 10 días. La eficacia de este fertilizante depende de las condiciones de aplicación, ya que es muy soluble por lo que se lava con facilidad y también por la posibilidad de volatilización de amoniaco cuando se aplica en superficie sobre terrenos alcalinos.

3.10.1.5 Amoniaco anhidro.

82 % de nitrógeno, este producto en estado natural es un gas, por lo que para su manipulación y aplicación se encuentra sometido a presión para mantenerlo como un líquido, es por ello que los equipos de aplicación son muy caros, por lo que no se usa mucho.

3.10.1.6 Soluciones nitrogenadas.

Éstas pueden ser con o sin presión, según contengan o no amoníaco. En el primer caso se encuentra la solución del 41 % N, que tiene similares características al amoníaco anhidro.

Las soluciones sin presión son las más comunes, y de ellas se hablará en el apartado de fertirrigación, aunque también pueden aplicarse directamente al suelo con cubas.

3.10.2 Abonos fosfatados simples.

Los ejemplos más representativos de estos productos son los superfosfatos, que difieren en su riqueza: superfosfato simple 18 % P_2O_5 , y superfosfato triple 45 % P_2O_5 .

3.10.3 Abonos potásicos simples.

Los productos más característicos son: cloruro de potasa 60 % K_2O y sulfato de potasa 50 % K_2O , ésta última forma puede ser más recomendable ya que no posee cloro.

3.10.4 Abonos binarios.

Nitrato potásico 13-0-46, fosfato amónico 12-(60-62)-0

3.10.5 Formulaciones ternarias.

Existen en el mercado muchos abonos complejos y compuestos que contienen los tres elementos nutritivos principales en distintas concentraciones.

IV. El Agua



4.1 INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento indispensable en la vida y desarrollo de las plantas; ya que en general, en una planta el 80 % (y en algunos casos más) corresponde al agua y el 20 % es materia seca.

El agua que la planta utiliza para su desarrollo proviene bien directamente de las lluvias que se producen a lo largo de su ciclo de crecimiento o indirectamente de la que aportamos con el riego. En definitiva, el riego tiene por objeto satisfacer sus necesidades, y esto es lo que generalmente hace el agricultor, quien muchas veces no se preocupa de plantearse que necesidades tiene su cultivo o cuantas horas debe estar regando, ni cuándo debe hacerlo.

En general, el problema más grave en los regadíos de Andalucía es su baja eficiencia. Dicho en otras palabras, existe un enorme despilfarro de agua, ya sea porque las conducciones son malas o están deterioradas, o porque se dan riegos excesivos en cuanto a la cantidad o la frecuencia. Esto origina, por un lado un alto coste de los riegos, y por otro un lavado de abonos que se perderán sin ser aprovechados por las plantas, sobre todo los más solubles que generalmente son los más caros, además estos abonos que se lavan contribuyen en gran medida a contaminar las aguas subterráneas.

Por tanto, como el agua es un bien cada vez más escaso, es preciso manejarla con cuidado y aprovecharla al máximo para sacarle el mayor rendimiento posible, y ahorrar la que se pueda. Para ello debemos conocer la relación agua-suelo-planta y los sistemas de riego.

Según lo dicho, el riego ideal sería aquel en que toda el agua aportada fuera utilizada por las plantas. Sin embargo, en la práctica esto es imposible de conseguir, ya que existen una serie de variables, tanto climáticas como edafológicas o del propio sistema de riego, que no son posibles de fijar.

4.2 NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS

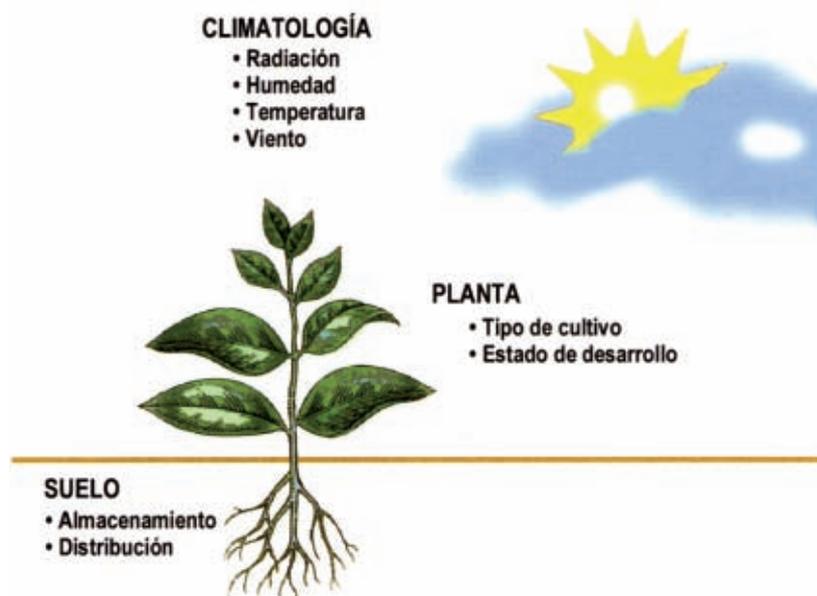
Como todos los seres vivos, las plantas tienen necesidad de agua para vivir y desarrollarse, el agua forma parte esencial de sus tejidos y representa su único medio de nutrición.

Para vivir, la planta debe desde luego, absorber el agua que ha servido para disolver la sales minerales del suelo, y después llevarla al lugar de asimilación. Una parte del agua absorbida del suelo queda fijada por la planta con las sales minerales que transporta; el resto es evaporada a través de las hojas. El completo desarrollo sólo se alcanzará si el vegetal dispone permanentemente de toda el agua que necesita. De la que entra en la planta una parte es retenida y otra evaporada. A la primera se le llama "agua de constitución" y es muy pobre en relación a la segunda o "agua de vegetación".

El agua de constitución supone entre el 60 y 95 % del peso total de la planta, según se trate de árboles u hortalizas (habas: 70 %; espinaca: 92 %; lechuga: 95 %).

Suelo, Riego, Nutrición y Medio Ambiente del Olivar

El consumo de agua dependerá tanto del cultivo (no todos los cultivos utilizan la misma cantidad de agua) como de la climatología de la zona, en especial de las condiciones de radiación solar, temperatura, humedad y viento dominante. Mediante el riego el agua se aplica al suelo, siendo éste un mero distribuidor. Dependiendo del tipo de suelo en el que esté implantado el cultivo, se podrá almacenar mayor o menor cantidad de agua y además la planta podrá extraerla con mayor o menor dificultad.

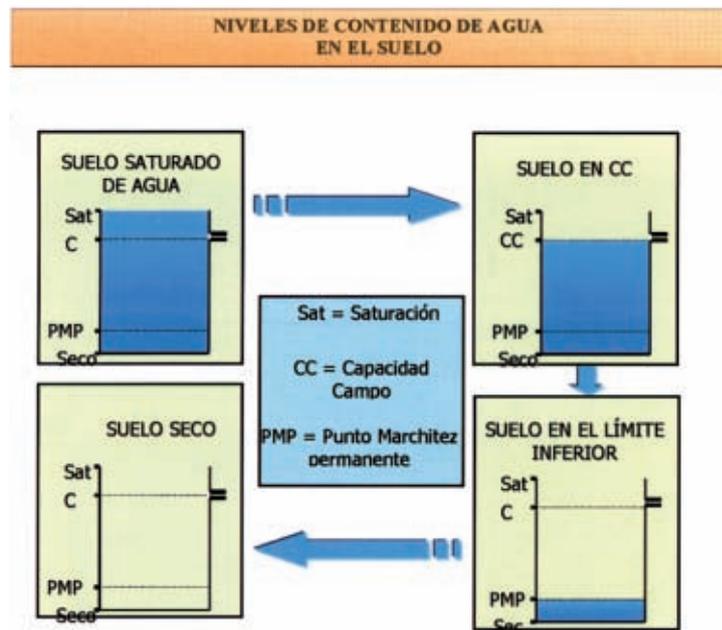


△ **Ilustración 5.** Principales factores de los que depende el consumo de agua por la planta

4.3 EL AGUA EN EL SUELO

Como ya hemos dicho, el agua que la planta utiliza, llega al suelo, bien directamente de las lluvias o bien de las aportaciones del riego.

En función de la mayor o menor proporción de agua en los poros del suelo, y su disponibilidad para la planta se definen cuatro niveles de humedad:



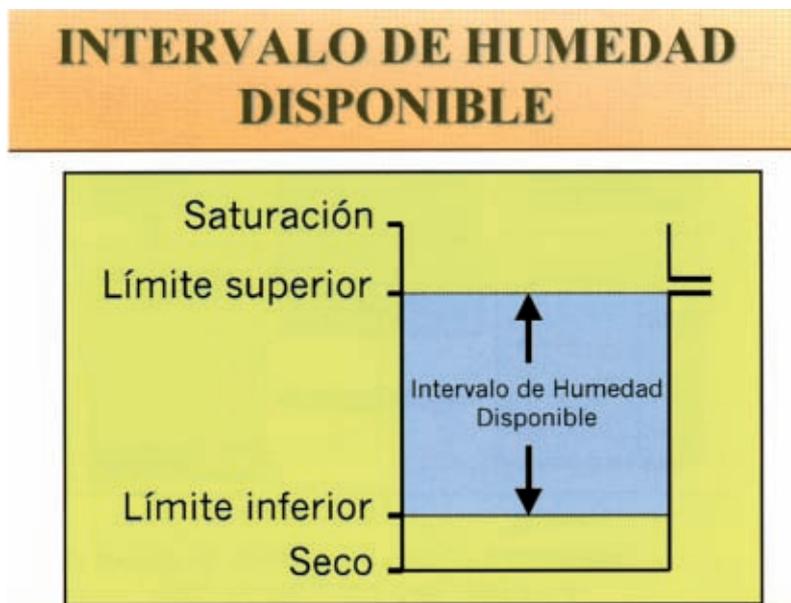
△ **Ilustración 6.** Niveles de contenido de agua en el suelo útiles para la práctica del riego.

- **Saturación:** cuando todos los poros están llenos de agua.
- Limite Superior (LS): conocido como **Capacidad de Campo (CC)**, es un nivel de humedad que se consigue dejando drenar el agua de un suelo saturado. Supone la mayor cantidad de agua que el suelo puede llegar a almacenar sin drenar.
- Limite Inferior (LI): conocido como **Punto de Marchitez Permanente (PMP)**, es el nivel de humedad en el cual las raíces de las plantas no son capaces de extraer más cantidad de agua, aunque el suelo aun contiene cierta cantidad.
- **Suelo Seco:** situación en la que los poros del suelo están totalmente llenos de aire.

El comportamiento del suelo como medio poroso es muy similar al de una esponja. Supóngase una esponja totalmente seca sobre la que se vierte agua hasta **saturarla** (mojarla por completo); comenzará a soltar agua por la parte inferior simplemente por gravedad, hasta un momento en que no caiga más, estando entonces en una situación similar al de límite superior o **capacidad de campo**. Si la esponja se presiona con fuerza para expulsar el agua, quedará con una humedad equivalente al de límite inferior o **punto de marchitez permanente**. Solamente se podría extraer el agua restante si la esponja se seca en una estufa, lo que sería análogo al **suelo seco**. En un suelo ocurre de forma similar, y a medida que hay menos agua, la succión que ejerce el suelo sobre el agua es mayor, es decir, a la planta le cuesta más trabajo extraerla.

Así pues, las plantas pueden extraer el agua desde el límite superior o capacidad de campo hasta el límite inferior o punto de marchitez permanente, lo que se conoce como

- **Intervalo de Humedad Disponible (IHD).** En la práctica la mayor cantidad que el suelo puede almacenar y poner a disposición de las plantas y por tanto el que ellas pueden extraer es en torno al 70 % de la cantidad representada por el IHD:



△ Ilustración 7.

Para poder programar los riegos de forma eficaz, es necesario conocer el nivel de humedad o cantidad de agua que tiene el suelo y los valores de capacidad de campo y de punto de marchitez permanente. El contenido de agua en el suelo se puede determinar de forma directa utilizando muestras de suelo o de forma indirecta, utilizando unos aparatos específicos.

4.3.1 Influencia de la textura en el almacenamiento del agua.

El agua útil que almacena un suelo depende de tres factores: temperatura, tipo de cultivo y tipo de suelo; especialmente de este último.

La temperatura influye algo en la capacidad de campo, y la fuerza de succión de la planta en el punto de marchitamiento; pero tanto la capacidad de campo como el punto de marchitamiento dependen fundamentalmente del tipo de suelo, puesto que la capacidad del suelo para retener agua tiene que ver con el área superficial del conjunto de las partículas (textura), y con el volumen de poros (estructura).

En el cuadro siguiente damos los distintos porcentajes de humedad para el P.M.P., la C.C. y el agua útil correspondiente a cada tipo de suelo:

Textura	C.C. (%)	PMP (%)	Agua útil (%)
Arenoso	15	7	8
Franco arenoso	21	9	12
Franco	31	14	17
Franco arcilloso	36	17	19
Arcillo-limoso	40	20	20
Arcilloso	44	21	23

La materia orgánica eleva el poder de retención de agua de un suelo sin que por ello se eleve su PMP.

4.3.2 Medidas directas del contenido de agua en un suelo.

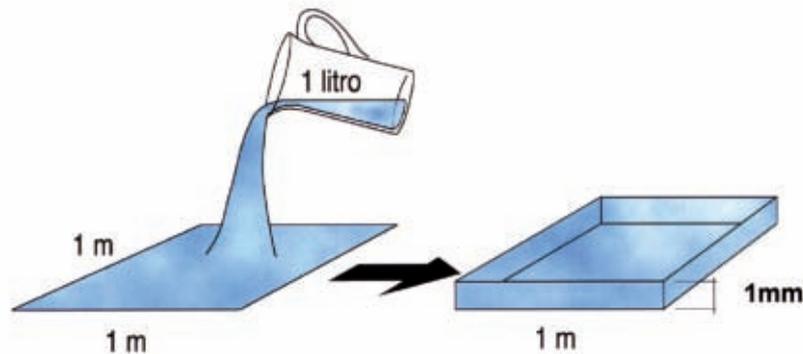
Humedad gravimétrica: Es el porcentaje de suelo ocupado por el agua. Por ejemplo, si en una muestra de suelo humedecido 14 gramos son de agua y 65 son de suelo, la humedad gravimétrica será el resultado de dividir 14 entre 65 y multiplicar por 100, es decir, el 25%.

Humedad volumétrica: Es el porcentaje de volumen de suelo ocupado por el agua. Por ejemplo, si en una muestra de suelo humedecido 12 cm³ son de agua y 48 cm³ son de suelo, la humedad volumétrica será el resultado de dividir 12 entre 48 y multiplicar por 100, es decir, el 25%.

Lo más frecuente es calcularla multiplicando la **humedad gravimétrica** por la **densidad aparente (da)** del suelo. La densidad aparente es la relación entre el peso de una muestra de suelo y el volumen que ella ocupa, y su valor es diferente para cada tipo de suelo; si bien para suelos con textura similar es muy parecida. La unidad más utilizada para la densidad aparente son gramos por centímetro cúbico (gr/cm³).

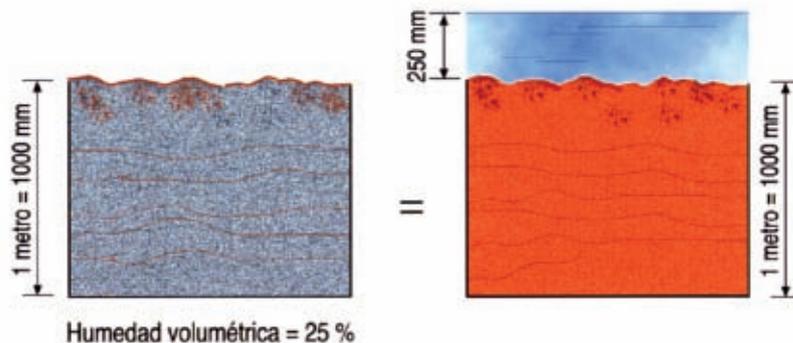
Textura del suelo	Densidad aparente (g/cm ³)
Arenoso	1.65
Franco-arenoso	1.50
Franco	1.40
Franco-limoso	1.35
Franco-arcilloso	1.30
Arcilloso	1.25

El agua medida en **litros de agua por metro cuadrado de superficie** puede expresarse de forma similar a como suelen darse los datos de precipitación. Un milímetro de altura de lámina de agua corresponde a un litro por metro cuadrado. Por ejemplo, 50 litros por metro cuadrado es lo mismo que 50 milímetros de altura de agua.



△ Ilustración 8

El contenido de agua del suelo puede expresarse, además de en porcentaje, como la altura que ocuparía el agua que está contenida en un metro (en profundidad) de suelo si la pusiéramos en forma de lámina sobre la superficie de éste. Por ejemplo, en 1 metro de suelo con una humedad volumétrica del 25%, la altura de la lámina de agua es de 0.25 metros o 250 milímetros.



△ Ilustración 9

4.3.3 Medidas indirectas del contenido de agua en un suelo.

4.3.3.1 Tensiómetros.

Son aparatos que miden la succión o fuerza que ejerce el suelo sobre el agua. A medida que el suelo pierde agua la succión aumenta, es decir, el suelo ejerce más fuerza para retener el agua, por lo que se puede saber la evolución del contenido de agua en el suelo dejando instalado un tensiómetro y observando como varía el valor de la succión haciendo lecturas en el reloj de medida que lleva incorporado. Suelen instalarse al menos dos tensiómetros a distintas profundidades para ver cual es la humedad en ellas.



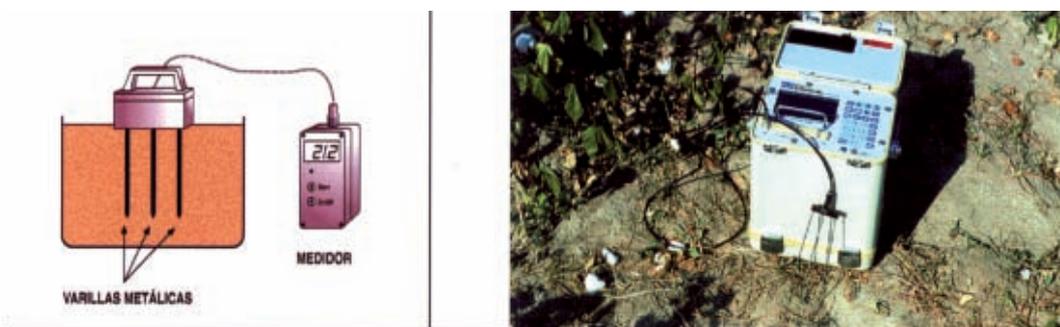
△ Ilustración 10

4.3.3.2 Sonda de neutrones.

Este aparato, introducido en el suelo a la profundidad deseada utilizando lo que se denomina tubo de sonda, emite neutrones que se reflejan más o menos dependiendo del contenido de agua del suelo. Un receptor cuenta los neutrones reflejados y transforma la señal en contenido de agua. Por ser un instrumento de cierta complejidad, su uso está limitado a personal con cierta cualificación.

4.3.3.3 TDR.

Consta de varias varillas metálicas que se introducen en el suelo y un emisor y receptor de impulsos electromagnéticos. Genera un pulso electromagnético y se mide el tiempo que tarda en recorrer las varillas, que será mayor o menor según sea el contenido de agua del suelo. La señal, finalmente, es traducida a humedad del suelo o contenido de agua. Al igual que la sonda de neutrones, su uso también debe corresponder a personal cualificado.



△ Ilustración 11

4.3.4 Sistema radicular y extracción de humedad.

La capacidad de extracción del agua de una planta está íntimamente ligada a las características de su sistema radicular, y a la distribución de este sistema en el suelo.

La expansión del sistema radicular se ve dificultada por una zona de suelo seco agotado de humedad a nivel de P.M.P. También por una capa de alta humedad (nivel freático

alto), o por una capa dura, bien sea por una capa rocosa que tenga pocas grietas, o bien por una capa dura o solera formada por las continuas labores a la misma profundidad.

Si dividimos la profundidad alcanzada por las raíces en un suelo uniforme en cuatro cuartos, las extracciones de agua por la planta se distribuirán de la forma siguiente: en el primer cuarto, el 40 %; en el segundo, el 30 %; en el tercero, el 20 %; y en el cuarto, el 10 %.

4.3.5 El agua en la planta. Uso del agua por la planta.

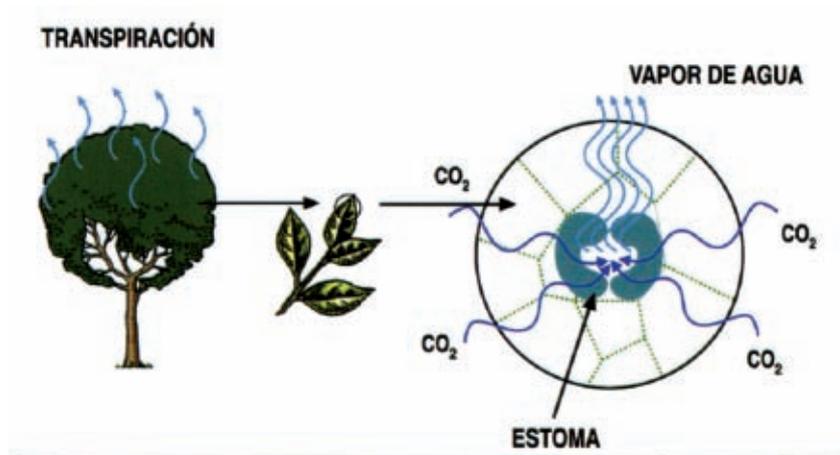
El abastecimiento de agua a las plantas es fundamental para que éstas realicen de forma correcta sus procesos vitales, se desarrollen y produzcan adecuadamente. El agua forma parte de la estructura general de las plantas, actuando también como regulador de la temperatura en ellas.

El agua del suelo y las sustancias minerales disueltas pasan a la planta a través de las raíces, de donde pasan al tallo que actúa como distribuidor hacia las hojas. En las hojas se produce la transformación de los elementos minerales en materia orgánica a través de la fotosíntesis, para lo cual es necesario que dispongan de luz (radiación solar), anhídrido carbónico (CO₂) del aire y agua. La cantidad de agua requerida para realizar la fotosíntesis es sólo una parte muy pequeña del total de agua absorbida por la planta, mientras que otra pequeña parte queda en la planta para completar los procesos de crecimiento.



△ Ilustración 12

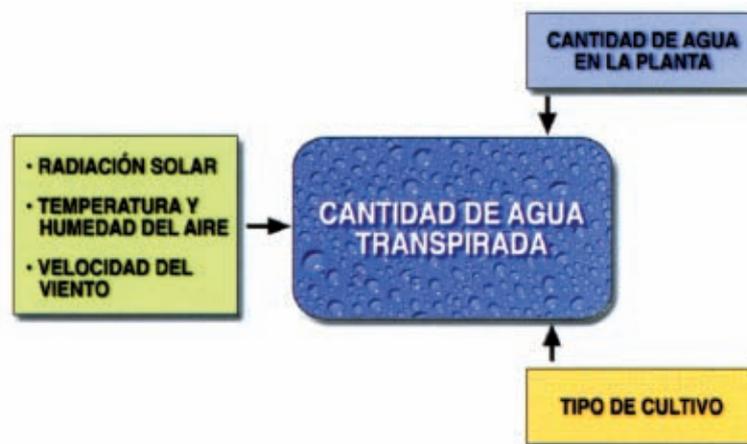
El principal gasto de agua es la transpiración, proceso por el que el agua pasa desde la planta a la atmósfera en forma de vapor. Para ello las plantas tienen en las hojas unas células especiales en forma de orificio, llamadas estomas, que son además el lugar por donde absorben el anhídrido carbónico del aire para la fotosíntesis. En el olivo los estomas se localizan principalmente en el envés de las hojas, y están protegidos por una batería de células aparasoladas, para evitar transpiraciones excesivas, manteniendo la funcionalidad de los estomas.



△ Ilustración 13

La cantidad de agua transpirada depende principalmente de los siguiente factores:

- Tipo de cultivo.
- Cantidad de agua contenida en la planta, que influye en el mecanismo de cierre estomático. Cuando existe déficit hídrico en la planta este mecanismo se ve perjudicado.
- Radiación solar, temperatura y humedad del aire y la velocidad del viento: ambientes cálidos, secos o con vientos fuertes implican mayor transpiración).



△ Ilustración 14

4.3.6 **Perdidas de agua en el suelo: escorrentía, filtración profunda y evaporación.**

Un suelo es un almacén de agua. Sin embargo, la cantidad de agua almacenada cambia con el tiempo debido a que las demandas varían mucho dependiendo de las condicio-

nes climáticas, el estado de desarrollo del cultivo y de las prácticas de riego. Sin embargo no toda el agua aportada es almacenada y puesta a disposición de las plantas, sino que se producen pérdidas debido a los siguientes fenómenos:

- **Escurrentía:** representa la cantidad de agua de lluvia o de riego que cae sobre la superficie del suelo pero que éste no puede infiltrar. Por lo general en riego localizado no se produce escurrentía.

- **Filtración profunda o percolación:** cuando el agua aplicada sobre la superficie del suelo se filtra, pasa poco a poco hacia capas más profundas. Si la cantidad de agua aplicada es mayor que la capacidad de retención, el agua se infiltrará hacia zonas en las que las raíces del cultivo no pueden acceder, siendo por lo tanto agua perdida.

- **Evaporación:** es el proceso por el cual el agua pasa de la superficie del suelo a la atmósfera en forma de vapor. La evaporación es tanto más intensa cuanto más seco sea el ambiente y mayor la temperatura del aire. También será mayor cuanto más húmedo esté el suelo en superficie ya que el agua estará más disponible para ser evaporada; y cuanto mayor sea el viento reinante en la zona.

4.4 AGUAS DE RIEGO

Las aguas utilizadas para el riego pueden ser:

- Aguas superficiales.
- Aguas subterráneas.

Presentan características diferentes. Las aguas superficiales oscilan en temperatura, tienen gases en disolución, sustancias minerales y orgánicas en suspensión, pueden tener una concentración de sales importante, sobre todo si han estado embalsadas y se ha producido evaporación, presentan un alto riesgo de contaminación por elementos químicos. Las aguas subterráneas se caracterizan por tener una temperatura bastante uniforme durante todo el año. Son pobres en gases disueltos, así como en sustancias minerales y orgánicas en solución o suspensión, presentan menos riesgo de contaminación que las aguas superficiales.

4.5 ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO

Para obtener resultados fiables debemos tener en cuenta como mínimo las siguientes normas:

4.5.1 Toma de muestras.

- Utilizar frascos o botellas de plástico o vidrio limpias, sin peligro de contaminación por desprendimiento de residuos orgánicos o minerales, restos de plaguicidas, etc, y con una capacidad de litro a litro y medio.

- Enjuagar bien el recipiente con agua destilada o en su defecto con la misma de la muestra que se va a tomar.

- Si la toma se va a hacer de un río o lago, buscar condiciones normales de la corriente, no tomarlas de remolinos ni de curvas, pero si de remansos. En cuanto a la profundidad, no debemos hacer la toma de la superficie ni del fondo, es decir a una profundidad media, y a ser posible lejos de la orilla.

- Si el agua es de pozo hacer, la toma después de una media hora de funcionamiento de la bomba, para que no exista concentración de sales.

- La concentración de sales es mayor en verano que en invierno, por eso el agua es más mala en verano, por lo que es el mejor momento para realizar el muestreo.

- Tomar la muestra momentos antes de llevarla al laboratorio.

- A ser posible ponerse en contacto con el laboratorio antes de tomar la muestra por si requiere alguna otra consideración.

4.5.2 Evaluación de la calidad del agua.

Para evaluar la calidad del agua de riego hemos de tener en cuenta:

- Variabilidad de la composición química (por presencia del mar, etc.).
- Tipo de suelo, un agua puede dar problemas en un suelo arcilloso y no en uno arenoso.
- Sistema de riego a utilizar.
- Cultivo implantado. Hay plantas más sensibles a unos compuestos que otras.

En el caso de un análisis ordinario de agua para uso agrícola, los parámetros a determinar por el laboratorio son los siguientes:

- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Carbonatos.
- Cloruros.
- Sulfatos.
- Nitratos.
- Calcio.
- Magnesio.
- Potasio.
- Sodio.
- Amonio.
- Boro.
- Hierro.

La evaluación de la calidad del agua para riego se puede hacer por cuatro criterios:

- 1.- Criterio de salinidad.
- 2.- Criterio de sodicidad.
- 3.- Criterio de toxicidad.
- 4.- Otros criterios.

4.5.2.1 Criterio de salinidad.

El agua de riego siempre lleva sales disueltas. Si el contenido de estas sales es elevado, las plantas encuentran más dificultad para absorber el agua del suelo. Esta circunstancia se suele traducir en una disminución de la cosecha, tanto mayor cuanto más sensible sea el cultivo en cuestión.

Para evaluar de una forma rápida el contenido de sales en el agua se recurre a determinar la Conductividad Eléctrica (CE), que suele venir expresada en milimhos/cm (mmhos/cm), en micromhos/cm (mhos/cm) ó en decisiemens/m (dS/m).

Para determinar la CE se emplea un instrumento llamado conductivímetro. Su resultado siempre se refiere a 25 ° C, por tanto si en agua está a otra temperatura habrá que corregir el dato.

La equivalencia entre ambas unidades es: 1 mmhos/cm = 1.000 mhos/cm = 1 dS/m.

Una vez conocido el valor de la CE, el Contenido Total en Sales (C.T.S.) de la muestra se puede estimar de la siguiente forma:

$$\text{C.T.S. (g/l)} = 0.64 \times \text{CE (mmhos/cm)}$$

En el mercado existen conductivímetros de bolsillo que por su bajo coste están al alcance del agricultor y que, a pesar de que no son muy precisos, constituyen un instrumento eficaz para vigilar la salinidad del agua de riego.

Si queremos conocer con precisión la salinidad real del agua de riego es necesario que el laboratorio determine el contenido de cada una de las diferentes sales. En este caso la salinidad total vendrá dada por la suma de cada una de ellas.

Clasificación de las aguas de riego basadas en su CE a 25 °C	
CE (mmhos/cm)	Riesgo de salinidad
< 0.75	Bajo
0.75 – 1.5	Medio
1.5 – 3	Alto
> 3	Muy alto

4.5.2.2 Criterio de sodicidad.

El sodio es uno de los elementos más frecuentes en el agua de riego. Aunque no es esencial para los cultivos, un alto contenido en este catión puede afectar negativamente a la estructura del suelo.

Para evaluar la Sodicidad del agua se emplea el índice RAS ó SAR (Relación de Adsorción de Sodio) que hace referencia a la proporción relativa en la que se encuentra el sodio frente a cationes como el calcio y magnesio que contrarresta el efecto negativo del sodio. También la sodicidad de un agua se evalúa por el carbonato sódico residual. El RAS se determina fácilmente si conocemos las concentraciones en meq/l de sodio, calcio y magnesio del agua de riego. La fórmula a emplear es la siguiente:

$$RAS = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

Hoy se sabe que se pueden admitir valores más altos del RAS a medida que aumenta la salinidad del agua, ya que el efecto dispersante del sodio se ve contrarrestado con altas concentraciones de sales que conservan su estructura.

A medida que disminuye el contenido de agua en el suelo, las sales existentes en el mismo se van concentrando cada vez más. Esta circunstancia favorece que el calcio y el magnesio precipiten formando carbonatos y bicarbonatos de cálcico y magnésico, así como sulfato cálcico (yeso). Este hecho trae consigo que la proporción de sodio aumente y con ello el peligro de que el suelo se degrade. Para tener en cuenta esta posibilidad el laboratorio determina el RAS ajustado, que aporta más información.

Clasificación del agua en función del RAS y la CE		
RAS	CE (mmhos/cm)	Diagnóstico
< 6	> 0.50	Sin problemas
6 – 9	0.50 - 0.20	Problema posible
> 9	< 0.20	Problema grave

Carbonato sódico residual (C.S.R.): se calcula mediante la siguiente expresión. (Concentraciones en meq/l).

$$C.S.R = (CO_3^{2-} + CO_3H) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

Carbonato sódico residual (meq/l)	Tipo de agua
< 1.25	Recomendable
1.25 – 2.5	Poco recomendable
> 2.5	No recomendable

4.5.2.3 Criterio de toxicidad.

La presencia en el agua de riego de algunos elementos (cloro, sodio, boro,..) Puede producir síntomas de toxicidad en algunos cultivos al sobrepasar ciertas concentraciones. Esta toxicidad es específica para un determinado elemento y cultivo particular.

Elemento	*	**
Aluminio	5.0	20.0
Arsénico	0.1	2.0
Berilio	0.1	0.5
Boro	1	2
Cadmio	0.01	0.05
Cromo	0.1	1
Cobalto	0.05	5.0
Cobre	0.2	5.0
Flúor	1.0	15.0
Hierro	5.0	20.0
Plomo	5.0	10.0
Litio	2.5	2.5
Manganeso	0.2	10
Molibdeno	0.01	0.05
Níquel	0.2	2.0
Selenio	0.02	0.02
Vanadio	0.1	1.0
Cinc	2.0	10.0

*: para aguas usadas continuamente en todos los suelos mg/l

** : para utilizar hasta 20 años en suelos de textura fina, de pH 6.0 a 8.5 mg/l

Valores considerados normales en análisis de agua para riego.

Parámetros	Valores	Unidades	Valores	Unidades
PH	6 - 8.5	-	-	-
CE a 20° C	0 - 3	DS/m	-	-
Carbonatos	0 - 3	Mg/l	0 - 0.1	meq/l
Bicarbonatos	0 - 610	Mg/l	0 - 10	meq/l
Cloruros	0 - 1063	Mg/l	0 - 30	meq/l
Sulfatos	0 - 961	Mg/l	0 - 20	meq/l
Calcio	0 - 400	Mg/l	0 - 20	meq/l
Magnesio	0 - 61	Mg/l	0 - 5	meq/l
Sodio	0 - 920	Mg/l	0 - 40	meq/l
Potasio	0 - 2	Mg/l	0 - 0.05	meq/l
Nitratos	0 - 10	Mg/l	0 - 0.16	meq/l
Amonio	0 - 5	Mg/l	0 - 0.28	meq/l
Boro	0 - 2	Mg/l	0 - 0.18	meq/l
Fósforo	0 - 2	Mg/l	0 - 0.06	meq/l
RAS o SAR	0 - 15	-	-	-

4.5.2.4 Otros criterios.

Dureza: la dureza del agua viene determinada por la cantidad de sulfatos y bicarbonatos de calcio y magnesio que lleva en disolución. Para que aparezcan en el agua es necesario que estén en equilibrio con el ácido carbónico disuelto en ésta.

Cuando el agua lleva en disolución un exceso de ácido, hace que ésta presente efectos corrosivos, en este caso se habla de aguas corrosivas en general o aguas blandas comportándose como ácidos débiles. Pueden corroer tuberías y estropear el suelo.

Cuando el agua lleva exceso de calcio y magnesio respecto al ácido carbónico, se llama incrustante o dura. Puede formar costras en tuberías, y en el suelo precipita en forma de carbonato cálcico.

Las aguas equilibradas llevan estos componentes proporcionados y no tienen influencia. Su resultado se expresa en grados franceses. Para el cálculo se emplea la siguiente fórmula (concentraciones en mg/l).

$$\text{Dureza} = \frac{(Ca^{+2} \times 2,5) + (Mg^{+2} \times 4,12)}{10}$$

Grados franceses (°F)	Tipo de agua
< 7	Muy dulce
7 – 14	Dulce
14 – 22	Medianamente dulce
22 – 32	Medianamente dura
32 – 54	Dura
> 54	Muy dura

En general, las aguas muy duras son poco recomendables en suelos fuertes y compactos. Sin embargo, su uso está muy indicado en la recuperación de suelos sódicos.

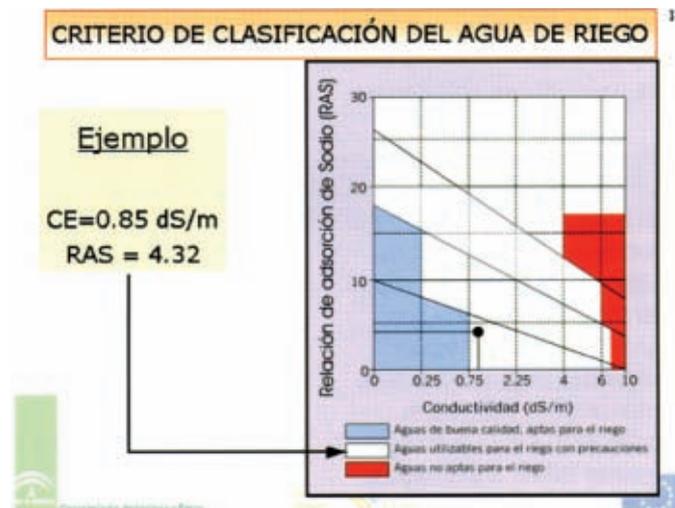
A partir de 50 °F pueden presentarse problemas de obturaciones en riego por goteo.

Peligro de obturaciones: el agua de riego puede dar lugar a obturaciones en el sistema de riego o en las conducciones. Las causas posibles de obturaciones son por las partículas que lleve el agua en suspensión, por las precipitaciones de compuestos químicos o por agentes biológicos.

Tipo de obturación	Peligro de obturaciones		
	Bajo	Medio	Alto
- Física			
Partículas en suspensión (mg/l)	50	50 - 100	> 100
- Química			
pH	7	7 - 8	> 8
Hierro (mg/l)	0.1	0.1 - 1.5	> 1.5
Magnesio (mg/l)	0.1	0.1 - 1.5	> 1.5
Calcio (mg/l)	10	10 - 50	> 50
Carbonatos (mg/l)	100	100 - 200	> 200
- Biológica			
Bacterias/cm ³	10 ⁴	10.000 - 50.000	> 5x10 ⁴

4.5.2.5 Normas combinadas para evaluar un agua de riego.

Se basan en la utilización combinada de alguno de los índices anteriores. Entre ellas destacamos la "Normas Riverside", que se basan en la combinación de la conductividad eléctrica en mhos/cm a 25 °C y el SAR:



△ Ilustración 15

4.6 EJEMPLOS DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE AGUAS DE RIEGO

A) Fecha: 12/08/03

Determinaciones solicitadas:

pH = 6.8
Conductividad eléctrica = 1.31
Carbonatos (CO₃) = 0
Cloruros (Cl) = 150 p.p.m.
Sulfatos (SO₄) = 151.2 p.p.m.
Nitratos (NO) = 8 p.p.m.
Calcio (Ca) = 154 p.p.m.
Magnesio (Mg) = 35.3 p.p.m.
Potasio (K) = 1 p.p.m.
Sodio (Na) = 75 p.p.m.
Amonio (NH₄) = 3 p.p.m.
Boro (B) = 0.3 p.p.m.
Bicarbonatos (CO₃H) = 60 p.p.m.
Fósforo (P) = 0.4 p.p.m.

B) Fecha: 12/08/03

Determinaciones solicitadas:

pH = 8.1

Conductividad eléctrica = 0.94 mmhos/cm

Carbonatos (CO₃) = 2.3 p.p.m.

Cloruros (Cl) = 623 p.p.m.

Sulfatos (SO₄) = 75.2 p.p.m.

Nitratos (NO) = 10 p.p.m.

Calcio (Ca) = 352 p.p.m.

Magnesio (Mg) = 57 p.p.m.

Potasio (K) = 0.9 p.p.m.

Sodio (Na) = 133 p.p.m.

Amonio (NH₄) = 2.7 p.p.m.

Boro (B) = 1.2 p.p.m.

Bicarbonatos (CO₃H) = 512 p.p.m.

Fósforo (P) = 0.9 p.p.m.

V. Riego



5.1 INTRODUCCIÓN

El olivar en España se ubica en unas zonas en las que el agua es escasa, siendo la gran mayoría de la hectáreas de olivar de secano.

Una buena parte del olivar que se riega utiliza sólo riegos de apoyo, no siendo muy frecuentes las parcelas de olivar que se riegan atendiendo a las necesidades reales del cultivo.

Entendemos que en olivar, a ser posible, no deben admitirse otros sistemas de riego que los riegos localizados de alta frecuencia, dado que proporcionan ventajas sustanciales respecto a los riegos por aspersión o los riegos por superficie.

Entre los distintos sistemas de riego localizado (goteo, microaspersión, nebulización...) destacamos el riego por goteo, sin descartar que en determinadas condiciones se deba optar por otro sistema de riego como más idóneo.

Características del riego localizado:

- No se moja la totalidad del suelo.
- Se utilizan pequeños caudales a baja presión.
- El agua se aplica con alta frecuencia.

Mediante las técnicas de riego localizado, tratamos de mantener la parte de suelo mojada en capacidad de campo permanentemente, por lo que las plantas toman el agua con mucha más facilidad. El riego localizado supone un ahorro de agua, ya que disminuyen las pérdidas por evaporación directa, las pérdidas por escorrentía y si se maneja adecuadamente, las pérdidas por drenaje profundo son prácticamente nulas.

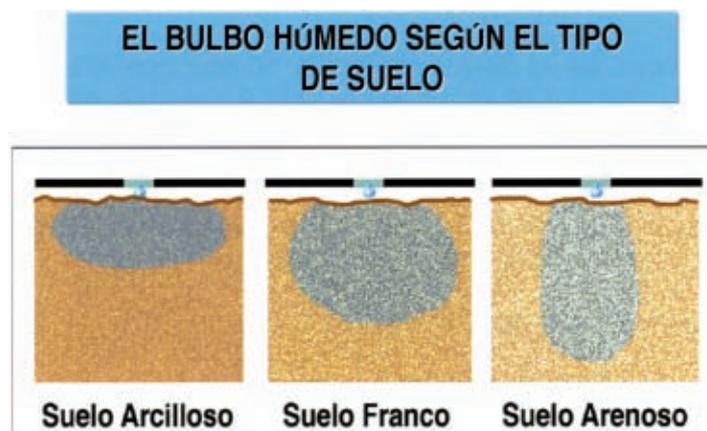
En riego localizado se utiliza la expresión de bulbo húmedo para designar la parte de suelo que moja el emisor de riego, es en esta zona mojada donde se desarrolla principalmente el sistema radical del cultivo.



△ **Ilustración 16.** Bulbo húmedo.

El agua una vez cae en el suelo se mueve en todas las direcciones, pero en unos casos lo hace más en sentido vertical y en otros en sentido horizontal. La forma y tamaño del bulbo depende de:

- La textura del suelo; en los suelos arenosos el agua tiende a moverse verticalmente, al contrario que en los suelos arcillosos, estando los suelos francos en condiciones intermedias.



△ Ilustración 17

- El caudal del emisor; con emisores de mayor caudal el bulbo húmedo se extiende más de forma horizontal.

- El tiempo de riego; al aumentar el tiempo de riego el tamaño del bulbo aumenta en profundidad, pero su extensión en horizontal permanece prácticamente constante.

Respecto a las sales, el riego localizado mantiene un elevado nivel de humedad, por lo que las sales permanecen diluidas, además las sales se concentran en la periferia del bulbo, sin embargo la mayor cantidad de raíces se encuentra en el centro de éste, por ello, el riego localizado permite utilizar aguas con mayor contenido en sal.

DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE LAS SALES EN LA ZONA HUMEDECIDA



△ Ilustración 18

En el caso de lluvias no muy copiosas, las sales de la periferia se arrastran hacia el interior del bulbo, por lo que es recomendable no detener el riego o ponerlo en marcha tras las lluvias para arrastrar las sales de nuevo a la periferia.

Al mover las tuberías de riego y volver a colocarlas difícilmente los puntos de emisión de agua volverán a caer de nuevo en el mismo punto, lo que provoca que el olivo tenga que crear un nuevo sistema radical, por este motivo no es aconsejable cambiar los emisores de lugar.

5.2 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL RIEGO LOCALIZADO

5.2.1 Ventajas.

- Mejor aprovechamiento del agua.
- Posibilidad de utilizar aguas con un índice de salinidad más alto.
- Mayor uniformidad del riego.
- Mejor aprovechamiento de los fertilizantes.
- Aumento de la cantidad y calidad de las cosechas.
- Menor infestación por malas hierbas, debido a la menor superficie de suelo humedecida.
- Posibilidad de aplicación de fertilizantes, correctores y pesticidas con el agua de riego.
- Facilidad de ejecución de las labores agrícolas.
- Ahorro de mano de obra.

5.2.2 Inconvenientes.

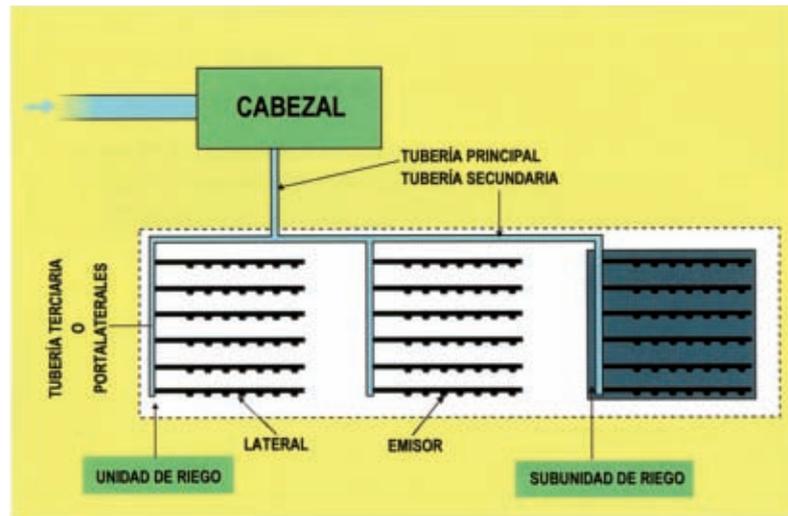
- Se necesita un personal más cualificado.
- Hay que hacer un análisis inicial del agua.
- Si se maneja mal se corre el riesgo de salinizar el bulbo húmedo.
- Hay que vigilar periódicamente el funcionamiento del cabezal y de los emisores, con el fin de prevenir obturaciones.
- Es preciso hacer un control riguroso de las dosis de agua, fertilizantes, pesticidas y productos aplicados al agua de riego.
- Exige una mayor inversión inicial.

5.3 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

- Cabezal de riego.
- Red de distribución.
- Mecanismos emisores de agua.
- Dispositivos de control.

El cabezal de riego comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar la presión e incorporar los fertilizantes.

La red de distribución conduce el agua desde el cabezal de riego hasta las plantas, así tenemos tuberías de primer orden, de segundo, etc,. Las últimas llamadas laterales son las que llevan los emisores de riego.



△ Ilustración 19

Se suele colocar un regulador de presión al principio de cada tubería de donde parten los laterales. La superficie de riego dominada por un regulador de presión se denomina sub-unidad de riego, en cuyo punto se suele instalar un contador de agua.



△ Ilustración 20

Las tuberías primarias, secundarias y terciarias suelen ser de PVC o de PE. Las primarias irán enterradas. Los laterales suelen ser de PE de baja densidad.

Los dispositivos de control son los elementos que permiten regular el funcionamiento de la instalación. Estos elementos son: contadores, manómetros, reguladores de presión o de caudal, etc.

5.4 OBTURACIONES

Para combatir las obturaciones de los emisores se utilizan dos tipos de procedimientos:

- Preventivo; consiste en evitar la obturaciones mediante filtrado y tratamiento del agua.
- De limpieza; cuando la obturación ya se ha producido se hacen tratamientos al agua o se rompe la obturación mediante agua o aire a presión alta.

5.5 PREFILTRADO

Cuando el agua contiene gran cantidad de partículas inorgánicas (arena, limo, arcilla) hay que eliminar buena parte de ellas antes de entrar en el cabezal de riego, para ello se pueden instalar depósitos de decantación o hidrociclones.



△ Ilustración 21. Hidrociclón

5.6 FILTRADO

El filtrado del agua consiste en retener las partículas contaminantes en el interior de una masa porosa (filtro de arena) o sobre una superficie filtrante (filtro de malla y filtro de anillas).

5.6.1 Filtro de arena.

El filtro de arena sirve para retener contaminantes orgánicos (algas, bacterias y restos orgánicos) e inorgánicos (arenas, limos, arcillas y precipitados químicos). Es el filtro más adecuado para filtrar aguas muy contaminadas con partículas pequeñas o con gran cantidad de materia orgánica.



△ Ilustración 22

Se debe proceder a la limpieza del filtro cuando existe una diferencia de presión entre la entrada y la salida del mismo de 5 o 6 mca o según indique el fabricante. La limpieza del filtro se realiza contra corriente durante al menos 5 minutos, conviene colocar al menos dos filtros en batería, de tal modo que el agua filtrada de uno se utiliza para la limpieza del otro.

Los filtros de arena se colocan en el cabezal, antes de los contadores y válvulas volumétricas, ya que estos aparatos requieren agua limpia para su funcionamiento.

5.6.2 Filtro de malla.

El filtro de malla se colmata con rapidez, por cuya razón se utilizan para retener partículas inorgánicas de aguas que no estén muy contaminadas. Cuando existen algas en el agua hay que instalar aguas arriba un filtro de arena que las retenga. Se deben limpiar cuando la diferencia de presión sea de 5 mca (0,5 kg/cm²) o la que indique el fabricante. El fertilizante se inyecta entre el filtro de arena y el filtro de malla.



△ Ilustración 23

5.6.3 Filtro de anillas.

El filtro de anillas tiene la misma misión que el filtro de malla, por lo que se coloca uno u otro indistintamente; igual que el filtro de malla es necesaria su limpieza cuando la diferencia de carga entre la entrada y la salida sea de 5 mca.



△ Ilustración 24.

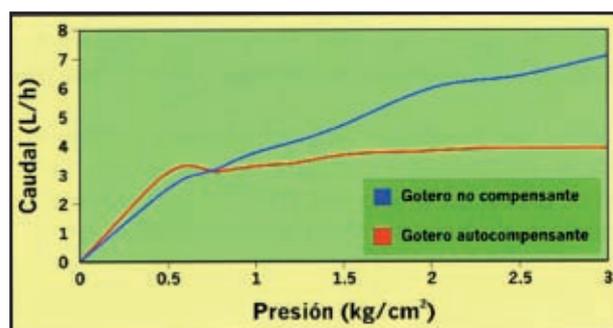
5.7 EMISORES DE RIEGO

Los emisores son dispositivos que controlan la salida del agua desde las tuberías laterales. Un emisor de riego debe reunir las siguientes características:

- De fácil instalación.
- Poco sensible a la obturación.
- Poco sensible a las variaciones de presión.
- De bajo coste.
- Que mantenga sus características a lo largo del tiempo.

5.7.1 Relación caudal-presión.

Los emisores de riego aumentan el caudal al aumentar la presión de trabajo, pero dentro de unos intervalos de presión hay emisores que no varían el caudal, son los denominados autocompensantes.



△ Ilustración 25

5.7.2 Unidad de fabricación.

En teoría todos los emisores de riego de la misma marca y modelo deberían proporcionar el mismo caudal cuando actúan a la misma presión y temperatura, pero esto en la práctica no ocurre. Para valorar la uniformidad de fabricación se define el coeficiente de variación, según éste tenemos dos categorías de goteros:

- Categoría A. Coeficiente de variación inferior a 0.005.
- Categoría B. Coeficiente de variación comprendido entre 0.005 y 0.1.

Es deseable al proyectar una instalación de riego elegir emisores de la categoría A, que proporcionan una elevada uniformidad en la distribución del agua.

5.7.3 Sensibilidad a la obturaciones.

La sensibilidad a las obturaciones depende de las características del emisor (mínimo diámetro de paso, recorrido del agua en el interior del emisor y velocidad de circulación del agua), de la calidad del agua y de las condiciones de filtrado.

Según el diámetro de paso de los emisores se clasifican respecto a las obturaciones en:

Diámetro mínimo (mm)	Sensibilidad
Goteros y tuberías	
<0.7	Alta
0.7 - 1.5	Media
>1.5	Baja
Difusores y microaspersores	
<0.4	Alta
0.4 - 0.7	Media
>0.7	Baja

5.7.4 Sensibilidad a los cambios de temperatura.

Los laterales de riego suelen sufrir incrementos notables de temperatura entre el principio de los mismos y el final, este cambio hace que los emisores puedan variar el caudal.

Los emisores que trabajan en régimen laminar son muy sensibles a los cambios de temperatura, aumentan el caudal al aumentar ésta. Los emisores de régimen turbulento o los autocompensantes no presentan variaciones importantes al variar la temperatura. Los emisores tipo vortex disminuyen el caudal al aumentar la temperatura.

5.8 RIEGO POR GOTEO

5.8.1 Ventajas.

- Muy alta eficiencia.
- Alto control de la salinidad.
- Más barato que otros.

5.8.2 Desventajas.

- Un error o accidente provoca mayor estrés hídrico que los demás sistemas de riego al estar las raíces concentradas en muy poco espacio.
- En terrenos arenosos se precisan muchos puntos de goteo.
- Mayor riesgo de obturaciones.

5.9 RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO

5.9.1 Ventajas.

- Fácil instalación.
- Menor coste de las instalaciones.
- Son autolimpiantes y autocompensantes.
- Mejoran la eficiencia.
- Suministran agua al nivel de las raíces.
- Crean una banda húmeda.



△ Ilustración 26

5.9.2 Inconvenientes.

- Peligro de obturaciones por entrada de raíces en los emisores.
- Es necesario el uso de herbicidas junto al agua de riego.
- Dificultad en la detección de fallos en los emisores.

5.10 TUBERÍAS EMISORAS

Son la tuberías que a la vez que conducen el agua la aplican, bien a través de unas perforaciones poco espaciadas, o bien, a través de una pared porosa. Nos podemos encontrar dos tipos: manguera perforada y cintas de exudación.

5.10.1 Ventajas.

- Crean una banda húmeda que logra una mayor superficie mojada.
- Gran eficiencia al estar la tuberías enterradas.
- El agua es colocada al nivel de las raíces.
- Funcionan con muy poca presión.

5.10.2 Inconvenientes.

- Mayor riesgo de obturaciones por raíces o cuerpos extraños.
- Se hace imprescindible el uso de herbicidas junto al agua de riego.
- Se deben utilizar en terrenos con poca pendiente, ya que no compensan las diferencias de presión.

5.11 RIEGO POR ESCUPIDORES

5.11.1 Ventajas.

- Menor costo de los emisores.
- Menor riesgo de obturación por depósitos.
- Mayor superficie de suelo mojado que con el riego por goteo.
- Necesitan poca presión.



△ Ilustración 27

5.11.2 Inconvenientes.

- Gran variabilidad del caudal que proporcionan.
- No son autocompensantes.
- Menor eficacia por evaporación y viento.

5.12 RIEGO POR MICROASPERSIÓN

5.12.1 Ventajas.

- Crea una zona húmeda amplia; incluso en terrenos permeables.
- Baja el riesgo de estrés hídrico.
- Mayor facilidad de inspección para detectar anomalías.
- Menor proporción de obturaciones.



△ Ilustración 28

5.12.2 Inconvenientes.

- Debido al viento y a la evaporación hay una menor eficacia en el uso del agua.
- Hay más riesgo de averías del emisor de riego.
- Se requieren tubería de mayor diámetro, por tanto más caras.
- Se precisa más presión de agua.

5.13 RIEGO DEL OLIVAR

El agua consumida por el olivar se corresponde a la consumida por el propio cultivo (transpiración del cultivo) más la evaporada desde el suelo (evaporación). Estos términos se calculan conjuntamente denominándose Evapotranspiración del cultivo o Etc. El riego del olivar dependerá por tanto de la Etc, del agua almacenada en el suelo(reserva) y de la precipitación.

5.13.1 Riegos de baja frecuencia.

En el caso de que nuestro olivar vaya a ser regado por aspersión o superficie y si las disponibilidades de agua lo permiten, como orientación deberemos dar 4 riegos de unos 100 mm (l/m²) para un olivar intensivo y adulto y 2 o 3 riegos de 100 mm para un olivar adulto de marco tradicional, estos riegos estarán repartidos en el periodo de tiempo comprendido entre principios de junio y finales de agosto.

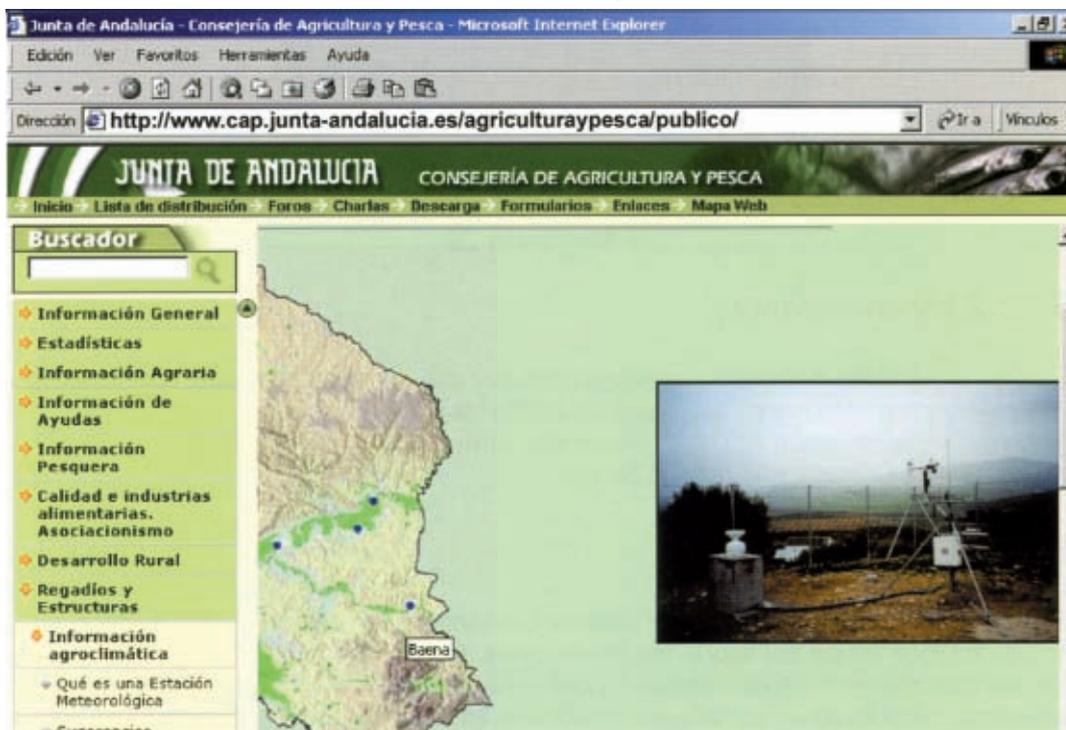
Si las disponibilidades de agua no permiten regar en verano, hay que pensar en el riego de socorro, regando durante el invierno o principios de la primavera, y en otoño. La máxima rentabilidad del riego parece situarse en otoño, por lo que si disponemos de agua es conveniente regar en esta época. En el caso de que sólo dispongamos de agua en el invierno, regaremos hasta saturar el perfil para utilizar el suelo como almacén de agua, lo que permitirá afrontar el verano con cierta garantía.

5.13.2 Programas de riego localizado.

Para el cálculo de las necesidades de agua de riego del olivar se utiliza el método del balance de agua FAO, que consta de tres términos:

$$ET_c = E_{to} \times k_c \times k_r$$

La E_{to} , es la evapotranspiración de referencia, que cuantifica la demanda evaporativa de la atmósfera (relacionada con un lugar y periodo de tiempo). Se cuantifica en milímetros de agua al día. Estos datos se pueden obtener a partir de las distintas estaciones meteorológicas que la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía tiene distribuidas por toda la Comunidad Andaluza, y a través de su página web:



Δ Ilustración 29.

El coeficiente de cultivo (kc), se obtiene experimentalmente para cada cultivo. En el caso del olivar está calculado mensualmente.

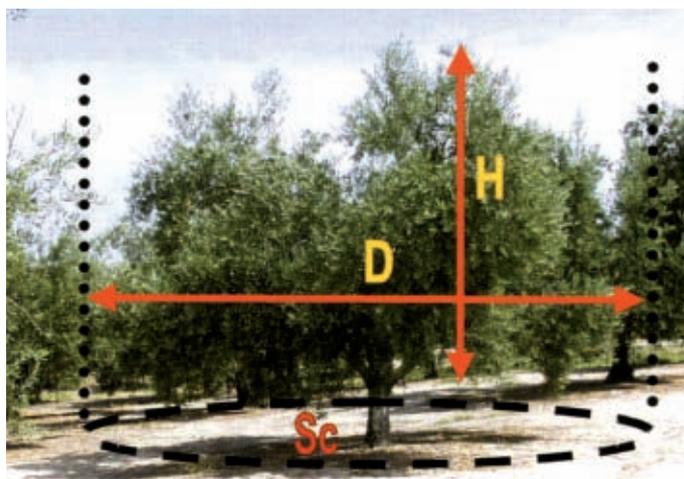
Mes	E	F	M	A	My	J	JI	A	S	O	N	D
kc	0.50	0.50	0.65	0.65	0.65	0.60	0.60	0.60	0.60	0.65	0.65	0.50

En el caso de olivares que no lleguen a cubrir el 50% de la superficie del terreno, se ha introducido un nuevo coeficiente, el coeficiente reductor (kr), que se estima en función de la superficie cubierta:

$$K_r = 2 \times S_c / 100$$

Si la Sc es mayor del 50%, kr es igual a la unidad.

La Sc corresponde al % de suelo sombreado por la copa de los olivos y se calcula:



△ Ilustración 30

$$S_c = \pi D^2 N / 4$$

Donde, D= diámetro medio en metros de una muestra de olivos y N es la densidad de plantación en olivos/ha.

Un dato interesante lo constituye el volumen de copa por hectárea, que nos informa acerca del tamaño de los árboles. Se calcula midiendo diámetro y altura de una muestra de olivos:

$$V \text{ (m}^3\text{/ha)} = \pi/6 D^2 H N$$

Donde, H la altura media en metros desde la parte superior a la inferior de la copa.

Cuando se transforma un olivar de seco a riego, es necesario aumentar en volumen la copa de los olivos, para aumentar la producción. Este aumento tiene unos límites, que oscilan entre los 12.000 m³/ha (se entorpecen las labores) y los 15.000 m³/ha (se produce descenso de la producción debido entre otros a sombreamientos y competencia).

5.13.3 Programación de riegos.

En la programación de riegos se evita que el agua en el suelo esté por debajo de un nivel en el que el olivar sufra déficit hídrico. Si no llegamos a éste nivel el olivar tendrá una producción máxima.

La cantidad de agua que hay en el suelo proviene del agua de lluvia y del riego. Según diversas estimaciones se ha comprobado que tan sólo un 70% del agua de lluvia se acumula en el perfil del suelo en condiciones normales de cultivo, ésta es conocida como precipitación efectiva. Cuando existe cubierta vegetal, éste porcentaje aumenta hasta un 80%.

La cantidad de agua que tiene un suelo se calcula tomando muestras del perfil a distintas profundidades (15 – 45 – 75 cm) o en los distintos horizontes que lo formen, de los que hemos de calcular el agua disponible (AD). El agua disponible de cada perfil viene calculada como:

$$AD = (CC - PMP) \times z$$

AD= agua disponible, expresada en milímetros de agua

CC y PMP = humedad volumétrica (cm³/ cm³); aunque es habitual que éstos datos nos los den en forma gravimétrica (peso agua/peso suelo), siendo necesario conocer la densidad aparente para su transformación:

$$CC \text{ (cm}^3 \text{/cm}^3\text{)} = CC \text{ (cm}^3\text{/gr)} \times Da \text{ (gr/ cm}^3\text{)}$$

$$PMP \text{ (cm}^3 \text{/cm}^3\text{)} = PMP \text{ (cm}^3\text{/gr)} \times Da \text{ (gr/ cm}^3\text{)}$$

Existen unos valores medios para las distintas texturas de suelo:

TEXTURA	PMP (gr/cm ³)	CC (gr/cm ³)
Arenoso	0,07	0,15
Franco arenoso	0,09	0,21
Franco	0,14	0,31
Franco arcilloso	0,17	0,36
Arcillo limoso	0,20	0,40
Arcilloso	0,21	0,44

Mediante el cálculo del agua disponible (AD) en el suelo, se calcula la totalidad del agua a disposición del olivo; sin embargo, para extraerla por completo, el olivo ha de realizar mayor esfuerzo a medida que queda menor cantidad de agua. Para evitar esto, tan sólo utilizaremos el 75% del agua acumulada en el perfil.

El consumo de agua por el cultivo (Etc) se ha de suplir por el agua del suelo (precipitación efectiva + riego).

El riego por goteo parece ser el más adecuado en el riego del olivar, pues con un coste similar mejora la eficiencia del agua.

5.13.4 Riego deficitario.

Si por las circunstancias de nuestro olivar no tenemos agua suficiente para regar toda la parcela, cabe preguntarse cuál es la mejor estrategia; si regar con la dosis óptima sólo una determinada superficie o regar el doble de esta superficie con la mitad de dosis. Los ensayos existentes en la actualidad parecen indicar que la segunda opción es la más apropiada en el caso de olivar para almazara.

5.13.5 Número de goteros por olivo.

La mayoría de las instalaciones de riego por goteo que se están proyectando se están haciendo con dos goteros por olivo, número que a todas luces es insuficiente. Las experiencias existentes nos muestran que es bastante rentable, debido al aumento de producción, aumentar los puntos de emisión de agua hasta seis u ocho. En aquellas instalaciones que ya tienen instalados 2 goteros de 8 litros por hora, sería recomendable sustituirlos por 8 goteros de 2 litros por hora o por 4 goteros de 4 litros por hora.

También son interesantes las tuberías con goteros interlínea a 1-1,5 m. a ambos lados del olivo, que crean dos bandas de humedad discontinuas con muchos puntos de humedad.



△ Ilustración 31

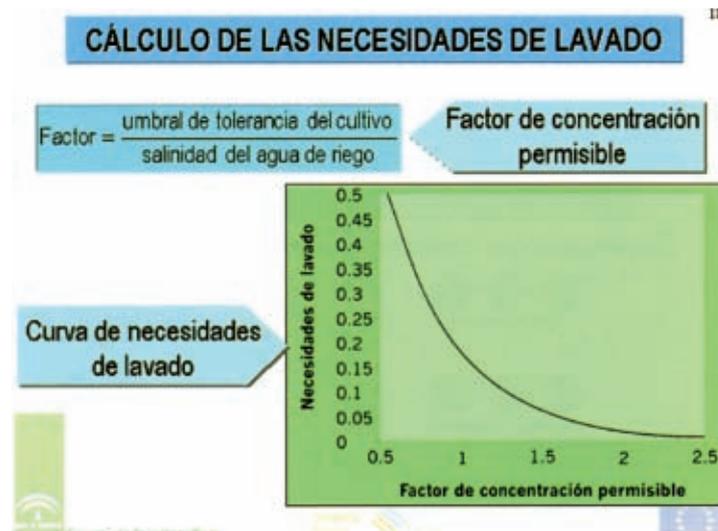
5.13.6 Riegos con agua salina.

Puede establecerse en el caso del olivo el nivel de 4 dS/m como la máxima conductividad eléctrica que debiera tener el agua para ser utilizada en el olivar sin sufrir mermas de producción, sin embargo para determinadas variedades adaptadas a la salinidad podría admitirse hasta 6 dS/m.

El agua de riego supone un aporte de sales que tenderán a acumularse en el suelo, ya que el agua que se evapora lo hace sin arrastrar las sales disueltas. Las raíces aunque absorben sales, lo hacen selectivamente. Los aportes de agua de riego si se hacen en cantidades superiores a las necesidades del cultivo contribuyen a lavar las sales en profundidad.

Con el riego localizado de alta frecuencia, al ser más fácil ajustar la dosis de riego, se tiende a no aportar más agua de la necesaria, por lo que el nivel de sales en el bulbo va aumentando paulatinamente.

Por tanto, para evitar que las sales se acumulen en el suelo, se aportan mayores cantidades de agua que las necesarias para el desarrollo de las plantas. A esta fracción de agua en exceso es la que se conoce como fracción de lavado. La fracción de lavado depende de la CE del agua de riego, de la tolerancia a la salinidad de la variedad cultivada y del sistema de riego que estemos utilizando. Para obtener la fracción de lavado, hemos de calcular el factor de concentración permisible (Fc):



△ Ilustración 32

Debido a que los sistemas de riego no son totalmente eficaces, para el cálculo de las necesidades brutas de riego es necesario considerar la eficiencia del sistema de riego, que en el caso de riego localizado es de un 85-90%, aspersión 70-80% y por superficie de un 60%.

$$\text{Necesidades brutas de riego} = \frac{\text{Necesidades netas de riego}}{\text{Eficiencia de aplicación (\%)/100} \times (1 - \text{NL})}$$

NL = Necesidades de lavado o fracción de lavado (%)/100

Con ésta última fórmula para el calculo de las necesidades brutas de riego es posible que estemos añadiendo agua en demasía, debido a que el agua que se pierde por filtración profunda, también lava sales. En nuestro caso, con riego localizado utilizaremos la fórmula que nos de un valor menor de las dos siguientes:

$$\text{Necesidades brutas de riego} = \frac{\text{Necesidades netas de riego}}{\text{Eficiencia de aplicación (\%)/100} \times (1 - \text{NL})}$$

$$\text{Necesidades brutas de riego} = \frac{\text{Necesidades netas de riego}}{(1 - \text{NL})}$$

Veamos un ejemplo: tenemos un agua de riego con una CE = 4 dS/m y la vamos a utilizar para regar un olivar de una variedad sensible a la salinidad que tiene unas necesidades netas de agua de 120 l/olivo.día y queremos saber que cantidad tenemos que aportar por olivo para no provocar el aumento de la salinidad en el suelo.

$$F_c = \frac{\text{Umbral de tolerancia del cultivo}}{\text{Salinidad del agua de riego}} = \frac{4 \text{ dS/m}}{4 \text{ dS/m}} = 1$$

La gráfica nos da unas necesidades de lavado en el caso de riego por goteo de 0.2, por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Necesidades brutas de riego} &= \frac{\text{Necesidades netas de riego}}{\text{Eficiencia de aplicación (\%)/100} \times (1 - \text{NL})} = \\ &= \frac{120 \text{ l/olivo y día}}{90/100 \times (1 - 0.2)} = 166,66 \text{ l/olivo y día} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Necesidades brutas de riego} &= \frac{\text{Necesidades netas de riego}}{(1 - \text{NL})} = \frac{120 \text{ l/olivo y día}}{(1 - 0.2)} = \\ &= 150 \text{ l/olivo y día} \end{aligned}$$

Utilizaremos el menor valor de las dos fórmulas. Operando así aplicaremos 150 l/olivo.día, 120 de los cuales serán utilizados por el olivo y los 30 restantes serán empleados en lavar las sales hacia capas profundas.

5.14 FERTIRRIGACIÓN

Se entiende por fertirrigación la aplicación de los fertilizantes junto al agua de riego, actuando ésta de vehículo de transporte de los nutrientes.

Para la elección de los fertilizantes en fertirrigación hay que tener presente la calidad del agua de riego, ya que el abono que aportamos puede aumentar la salinidad de la misma hasta niveles superiores a los aconsejables.

La fertirrigación tiene como ventajas:

- Asimilación eficaz de los nutrientes, al realizar la aportación localizada en la zona de máximo desarrollo radicular y de mayor absorción de agua.
- Sinergia o acción positiva entre el agua y los elementos nutritivos.
- Ahorro de mano de obra en la aplicación de los fertilizantes.
- Posibilidad de incorporar los fertilizantes en el momento más adecuado a las necesidades del cultivo.
- Control riguroso de la dosis en la aplicación de los fertilizantes.

Como contrapartida las zonas húmedas sufren un descenso paulatino de la fertilidad debido al lavado de los elementos nutritivos.

5.14.1 Nitrógeno.

Las formas amoniacales aplicadas a dosis bajas, concentran el elemento cerca del punto de aplicación, siendo retenido por los coloides del suelo, paulatinamente el amonio va saturando el suelo, por lo que sucesivas aportaciones corren el riesgo de lavar el elemento a capas profundas no exploradas por las raíces. Sin embargo parte de este amonio puede ser tomado directamente por la planta, y otra parte transformado en nitrato.

Además del absorbido por las raíces, el nitrato se solubiliza totalmente, moviéndose con el agua del suelo y arrastrándose hacia la periferia del bulbo.

Si se realizan fuertes aportaciones en forma nítrica y con baja frecuencia de aportación, se producirán grandes acumulaciones de nitrato en la periferia del bulbo húmedo, por lo que sólo una parte del nitrógeno aportado queda a disposición de las raíces, disminuyendo la eficacia del fertilizante.

Lo ideal es aportarlo en pequeñísimas dosis y con gran frecuencia, lo que permitirá una distribución mucho más uniforme en todo el bulbo humedecido y un menor lavado hacia las capas inferiores. Dado que la fertirrigación lo permite es aconsejable fraccionar al máximo los aportes de abonado nitrogenado a lo largo del periodo de crecimiento, para así evitar lavados y elevaciones de la salinidad.

5.14.2 Fósforo.

Los iones fosfato al contrario que los nitrato son poco solubles, por lo que se mueven poco en el suelo sufriendo pocos riesgos de lavado. Los aportes de fósforo en superficie aumentan la concentración del elemento muy cerca del punto de aplicación. Con la fertirrigación el movimiento en profundidad es mucho mayor que cuando el aporte se hace de forma convencional, lo que hace al elemento más asimilable si se aplica de ésta forma.

El fraccionamiento de fósforo no es tan esencial como el del nitrógeno, ya que no hay riesgo de lavado, por lo que las aportaciones se harán con la suficiente antelación para cubrir las necesidades de la planta según los distintos momentos críticos.

5.14.3 Potasio.

Es menos móvil que el nitrógeno, pero si se desplaza suficientemente y puede ser tomado por las raíces una vez que se ha saturado el complejo de cambio. Puede lavarse aunque con mucha menos intensidad que el nitrógeno. En cuanto al fraccionamiento se tratará de igual manera que el fósforo.

5.14.4 Elección de los fertilizantes para fertirrigación.

Hemos de seleccionar abonos que estén exentos de cloruros, sulfatos y sodio, de modo que no aumentemos sin necesidad los niveles de salinidad o alcalinidad del suelo. En el mercado existen gran variedad de abonos específicos que pueden ser usados en fertirrigación que pueden adaptarse a nuestras necesidades, en este apartado hablaremos sólo de aquellos fertilizantes comunes que se emplean en la fertilización convencional y que también pueden aplicarse con fertirrigación, además de los fertilizantes líquidos más comunes. Los fertilizantes para fertirrigación deben cumplir:

- Presentar una solubilidad adecuada a las temperaturas del agua que se manejan.
- Reacción ácida a neutra, lo que reducirá el riesgo de obturaciones de los goteros.
- Densidad y composición conocida, en especial en el caso de fertilizantes líquidos, lo que permitirá dosificar adecuadamente según el programa previsto, no sólo hemos de conocer la composición en cuanto a los distintos nutrientes, sino también la existencia de determinados excipientes de naturaleza arcillosa capaces de obturar los goteros.
- No producir ataque químico a ninguno de los materiales de la instalación de riego.
- Que no se produzcan alteraciones en sus propiedades, ni en las de otros fertilizantes con los que se mezclen.

Existen en el mercado multitud de abonos para utilizar en fertirrigación, ya sean simples o complejos. Los abonos complejos raramente se van a adaptar a las necesidades de nuestro cultivo en una época concreta, además de presentar un precio superior.

5.14.5 Soluciones madres.

Si los abonos que se utilizan no son líquidos, no podrán inyectarse directamente en la instalación de riego, sino que se prepara una solución concentrada de dicho abono y es ésta la que se aplicará al sistema de riego. Esta solución concentrada es la llamada solución madre, que debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Son incompatibles todos los sulfatos y fosfatos con aguas duras que contengan sales de calcio y magnesio.
- La solución madre debe tener una reacción ácida, preferible con pH entre 5 y 6. Si fuese necesario se emplearán correctores del pH, así evitaremos obturaciones en los goteros.
- Se regulará el dosificador de modo que la concentración de fertilizantes no supere el 2 por mil, no sobrepasando el agua de riego en ningún momento la conductividad eléctrica de 3 mmhos/cm.
- La solución madre debe inyectarse en el último tercio del riego, para evitar que el exceso de agua lave los nutrientes.
- Después de la aplicación de los fertilizantes se debe dejar funcionar el equipo de riego durante una media hora para facilitar la limpieza de las conducciones.

En la siguiente tabla vemos la salinidad de las soluciones madre a las concentraciones normales empleadas en fertirrigación (Domínguez Vivancos, 1993).

Productos	Concentración g/l	pH	Conductividad ds/m
Nitrato amónico 33 % N	2	5.4	2.8
	1	5.6	0.9
	0.5	5.6	0.8
	0.25	5.9	0.5
Urea 46 % N	3	6.3	0.1
	1	5.8	0.07
	0.5	5.7	0.07
	0.25	5.6	0.05
Solución 30 % N	1	6.4	1.3
	0.5	6.8	0.7
	0.25	6.9	0.4
Solución 32% N	2	7.2	2.3
	1	7.1	1.1
	0.5	6.6	0.6
	0.25	6.1	0.3
Ácido fosfórico 54 % P ₂ O ₅	1	2.6	1.7
	0.5	2.8	1.0
	0.25	3.1	0.5
Fosfato monoamónico 12-61-0	1	4.9	0.8
	0.5	5.0	0.4
	0.25	5.3	0.2
Nitrato potásico 13-0-46	1	7.0	1.3
	0.5	6.6	0.6
	0.25	6.6	0.3

Compatibilidad de algunos de los fertilizantes más empleados en fertirrigación, (Domínguez Vivancos, 1993).

Fertilizantes	NA	SA	N-32	Urea	NAC	NK	FMA	AP
Nitrato amónico	-	C	X	X	I	X	X	X
Sulfato amónico	C	-	C	X	I	C	I	I
Solución 32	X	X	-	X	X	X	X	X
Urea	X	X	X	-	X	X	X	X
Nitrato cálcico	I	I	X	X	-	X	I	I
Nitrato potásico	C	C	C	X	C	-	C	C
Fosfato monoamónico	X	I	X	X	I	C	-	C
Ácido fosfórico	X	I	X	X	I	C	C	-

Abreviaciones y símbolos: NA = Nitrato amónico; N-32 = solución nitrogenada (32 % N); NAC = Nitrato cálcico; FMA = Fosfato monoamónico; AP = Ácido fosfórico

Compatibilidades:

C = Compatible. Se pueden mezclar

I = Incompatibles. No se pueden mezclar

X = Se pueden mezclar en el momento de su empleo

Principales criterios para evaluación de algunos fertilizantes de uso frecuente en el riego localizado (Torrecillas y col., 1991)

Propiedades	Urea	N-32	NA	NK	AP	FMA
Solubilidad	3	3	3	2	3	2
Precipitabilidad	2	2	1	1	1	3
Miscibilidad	3	3	3	2	2	3
Corrosividad	1	2	2	1	3	2
Pérdidas por volatilización	3	3	3	1	1	1
Daños a la planta	2	2	2	1	3	2

5.14.5.1 Fertilizantes sólidos solubles.

5.14.5.1.1 Nitrato amónico.

Existen en el mercado diversos nitratos amónicos, pero al tratarse de fertirrigación sólo hemos de considerar el nitrato amónico soluble (33 % N). El nitrógeno que posee está la mitad en forma nítrica y la otra mitad en forma amoniacal. Tiene una solubilidad a 20 °C de 1920 g/l. La solución madre se prepara en relación 1:2, por ejemplo 50 Kg de nitrato amónico por cada 100 litros de agua. El nitrato amónico baja la temperatura del agua y aumenta la salinidad.

5.14.5.1.2 Urea.

46 % N, todo en forma ureica, tiene una solubilidad de 1033 g/l a 20 °C, al disolverse en el agua reduce la temperatura de ésta. Este abono tiene la particularidad de no salinizar el agua al disolverse, por lo que es bastante bueno cuando las aguas de riego o los suelos son salinos, eleva el pH del agua, por ello puede ser necesario utilizar un corrector del pH. La urea al estar exenta de carga corre el riesgo de lavarse. Las soluciones madres se preparan con 50 Kg de urea por 100 l de agua.

5.14.5.1.3 Nitrato potásico.

Tiene una concentración de 13 % N y 46 % K₂O, la solubilidad es muy inferior a los abonos anteriores 316 g/l a 20 °C.

5.14.5.1.4 Fosfato monoamónico.

La concentración de este abono es de 12 % N y 60-62 de P₂O₅ y su solubilidad de 661 g/l a 20 °C. La solución madre se prepara con 20 o 25 Kg por 100 l de agua.

5.14.5.2 Fertilizantes líquidos.

Solución nitrogenada del 20 % N: se trata de una disolución diluida de nitrato amónico, por lo que sus características son similares a las del producto ya descrito. Tiene un pH ligeramente ácido, que puede acidificarse aun más con la adición de ácido nítrico.

Solución nitrogenada 32 % N: es una disolución de urea y nitrato amónico, de tal manera que el 50 % del nitrógeno que contiene está en forma ureica y el 50 % restante se

reparte 25 % forma nítrica y 25 % forma amoniacal. Las características de esta solución son las indicadas para cada una de las formas de nitrógeno que contiene.

Ácido nítrico: este producto tiene más utilidad como corrector del pH que como aporte de nutrientes. Tiene una concentración del 12 % N. Su uso tiene como objeto reducir de insolubilizaciones y obturaciones en los emisores de riego. También contribuye a la limpieza de las tuberías de precipitados que pudieran acumularse. Al ser un producto corrosivo hay que manejarlo con mucha precaución y tener presente que para diluirlo hay que echar siempre el ácido sobre el agua y no al contrario.

Ácido fosfórico: la riqueza de este producto oscila entre el 40 y 45 % P₂O₅. Su acción es acidificante, por lo que paralelamente al aporte de fósforo también vale como corrector del pH. Al igual que el ácido nítrico hay siempre que verterlo sobre el agua.

VI. Manejo de Suelo



6.1 INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las zonas olivereras de Andalucía el agua es el factor limitante del cultivo, encontrándonos que de forma general existe un déficit hídrico más o menos acusado además las precipitaciones se concentran en una época en que las necesidades del cultivo son mínimas. Es por ello que el sistema de manejo que pretendamos implantar deberá cuidar al máximo las pérdidas de agua.

Otro aspecto importante a la hora de elegir el sistema de mantenimiento del suelo es la erosión. Se cifran en 80 toneladas por hectárea y año las pérdidas de suelo que se producen a causa de la erosión en el olivar andaluz. El suelo que se pierde corresponde a la capa más fértil y en la que hemos incorporado los abonos, por tanto la parte de suelo arrastrada contribuye a la contaminación de las aguas, cortes de carreteras, colmatación de embalses, además de un gasto en fertilizantes que no hemos aprovechado.



△ **Ilustración 33**

Al elegir uno u otro sistema de manejo del suelo deberemos tener en cuenta una serie de factores como son: la naturaleza del suelo, la disponibilidades de agua, la topografía del terreno, etc. es por ello que se deberá hacer un estudio pormenorizado de la parcela en cuestión, de tal modo que con las consideraciones que se citan a continuación y las características de nuestra finca elegiremos uno o varios sistemas de manejo, teniendo presente que no existe el sistema de mantenimiento perfecto. El sistema de mantenimiento debe cumplir las siguientes exigencias:

- Optimizar el aprovechamiento del agua de lluvia.
- Permitir al cultivo el aprovechamiento integral del suelo.
- Conservar el suelo, defendiéndolo de la erosión.
- Facilitar la realización de todas las demás prácticas de cultivo, en especial la recolección de frutos, cuyo coste debe ser minimizado.

6.2 LABOREO

Es el sistema de cultivo tradicional y el que con gran diferencia se sigue utilizando en la actualidad. Mediante este sistema el agricultor persigue preparar el suelo para una mejor infiltración del agua, eliminar las malas hierbas y tapar las grietas. Las labores más usuales que se realizan son:

- Cultivador de brazos flexibles, se emplea en las labores de otoño y primavera tras la recolección, este apero realiza una labor de unos 15-20 cm de profundidad.
- Grada de discos, afortunadamente cada día se está tendiendo más al abandono de este apero de labranza, reservándose su uso sólo en primaveras lluviosas en las que el suelo se infecta de malas hierbas muy desarrolladas. Este apero al voltear la tierra ocasiona grandes pérdidas de agua por evaporación, rotura de raíces y en profundidad forma una capa de suelo compactada (suela de labor) que limita en gran medida la infiltración del agua.
- Grada de púas o rastra, son utilizadas en verano cuando la superficie del suelo está seca, con el objeto de tapar las grietas y pulverizar el suelo.
- Rulo compactador, la labor de rulado se realiza al final del verano para preparar el terreno para la recolección, bien sea en toda la superficie o sólo bajo la copa de los olivos para facilitar la recolección.

En los últimos años se está tendiendo a reducir la profundidad y el número de labores, utilizando como apero el vibrocultivador.

Los principales problemas que ocasiona el laboreo son: la rotura de raíces y las pérdidas de suelo por erosión.



△ Ilustración 34

Las experiencias existentes nos muestran que únicamente la mejora temporal de la infiltración del agua parecen justificar el laboreo, este aumento de la infiltración tiene una duración poco persistente. El resto de objetivos que se persiguen con el laboreo pueden conseguirse con otros sistemas de manejo menos costosos y más eficaces.

6.3 NO-LABOREO CON SUELO DESNUDO

Si suprimimos totalmente las labores, manteniendo el suelo libre de malas hierbas mediante el empleo de herbicidas nos situamos en el sistema de no-laboreo con suelo desnudo.

Antes de iniciar este sistema de mantenimiento es necesario preparar bien el terreno de modo que se facilite la recogida de los frutos caídos al suelo de forma natural.

El sistema se inicia en el otoño con la aplicación de un herbicida residual sobre la totalidad de la superficie, con excepción de un tercio de ésta, situado en las calles que no está permitido tratar. En este tercio no tratado se suelen utilizar herbicidas de contacto.



△ Ilustración 35

Frecuentemente quedan rodales de malas hierbas que no son controlados por el herbicida utilizado, para su control se recomienda cambiar de materia activa o mezcla de materias activas, nunca abordar el problema aumentando la dosis de producto.

También suelen aparecer rodales de especies tolerantes o resistentes a los herbicidas anteriores, estos rodales si no se controlan correctamente infectan la parcela llegando a producir la inversión de la flora. Para solventar este problema es necesario controlar los primeros rodales con aplicaciones con mochila de bajo volumen, localizados únicamente en los rodales de hierba.

Cuando no se quieran aplicar herbicidas residuales, puede acometerse el no-laboreo con el empleo de herbicidas de contacto o translocación. La aplicación de estos herbicidas con la hierba poco desarrollada, permite utilizar dosis muy bajas con gran eficacia.

En todo caso no debemos empeñarnos en establecer un programa de tratamiento fijo a base de los mismos herbicidas.

Comparando este sistema de manejo con el laboreo convencional, se encuentran notables aumentos de producción en favor del no-laboreo en la mayoría de los casos, únicamente en terrenos con alto contenido en limo y en pendiente el no-laboreo con suelo desnudo proporciona pérdidas de producción respecto al laboreo.

6.4 SEMILABOREO

Se trata de un sistema mixto entre el laboreo convencional y el no-laboreo con suelo desnudo, que consiste en aplicar la técnica de no-laboreo bajo la copa de los árboles o sobre la banda de los mismos y en el centro de las calles mantenerlo con laboreo convencional.

En los terrenos con marcada tendencia a la formación de costra superficial puede ser un buen sistema de manejo.



△ Ilustración 36

6.5 MÍNIMO LABOREO

Se diferencia del anterior en que se aplican herbicidas sobre toda la superficie y en el centro de las calles se efectúa una labor superficial con el objeto de romper la costra, siendo el mejor momento para realizarla el principio del verano. En determinados suelos serán necesarias dos labores superficiales, una durante el invierno y otra a principios de verano. No debemos realizar estas labores en primavera, pues ocasionamos gran pérdida de agua.

6.6 CULTIVO CON CUBIERTA DE MALAS HIERBAS GRAMÍNEAS DURANTE EL INVIERNO

Para que el empleo de esta técnica sea rentable, debe pensarse en que el agua que se necesitará para el desarrollo de la cubierta va a provenir del aumento de la infiltración que se produce y no de las reservas para el olivar.

De la gran cantidad de malas hierbas existentes en el suelo, las gramíneas se han mostrado como las más idóneas para el establecimiento de la cubierta.

La dificultad de este sistema estriba en el manejo de las malas hierbas, ya que son frecuentes las inversiones de la flora y la competencia por el agua y los nutrientes entre las malas hierbas y el cultivo como consecuencia de una siega tardía.

En Córdoba para un año medio se cita la tercera semana de marzo la fecha de siega de la cubierta. De los diferentes sistemas de siega de la cubierta, química con herbicidas, mecánica con desbrozadoras o pastoreando, desde el punto de vista de la producción, es más recomendable el empleo de herbicidas.



△ Ilustración 36

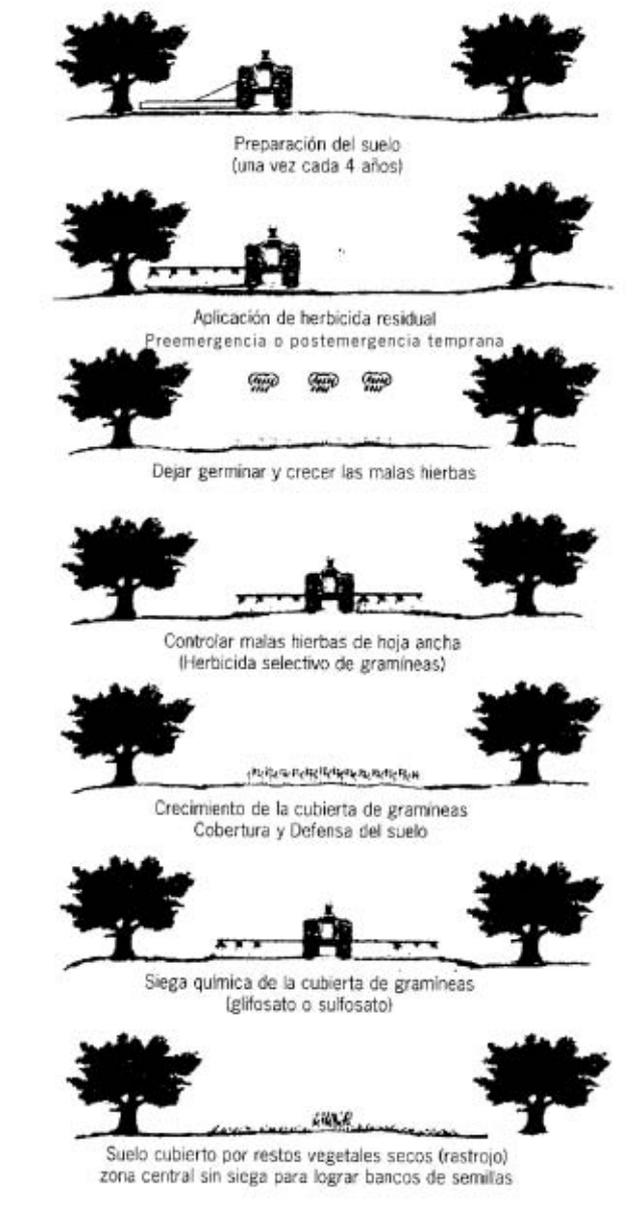
En zonas de cultivo ecológico donde la producción no es tan importante, pueden ser interesantes los sistemas de siega mecánica o a diente, hemos de tener en cuenta que mediante estos tipos de siega algunas hierbas van a rebrotar compitiendo por el agua con el olivar.

6.6.1 Implantación de la cubierta.

Después de la preparación del suelo, hacia el mes de septiembre/octubre se procede a aplicar un herbicida residual en la línea de los olivos, dejando el centro de las calles libres de herbicida para que germinen las malas hierbas. En el mes de diciembre/enero sobre la cubierta germinada en crecimiento se aplicará un herbicida selectivo para malas hierbas gra-

míneas (fluroxipir o tribenuron-meti), así eliminaremos las malas hierbas de hoja ancha, posteriormente hacia la tercera semana de marzo se aplicará un herbicida de translocación, glifosato o sulfosato a 0,54 o 0.72 kg/ha respectivamente, sobre la cubierta, dejando una franja de aproximadamente 1 metro en el centro de la misma sin tratar con el objeto de que se produzcan semillas para el siguiente otoño, ya en el verano se pasará una rastra para esparcir las semillas que nos proporcionaran la cubierta para la siguiente campaña

En el esquema siguiente se resumen los pasos a seguir en la implantación de la cubierta.

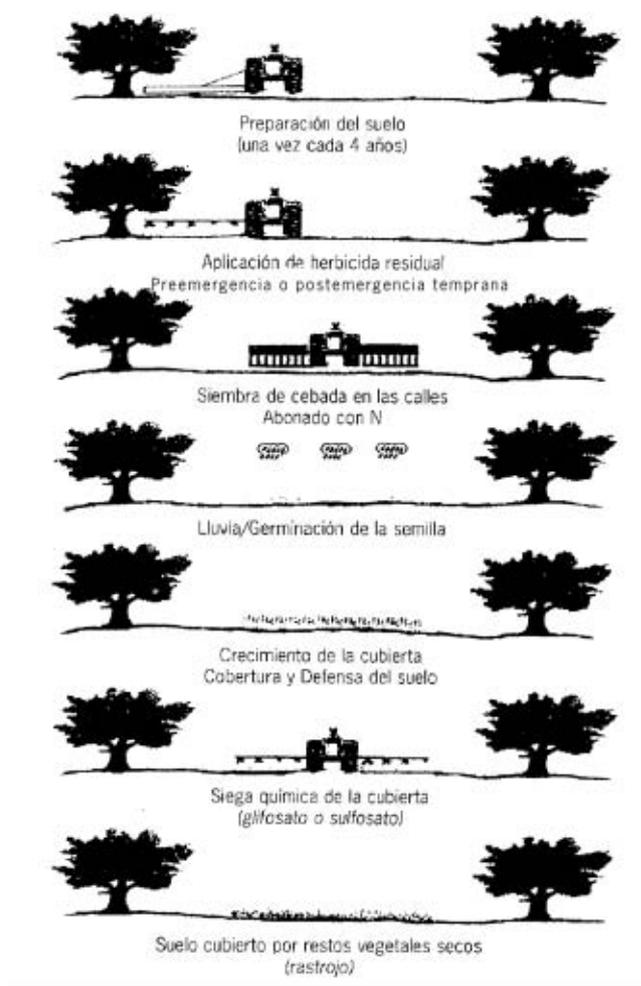


△ Ilustración 38

6.7 CUBIERTA DE CEBADA EN EL CENTRO DE LAS CALLES

Cuando por el procedimiento anterior no logramos establecer y mantener la cubierta vegetal podemos proceder a la siembra de la misma con una especie de fácil manejo, esta es la cebada.

La implantación y manejo son parecidas a la cubierta espontánea, con las particularidades que muestra el siguiente esquema. Lógicamente en este caso tendremos que sembrar la cubierta todos los años.



△ Ilustración 39

Tanto en un caso como en otro se debe prever un aporte adicional de nitrógeno para cubrir las necesidades de la cubierta, que se cifra en torno a las 50 UF por hectárea.

6.8 EVAPORACIÓN DE AGUA DESDE EL SUELO

Tradicionalmente se ha atribuido al laboreo un efecto beneficioso en la evaporación del agua del suelo al romper la capilaridad, hoy se sabe que cuando el suelo está en condiciones de ser labrado, las pérdidas por capilaridad ya se han producido. La presencia de la costra superficial que se forma en los terrenos no labrados parece ser beneficiosa para evitar en parte la evaporación.

Algunos suelos tienen tendencia a la formación de grietas cuando se cultivan en no-laboreo, estas grietas se forman cuando el agua del suelo ya se ha evaporado, también se forman en laboreo y taparlas es poco eficaz además de suponer un gasto.

Los suelos con cubierta vegetal son los que menos agua pierden por evaporación.

6.9 LA EROSIÓN

El principal agente erosivo en nuestro olivar es el agua. Las labores, al desagregar el suelo y destruir la cubierta natural, aceleran el proceso erosivo, mientras que en otros sistemas de cultivo en que se reduce la intensidad del laboreo, no-laboreo desnudo o laboreo reducido, pueden contribuir a reducir globalmente la erosión. De todos los sistemas estudiados el que reduce la erosión al mínimo es el uso de cubiertas vegetales.

6.10 LA PRODUCCIÓN DE OLIVAR

Tanto el no-laboreo con suelo desnudo como el semilaboreo y el mínimo laboreo, proporcionan en la mayoría de los casos aumentos de la producción respecto al laboreo convencional. Respecto al uso de cubiertas vegetales si el manejo de la misma es correcto la producción no se ve afectada, dándose en algunos casos aumentos de la misma.

6.11 LOS COSTES DE CULTIVO

En general resultan más económicos aquellos sistemas de cultivo en que no se labra y los de laboreo reducido. El coste de cultivo con cubierta vegetal puede ser competitivo con el laboreo convencional. La recolección de las aceitunas caídas al suelo de forma natural es más barata en los suelos compactados y libres de malas hierbas que en los suelos labrados.

6.12 EL RÉGIMEN DE TEMPERATURAS DE LA PLANTACIÓN

Durante las horas de sol las temperaturas máximas se registran en olivar con cubierta vegetal, mientras que por la noche en el no-laboreo las temperaturas son mayores que en el suelo con cubierta vegetal. En los suelos de no-laboreo el riesgo de heladas es menor que en los suelos labrados, estando el riesgo más alto en los suelos con cubierta.

6.13 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Ciertas plagas y enfermedades pueden refugiarse en las malas hierbas en periodos no favorables para después invadir el cultivo, pero también las malas hierbas contribuyen

a mantener las especies de parásitos . Respecto a los ratones y topillos en los suelos no labrados pueden incrementarse la poblaciones obligando en muchos casos a recurrir al laboreo.

6.14 RIESGO DE INCENDIOS

En los terrenos con cubierta vegetal durante la época estival existe un gran cantidad de pasto seco que es susceptible de ocasionar un incendio en la plantación.

VII. Herbicidas



7.1 CONCEPTO

Herbicida o fitocida, se trata de una sustancia natural o sintética que aplicada al suelo antes de la nascencia de las plantas, o después de su nascencia sobre las mismas, impide el correcto desarrollo de su ciclo vegetativo.

7.2 CLASIFICACIÓN DE LOS HERBICIDAS

En función de que se apliquen con anterioridad a la nascencia de las plantas a las que se desea dañar o su aplicación sea posterior, distinguimos dos tipos principales de herbicidas:

7.2.1 *Herbicidas de preemergencia.*

Están dotados de una persistencia de acción en el suelo muy larga, los herbicidas de preemergencia destruyen las plántulas salidas de las germinaciones sucesivas de las malas hierbas sensibles. Son, a menudo, poco activos sobre malas hierbas desarrolladas.

Su selectividad respecto al cultivo es, normalmente, debida a que se mueven lentamente en el suelo, permaneciendo localizados en los primeros centímetros del mismo. Después de un tratamiento es necesario, evitar labores culturales, ya que colocarían al herbicida al nivel de las raíces de los árboles o plantas, a la vez que favorecerían la emergencia de las malas hierbas.

Estos herbicidas están diseñados para ser aplicados con anterioridad a la nascencia de las malas hierbas, quedan extendidos formando una capa en la superficie del suelo, por lo que para su aplicación requieren un volumen de agua considerable.

7.2.2 *Herbicidas de postemergencia.*

Son aquellos que son utilizados para destruir las malas hierbas ya desarrolladas y son aplicados sobre las plantas indeseables. Se pueden clasificar en dos categorías, según su principal modo de acción:

7.2.2.1 *Herbicidas de contacto.*

Estos productos destruyen las zonas verdes de las plantas tratadas, permaneciendo insensibles las partes leñosas. De este modo la eliminación de una mala hierba sólo puede ser conseguida por agotamiento del vegetal. Varios tratamientos son pues necesarios para destruir las malas hierbas vivaces o anuales con capacidad de rebrote o muy desarrolladas. El efecto de los tratamientos es rápidamente visible, pero la persistencia de los tratamientos es nula.

7.2.2.2 *Herbicidas sistémicos o de translocación.*

Son absorbidos generalmente por las hojas, aunque algunas veces también por las raíces, y trasladados al interior de los órganos aéreos o subterráneos de la planta. Una buena destrucción de las hierbas sensibles se observa después de la primera aplicación. En el caso de hierbas vivaces es necesario que la parte aérea esté bien desarrollada y en buen estado vegetativo. La acción de estos herbicidas se manifiesta menos rápidamente, según el producto de que se trate y el estado vegetativo de las plantas.

7.3 HERBICIDAS AUTORIZADOS EN EL OLIVAR EN PRODUCCIÓN INTEGRADA Y RECOMENDACIONES

MATERIA ACTIVA	DOSIS	MALAS HIERBAS QUE CONTROLA	RESTRICCIONES*	OBSERVACIONES
DIFLUFENICAN	0,13 l/ha	Lolium, Malva, Sinapis, Cardos, Ortiga, Allium, Pepinillo del diablo, Corregüelas	1-4	Aplicar con suelo limpio y no labrar para asegurar su eficacia
OXIFLUORFEN	0,48 l/ha	Amarantus, Margaritas, Datura, Euforbia, Malvas, Fumaria, Rumex, Tomatito, Sinapsis, Cardos, Ortiga, Galium, Lolium	1-4	Aplicar con suelo limpio y no labrar para asegurar su eficacia. No aplicar: Dos años seguidos en zona de erosión Cerca curso de agua
FLAZASULFURON	0,025 l/ha	Amarantus, Bromas, Malva, Lolium, Ortiga, Tomatito, Verdolaga, Lavatera, Erodium, Perejillos, Vicia, Fumaria, Grama, Corregüela, Conyza (en roseta)	1-2-3-4	Se debe dejar una banda de 20 m sin tratar hasta aguas superficiales
FLUROXIPIR	0,2 l/ha	Corregüela, Ortiga, Malva, Escoboneras, Zarza, Ulex, Pepinillo del diablo, Sinapsis. No controla Monocotiledóneas	1-4	No usar a menos de 6°C y más de 20°C. Ojo con el plazo de seguridad
TIOCIANATO AMONICO	-	Sólo en mezclas comerciales con Amitrol	-	Coadyuvante-Activador
AMITROL	1,2 l/ha	Allium, Vallico, Malva, Ortiga, Avena, Fumaria, Tomatito, Cerraja, Bledos, Conyza (en roseta)	1-4	No tratar con olivos menores de 4 años.
GLUFOSINATO AMONICO	2,4 l/ha	Controla gramíneas y dicotiledóneas. Cañota, Lolium, Bledos, Verdolaga, Cenizos, Asparagus etc.	1-4	Aplicar en la base de los troncos, mojando los chupones o varetas en toda su longitud. Aplicar en cultivos leñosos de porte no rastrero de más de 3-4 años.
GLIFOSATO	1,8 l/ha	Caña, Cardo, Carrizo, Corregüela, Juncia, Ortiga, Zarza, Avena, Bledo, Euforbia, Tomatito, etc.	1-4	
MCPA	0,9 l/ha	Sólo controla dicotiledóneas	1-4	No aplicar: Sobre líneas de riego Con temperaturas elevadas En periodo de sequía 4-6 semanas antes de la floración
TRIBENURON-METIL	10-25 g/ha	Controla malas hierbas Dicotiledóneas en postemergencia precoz	1-4-5	Aplicar, bien en otoño, en el ruedo de los árboles, o en invierno-principio de primavera entre las líneas de los olivos sobre cubiertas de vegetales gramíneas en una única aplicación por campaña

Pre-post emergencia (en rojo)

Sólo postemergencia (en negro)

*Restricciones:

1. No aplicar con fruto caído que vaya a ser recolectado.
2. No aplicar más de dos años consecutivos. Si el suelo es ligero no aplicar años consecutivos.
3. No aplicar en suelos arenosos.
4. No mojar las partes verdes del cultivo, excepto si se tratan varetas.
5. Sólo una única aplicación por campaña.

7.4 RECOMENDACIONES

7.4.1 Herbicidas en plantaciones jóvenes.

Oxifluorfen (mezclado con glifosato tiene efecto sinérgico en postemergencia). Hay que tener cuidado con el solapamiento de las boquillas que provoca sobredosis.

7.4.2 Control de rodales que escapan a herbicidas residuales.

En general la aplicación de herbicidas contra malas hierbas perennes debe hacerse después del verano mojando bien la planta.

Malvas: fluroxipir (tratar las malas hierbas con 40 cm de altura, no aumentar la dosis porque no es efectivo)

Cucurbitáceas (pepinillos del diablo): fluroxipir (1l/ha)

Gramíneas: sulfosato o glifosato (con bajo volumen de agua 100-200 l/ha)

Arbustivas: MCPA (0.5 l) + aceite de verano (750 cc)

Corregüela: sulfosato o glifosato + MCPA o Fluroxipir

Rubiáceas (rubia peregrina): fluroxipir

Hierbas de hoja ancha anuales: MCPA con tamaño de gota grueso para evitar derivas ó bien oxifluorfen y sus mezclas con glifosato o sulfosato.

Esparragueras: MCPA + aceite o bien MCPA + glifosato o sulfosato

VIII. Olivar y Medio Ambiente



8.1 SUELO Y MEDIO AMBIENTE

8.1.1 Conservación del suelo.

Las actividades humanas han ocasionado una degradación de los recursos de la tierra en el mundo. Se ha demostrado que el 15% de la superficie total de las tierras en todo el mundo ha sufrido daños, debido sobre todo a la erosión, disminución de nutrientes, salinización y la compactación física. En términos generales la degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva.

Las tierras agrícolas se vuelven menos productivas por cuatro razones principales:

1. Degradación de la estructura del suelo;
2. Disminución de la materia orgánica;
3. Pérdida del suelo; y
4. Pérdida de nutrientes.

Estas razones son efectos producidos básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo y por la acción de la erosión acelerada.

8.1.2 La erosión y la pérdida de suelo.

La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos.

La erosión es un fenómeno natural provocada por agentes naturales: hídricos (lluvia, agua, ...) y eólicos (viento) sin embargo, las actividades humanas aceleran el proceso natural de erosión.

En el caso de la erosión hídrica, los agentes erosivos son la lluvia y el escurrimiento superficial o las inundaciones. La lluvia tiene efecto a través del impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo, y por el propio humedecimiento del suelo, que provoca desagregación de las partículas primarias y provoca también transporte de partículas. La erosión eólica es llevada a cabo por el viento y es menos importante que las demás.

Las consecuencias directas de la erosión son:

- Deterioro de las características físicas del suelo: Destrucción de la estructura, disminución del volumen de suelo disponible y formación de costra superficial y suela de labor. Todo ello incide directamente en el desarrollo de las raíces de las plantas y en la presencia de microorganismos.
- Pérdida de agua que dificulta la infiltración, reduce el volumen de agua almacenada e incrementa la escorrentía y la evaporación.
- Pérdida de fertilizantes y de materia orgánica.
- Dificultad de laboreo así como un menor rendimiento del mismo, debido al redu-

cido espesor del suelo y al deterioro de su estructura. Destacar también el mayor desgaste de aperos y maquinaria resultante de la mayor presencia de rocas en el terreno.

- Pérdida de productividad de los cultivos.

8.1.3 La degradación de la estructura del suelo.

La estabilidad de la estructura del suelo esta determinada por factores como la materia orgánica en el suelo, presencia de cationes, presencia de microorganismos y fauna del suelo.

Al disminuir la materia orgánica los agregados que se forman no son tan estables y aumenta la compactación. La presencia de cationes como el calcio y el magnesio actúan como cemento de unión entre microagregados y la materia orgánica, por el contrario, otros como el sodio, que aumenta su contenido si existen problemas de salinización, favorecen la dispersión de las partículas.

Los exudados de los microorganismos que habitan en el suelo tienen poder agregante y también la vegetación forma agregados por acción mecánica de las raíces.

8.1.4 Actividades agrícolas que favorecen el proceso de erosión y degradación de la estructura del suelo.

Algunas de las actividades agrícolas realizadas por el agricultor en general y el olivicultor en particular, que favorecen el proceso de la erosión y degradación de la estructura del suelo tienen que ver con el laboreo, eliminación de cubiertas vegetales, riego, ...

1. Laboreo: Labrar a favor de pendiente favorece la circulación del agua a gran velocidad arrastrando suelo.

2. Eliminación de la cubierta vegetal: Aumenta el impacto de la gota sobre el suelo, eleva la velocidad de circulación del agua de escorrentía, anula la sujeción del terreno que ejercen las raíces de las plantas y disminuye la aportación de materia orgánica al suelo.

3. Sobremecanización agrícola: La utilización de maquinaria excesivamente pesada y repetidamente produce la compactación del suelo.

4. Riego inadecuado: Riegos mal diseñados en zonas con pendiente favorece el arrastre del suelo. También, riegos inadecuados con exceso de sales puede causar la salinización del terreno favoreciendo la degradación de la estructura del mismo.

5. Abandono de tierras: Las terrazas y bancales construidos en laderas requieren una labor de conservación; si no es así terminan por caer acabando con la labor de contención del suelo que estaban realizando.

8.1.5 Medidas agronómicas basadas en conservar y mejorar el suelo.

Algunas medidas agronómicas, basadas en conservar o incluso mejorar la estructura del suelo:

- **Aporte orgánico:** se debe conservar o en su caso aumentar la materia orgánica, para ello se aconseja el uso de estiércol, abonos verdes (leguminosas-gramíneas) o la incorporación al suelo de hojas, de los restos triturados de poda.
- **Cobertura del suelo:** disminuye el riesgo de arrastre de partículas de suelo por la acción de la lluvia y al mismo tiempo aumenta la humedad del suelo. En el caso de una cubierta vegetal, se favorece la formación del suelo por las raicillas y aporta materia orgánica.
- **Maquinaria adecuada:** el uso de la maquinaria adecuada para el cultivo y tipo de suelo, así como realizar las labores necesarias y con el suelo en condiciones óptimas, puede disminuir el riesgo de creación de suelo de labor y el riesgo de la erosión.

8.1.6 Lucha contra la erosión. Condicionalidad.

En los últimos años ha aparecido un nuevo término en la agricultura, la condicionalidad.

La Condicionalidad es el conjunto de requisitos legales de gestión y de buenas condiciones agrarias y medioambientales que han de cumplir todos los titulares de explotaciones que reciban ciertos pagos de la Política Agraria Común para poder percibir sus ayudas de forma íntegra.

1. ¿Quién debe cumplir la Condicionalidad?

Todos los titulares de explotaciones agrarias que:

- reciban pagos directos del Anexo 1 del Reglamento (CE) nº 73/2009 del Consejo, de 19 de enero de 2009.
- sean beneficiarios de las siguientes líneas de ayudas de desarrollo rural:
 - Indemnización por dificultades naturales en zonas de montaña.
 - Indemnización por dificultades en zonas distintas a las de montaña.
 - Ayudas agroambientales.
 - Ayudas relativas al bienestar de los animales.
 - Ayudas a la primera forestación de tierras agrarias.
 - Ayudas “Natura 2000” en tierras forestales.
 - Ayudas a favor del medio forestal.
 - Ayudas “Natura 2000” y ayudas relacionadas con la Directiva 2000/60/CE.
- reciban ayudas en virtud de los programas de apoyo a la reestructuración y reconversión del viñedo o de la prima por arranque de viñedo. En estos casos deberán cumplir la condicionalidad durante tres años a partir de 1 de enero del año siguiente al que reciban el primer pago.

2. Normas de Buenas Condiciones Agrarias y Medioambientales

Son un conjunto de medidas establecidas por los estados miembros de la UE dentro de unos mínimos establecidos, encaminados a conservar y mantener la sostenibilidad de las explotaciones agrarias.

Estas normas exigidas van dirigidas principalmente a la protección del suelo, mediante técnicas de lucha contra su erosión y compactación, la conservación de la materia orgánica y el mantenimiento de su estructura y a la prevención del deterioro de los hábitat y el mantenimiento de elementos estructurales del terreno.

Dentro de estas normas destacamos en olivar:

2.1. Norma sobre cobertura mínima del terreno

- *En recintos de olivar con pendientes media superior al 10%*, cuando se mantenga el suelo desnudo en los ruedos por aplicación de herbicidas, será necesario mantener una cubierta vegetal viva o inerte, incluyendo restos de poda y/o piedras, con una anchura mínima de 1 metro, en las calles transversales a la línea de máxima pendiente o en calles paralelas a dicha línea cuando el diseño de la parcela y/o el sistema de riego impidan su establecimiento en la otra dirección.

La eliminación de la cubierta podrá realizarse con métodos químicos o mecánicos, a partir del momento en que la vegetación herbácea comience a competir con el cultivo pudiendo ser incorporada mediante una labor que no podrá voltear el suelo cuando la pendiente media del recinto sea superior al 15% para cumplir con los requisitos de laboreo exigidos en cultivos leñosos en pendiente.

Este requisito no será de aplicación cuando la pendiente real del recinto esté compensada mediante terrazas y/o banales.

- *En recintos con cultivos leñosos y pendiente media igual o superior al 15%*, no se podrá arrancar ningún pie salvo que sea objeto de reposición, previa autorización de la Delegación Provincial donde se encuentre la mayor parte de la superficie afectada (Anexo IV de la Orden de 22 de junio de 2009 de la CAP).

La sustitución efectiva de las plantas deberá realizarse en el plazo máximo de 4 meses desde la fecha de arranque indicada en la solicitud, salvo que se solicite una ampliación de dicho plazo. Transcurridos 2 meses desde la fecha de presentación de la solicitud, podrá llevarse a cabo el arranque solicitado salvo que la Administración no autorice dicho arranque de forma expresa.

No será necesario presentar la solicitud de autorización de arranque en los siguientes casos:

- Cuando la situación resultante tras el arranque suponga una superficie continua de suelo desnudo igual o inferior a 200 metros cuadrados.
- Cuando se trate de una disminución de la densidad de plantación, siempre que la densidad final del recinto sea superior o igual a 50 árboles/ha.
- Cuando el arranque se realice para efectuar un cambio de uso agrario a no agrario, siempre que se acredite dicho cambio.

Este requisito no será de aplicación cuando la pendiente real del recinto esté compensada mediante terrazas y/o banales.

Tanto para cultivos herbáceos, como para cultivos leñosos, cuando por lluvias fuertes y/o persistentes, se produzcan cárcavas y/o regueros o rodaduras profundas provocadas por el paso de la maquinaria al coincidir aquéllas con la época de realización de operaciones culturales, en caso de ser necesario operaciones que supongan laboreo con volteo o levantamiento de la cubierta antes de que ésta empiece a competir con el cultivo deberá comunicarse

al menos con 10 días de antelación a la Oficina Comarcal o Delegación Provincial correspondiente conforme al Anexo VI de la Orden de 22 de junio de 2009 de la CAP para que ésta pueda verificar que se dan las condiciones meteorológicas citadas.

2.2. Norma sobre la ordenación mínima de la tierra que respete las condiciones específicas del lugar. (Laboreo en pendiente)

Cultivos leñosos.

- En recintos con uso viñedo, olivar y frutos secos y pendientes medias iguales o superiores al 15%, no se podrá labrar con volteo en la dirección de máxima pendiente, salvo que la pendiente real del recinto esté compensada mediante terrazas y/o banales. En ningún caso la dirección de la pendiente en la que se realice la labor podrá ser superior al 15%.

- En zonas con elevado riesgo de erosión*. Se mantendrá una cubierta vegetal viva o inerte, incluyendo restos de poda y/o piedras, con una anchura mínima de 1 metro, en las calles perpendiculares a la dirección de la máxima pendiente o en calles paralelas a dicha línea cuando el diseño de la parcela o el sistema de riego impidan su establecimiento en la otra dirección. A partir del momento en que comience a competir con el cultivo; podrá ser eliminada mediante siega química o mecánica, pudiendo ser incorporada mediante una labor que no voltee el suelo. En caso de tratarse de viñedo, la anchura mínima exigida será de 0,25 metros.

Tanto para cultivos herbáceos, como para cultivos leñosos, cuando por lluvias fuertes y/o persistentes, se produzcan *cárcavas y/o regueros o rodaduras profundas provocadas por el paso de la maquinaria* al coincidir aquéllas con la época de realización de operaciones culturales, en caso de ser necesario operaciones que supongan laboreo con volteo o levantamiento de la cubierta antes de que ésta empiece a competir con el cultivo deberá comunicarse al menos con 10 días de antelación a la Oficina Comarcal o Delegación Provincial correspondiente conforme al Anexo VI de la Orden de 22 de junio de 2009 de la Consejería de Agricultura y Pesca, para que ésta pueda verificar que se dan las condiciones meteorológicas citadas.

Las restricciones de laboreo establecidas para cultivos herbáceos y leñosos, no serán de aplicación en los siguientes casos:

- a) recintos de superficie ≤ 1 ha.,
- b) recintos irregulares o alargados cuya dimensión mínima en el sentido transversal a la pendiente sea < 100 m.
- c) y cuando, por razones de mantenimiento de la actividad productiva tradicional se determinen y autoricen por la Delegación Provincial correspondiente, aquellas técnicas de agricultura de conservación que se consideren adecuadas, previa solicitud por escrito.

Además, en caso de existencia de banales, se evitarán las labores que afecten a la estructura de los taludes existentes.

2.3. Norma sobre las terrazas de retención

Terrazas de retención: deberán mantenerse en buen estado de conservación con su capacidad de drenaje, evitando la pérdida de los elementos que forman su estructura de contención, los aterramientos y derrumbamientos de manera que se evite la aparición de cárcavas.

* Zonas con elevado riesgo de erosión: recintos con pendiente media superior al 35%.

8.2 FERTILIZACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Generalmente la fertilización se hace de forma poco técnica sin un conocimiento de las condiciones y funcionamiento del suelo, de las necesidades nutritivas del cultivo y de las leyes que rigen la alimentación de los vegetales, como por ejemplo la ley del mínimo, por la que la producción depende del elemento que está en menor cantidad, o la de los rendimientos decrecientes, por la que a partir de cierta cantidad, el aporte de unos fertilizantes, no produce aumento de producción del cultivo.

Estas cantidades desproporcionadas de elementos fertilizantes reducen la rentabilidad del cultivo y además fenómenos de contaminación, primero en el suelo y después en las aguas y en los mismos vegetales.

8.2.1 Contaminación del suelo.

Hay algunos fertilizantes cuyos elementos secundarios son absorbidos por el complejo arcillo-húmico del suelo, provocando su contaminación y la pérdida de sus propiedades físicas y químicas.

8.2.2 Contaminación de las aguas.

El problema de mayor trascendencia, generado por la aplicación de fertilizantes, es la contaminación de aguas por nitratos.

El ión nitrato, que es la forma como es tomado el nitrógeno por la planta, es muy soluble en el agua y no es retenido por el complejo de cambio del suelo, por lo que si el aporte de fertilizantes nitrogenados es muy elevado, el exceso de nitrógeno que no es absorbido por la planta queda en el suelo y es llevado por las aguas (lixiviación) hasta capas más profundas, fuera del alcance de las raíces, contaminando las aguas subterráneas (acuíferos), o bien es arrastrado por el agua de escorrentía procedente de lluvias llegando hasta las aguas superficiales (ríos, pantanos, lagos).

El exceso de nitratos en el agua potable puede ser peligroso para la salud de personas y animales, y aunque no se ha podido demostrar claramente las relaciones causales, los efectos pueden ser graves, como metahemoglobina y cáncer de estómago.

La metahemoglobina es causada por la absorción excesiva de nitratos (o nitritos) con los alimentos o con el agua de bebida. Se manifiesta por una falta de oxigenación en los tejidos y provoca dificultades respiratorias y vértigos. El ión nitrito se une a la hemoglobina de la sangre, formando metahemoglobina, compuesto que no puede retener el oxígeno de la respiración, provocando el síndrome de los "niños azules".

Por otra parte, se atribuye a ciertos productos derivados de la transformación de los nitratos en el organismo humano, un posible poder cancerígeno.

Para evitar esto la norma europea fija un límite máximo de 50 mg/l de nitratos en el agua potable.

Otro aspecto de la contaminación de las aguas es el fenómeno llamado eutrofización. El nitrógeno y el fósforo son elementos esenciales para el desarrollo de los seres vivos del medio acuático. En lugares como lagos, lagunas, etc., donde el movimiento de las aguas es reducido, si se incrementa el nivel de nitrógeno y de fósforo, aportados por las aguas contaminadas, da lugar a un crecimiento desproporcionado de las algas y del fitoplancton. Si este

crecimiento es tan grande que impida el paso de la luz a las zonas más profundas, las algas empiezan a morir y para descomponerse necesitan el oxígeno disuelto en el agua, oxígeno que es necesario para la vida de peces y de otros seres vivos, disminuyendo estas poblaciones, y si la situación se prolonga puede desaparecer la vida en este medio acuático. Se convierte así en un lugar contaminado y eutrofizado de forma irreversible.

Muchos lagos europeos tienen un proceso de eutrofización más o menos grave.

8.2.3 Aplicación correcta de la fertilización para evitar la contaminación.

Para evitar la contaminación de las aguas por nitratos se deben seguir una serie de normas, que eviten el exceso del ión nitrato en el suelo y su lixiviación por las aguas. Estas normas son:

- No aplicar cantidades excesivas de abonos nitrogenados, ajustándose a las necesidades del olivar y a la eficacia de asimilación del abono empleado.
- Utilizar el tipo de abono de acuerdo a las características del terreno y la época de aplicación.
- Fraccionar el abonado en los olivares de riego, sobre todo en terrenos arenosos.
- No abonar con nitrogenados en otoño ni a principios de invierno.
- En terrenos en pendiente, utilizar abonos sólidos, enterrándolos en el caso de suelo desnudo, especialmente si se trata de urea o sulfato amónico.
- Dejar una franja de 10 metros de ancho sin abonar, junto a los cursos de agua.
- Distribuir el abono de una manera regular.
- En olivar de riego, utilizar volúmenes de agua sin sobrepasar la capacidad del campo del suelo, y aplicar el abono en la última fase del riego, para evitar pérdidas por arrastre.
- Utilizar, en ocasiones, fertilizantes menos contaminantes como los abonos orgánicos.
- Establecer un plan de abonado de acuerdo con las características del olivar, edad de la plantación, marco de plantación, desarrollo foliar, riego o secano y del suelo.

8.2.4 Lucha contra la contaminación de nitratos.

El Decreto 36/2008 de 5 de febrero de la Consejería de la Presidencia de la Junta de Andalucía designa las zonas vulnerables y se establecen medidas contra la contaminación por nitratos.

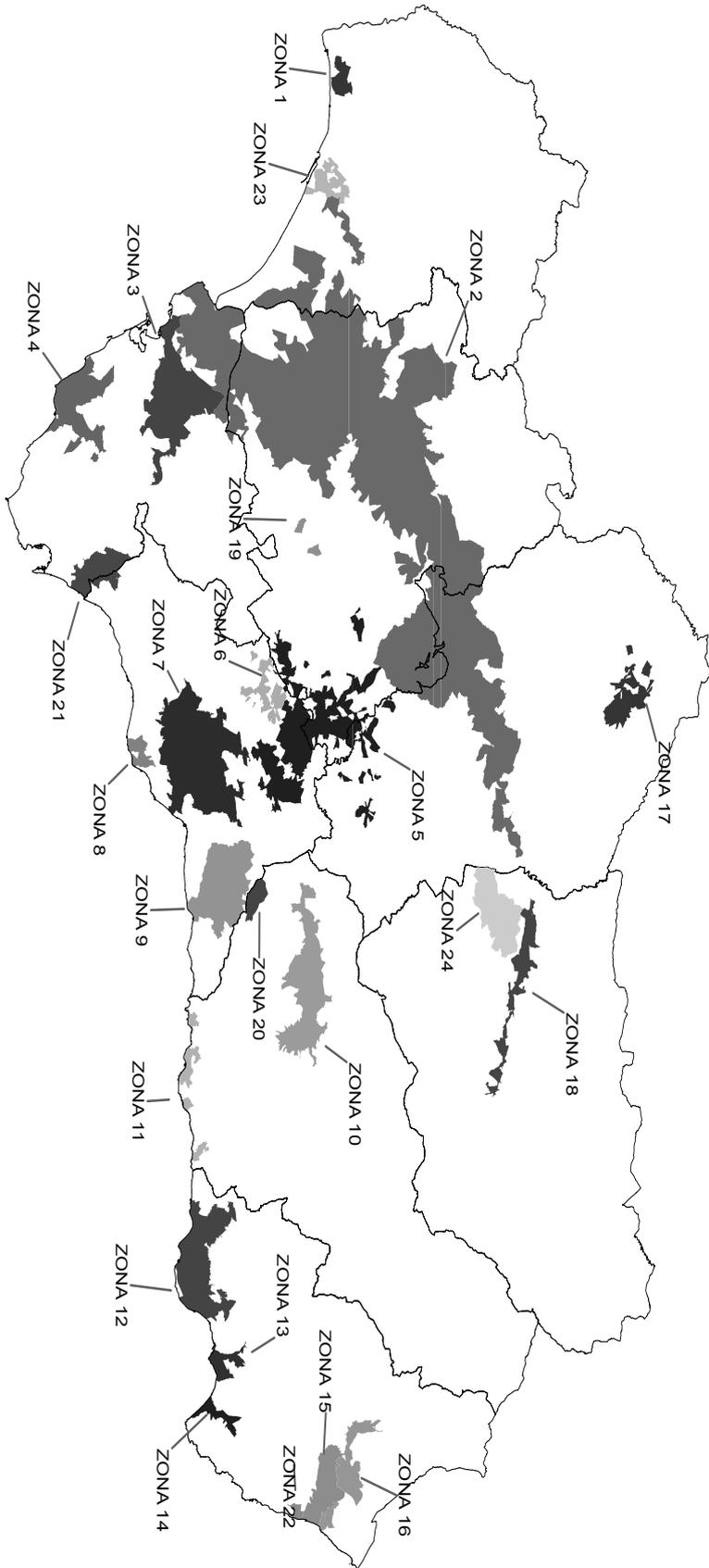
Zonas vulnerables.

1. Se designan zonas vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario en la Comunidad Autónoma de Andalucía, las siguientes:

- a) Zona 1: Ayamonte-Lepe-Cartaya.
- b) Zona 2: Valle del Guadalquivir.
- c) Zona 3: Valle del Guadalete.
- d) Zona 4: Vejer-Barbate.
- e) Zona 5: Vega de Antequera.
- f) Zona 6: Cuenca del embalse de Guadalteba.
- g) Zona 7: Bajo Guadalhorce.
- h) Zona 8: Río Fuengirola.
- i) Zona 9: Aluvial del río Vélez.
- j) Zona 10: Vega de Granada.
- k) Zona 11: Litoral de Granada.
- l) Zona 12: Campo de Dalías-Albufera de Adra.
- m) Zona 13: Bajo Andarax.
- n) Zona 14: Campo de Níjar.
- o) Zona 15: Cubeta de Ballabona y río Antas.
- p) Zona 16: Valle del Almanzora.
- q) Zona 17: Cuenca del embalse de La Colada.
- r) Zona 18: Guadalquivir-curso alto.
- s) Zona 19: Arahal-Coronil-Morón-Puebla de Cazalla.
- t) Zona 20: Sierra Gorda-Zafarraya.
- u) Zona 21: Guadiaro-Genal-Hozgarganta.
- v) Zona 22: Rambla de Mojácar.

2. Las zonas vulnerables designadas, se representan gráficamente en el mapa de zonas vulnerables que figura como Anexo I del Decreto.

ANEXO I
MAPA DE ZONAS VULNERABLES



- Zona 1: Ayamonte-Lepe-Cartaya.
- Zona 2: Valle del Guadalquivir.
- Zona 3: Valle del Guadalquivir.
- Zona 4: Vejer-Barbate.
- Zona 5: Vega de Antequera.
- Zona 6: Cuenca del embalse de Guadalteba.
- Zona 7: Bajo Guadalquivir.
- Zona 8: Río Fuengirola.
- Zona 9: Aluvial del río Vélez.
- Zona 10: Vega de Granada.
- Zona 11: Litoral de Granada.
- Zona 12: Campo de Dalías-Albufera de Adra.

- Zona 13: Bajo Andarax.
- Zona 14: Campo de Níjar.
- Zona 15: Cubeta de Bailabona y río Antas.
- Zona 16: Valle del Almanzora.
- Zona 17: Cuenca del embalse de La Colada.
- Zona 18: Guadalquivir-curso alto.
- Zona 19: Arahai-Coronil-Morón-Puebla de Cazalla.
- Zona 20: Sierra Gorda-Zafarraya.
- Zona 21: Guardiaro-Genal-Hozgarganta.
- Zona 22: Rámbla de Mojácar.
- Zona 23: Condado
- Zona 24: Porcuna

3. Estas zonas se corresponden con los recintos de uso agrícola y de explotaciones ganaderas intensivas ubicadas en los polígonos SIGPAC enumeradas en el Anexo II del presente Decreto, junto con la indicación de las masas de agua afectadas.

ANEXO II
A. DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS VULNERABLES

ZONA 1: AYAMONTE-LEPE-CARTAYA						
ZONA	PROVINCIA	MUNICIPIO	FROM	MUN	POLIGONO	
1	HUELVA	Isla Cristina	21	42	2	3
1	HUELVA	Lepe	21	44	7	8
ZONA 2: VALLE DEL GUADALQUIVIR						
2	CADIZ	Chipiona	11	16	1	2
2	CADIZ	Espera	11	17	26	28
2	CADIZ	Jerez de la Frontera	11	20	1	2
2	CADIZ	Puerto de Santa María (El)	11	27	1	2
2	CADIZ	Rota	11	30	1	2
2	CADIZ	Sanlúcar de Barrameda	11	32	1	2
2	CADIZ	Trebujena	11	37	3	4
2	CORDOBA	Almodóvar del Río	14	5	1	2
2	CORDOBA	Bujalance	14	12	18	19
2	CORDOBA	Carlota (La)	14	17	1	2
2	CORDOBA	Carpio (El)	14	18	2	3
2	CORDOBA	Córdoba	14	900	1	2
					102	103
2	CORDOBA	Fuente Palmera	14	30	1	2
2	CORDOBA	Guadalcazar	14	33	1	2
2	CORDOBA	Hornachuelos	14	36	26	27
2	CORDOBA	Montoro	14	43	1	2
2	CORDOBA	Palma del Río	14	49	1	2
2	CORDOBA	Pedro Abad	14	50	3	4
2	CORDOBA	Posadas	14	53	1	2
2	CORDOBA	Rambla (La)	14	57	37	38
2	CORDOBA	San Sebastián de los Ballesteros	14	59	1	
2	CORDOBA	Santaella	14	60	1	
2	CORDOBA	Villafranca de Córdoba	14	67	2	3
2	HUELVA	Aimonte	21	5	6	7
2	HUELVA	Bollullos Par del Condado	21	13	1	2
2	HUELVA	Bonares	21	14	8	9
2	HUELVA	Chucena	21	30	6	7
2	HUELVA	Hinojos	21	40	6	7
2	HUELVA	Lucena del Puerto	21	46	8	9
2	HUELVA	Moguer	21	50	31	32
2	HUELVA	Rociana del Condado	21	60	2	3
2	SEVILLA	Albaida del Aljarafe	41	3	2	3
2	SEVILLA	Alcalá de Guadaira	41	4	1	2
2	SEVILLA	Alcalá del Río	41	5	2	3
2	SEVILLA	Alcolea del Río	41	6	1	2
2	SEVILLA	Algaba (La)	41	7	1	2
2	SEVILLA	Almensilla	41	10	1	2
2	SEVILLA	Aznalcázar	41	12	1	2
2	SEVILLA	Aznalcóllar	41	13	11	12
2	SEVILLA	Benacazón	41	15	2	3
2	SEVILLA	Bollullos de la Mitación	41	16	1	2
2	SEVILLA	Bormujos	41	17	1	2
2	SEVILLA	Brenes	41	18	1	2
2	SEVILLA	Burguillos	41	19	4	5
2	SEVILLA	Cabezas de San Juan (Las)	41	20	1	2
2	SEVILLA	Camas	41	21	1	2
2	SEVILLA	Campana (La)	41	22	1	2
2	SEVILLA	Cantillana	41	23	3	4
2	SEVILLA	Cañada Rosal	41	103	1	2
2	SEVILLA	Carmona	41	24	1	2
					46	47
2	SEVILLA	Carrión de los Céspedes	41	25	1	2
2	SEVILLA	Castilleja de Guzmán	41	28	1	
2	SEVILLA	Castilleja de la Cuesta	41	29	1	
2	SEVILLA	Coria del Río	41	34	1	2
2	SEVILLA	Cuervo de Sevilla (El)	41	105	1	2
2	SEVILLA	Dos Hermanas	41	38	1	2
					48	49
2	SEVILLA	Écija	41	39	2	3
2	SEVILLA	Espartinas	41	40	1	2
2	SEVILLA	Garrobo (El)	41	43	1	2
2	SEVILLA	Gelves	41	44	1	2
2	SEVILLA	Gerena	41	45	1	2

ZONA 16: VALLE DEL ALMANZORA																					
ZONA	PROVINCIA	MUNICIPIO	PROV	MUN	POLIGONO																
16	ALMERIA	Albos	4	6	14	21	22	23	24	25	26	33	34	35	36	37	42	43	44		
16	ALMERIA	Arboleas	4	17	4	5	6	7	8	9											
16	ALMERIA	Cantoria	4	31	7	8	9	18	19	20	21	22	23	24							
16	ALMERIA	Cuevas del Almanzora	4	35	8	10	11	12	27	28	29	30									
16	ALMERIA	Huércal-Overa	4	53	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38					
16	ALMERIA	Partaloa	4	72	11																
16	ALMERIA	Vera	4	100	4																
16	ALMERIA	Zurgena	4	103	3	4	5	6	7	10	12	13	14	15	17						
ZONA 17: CUENCA DEL EMBALSE DE LA COLADA																					
17	CORDOBA	Alicarcejos	14	3	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	14	15					
17	CORDOBA	Añora	14	6	1	2	3	4	5	6	7	8									
17	CORDOBA	Dos Torres	14	23	15	16	17	18													
17	CORDOBA	Fuente la Lancha	14	28	1	2	3	4													
17	CORDOBA	Hinojosa del Duque	14	35	36	40	54														
17	CORDOBA	Pozoblanco	14	54	1	2	16	18	19	20	21										
17	CORDOBA	Villanueva del Duque	14	70	1	3	4	5	6	9	10	35	31								
17	CORDOBA	Villaralto	14	72	3	4	5	10	11	13											
17	CORDOBA	Viso (El)	14	74	52	53	54	58	59	61	65										
ZONA 18: GUADALQUIVIR-CURSO ALTO																					
18	JAÉN	Andujar	23	5	4	5	6	9	10	12	13	14	15	90	95	96	97				
18	JAÉN	Baeza	23	9	34	35	36	39													
18	JAÉN	Bedmar y Garciez	23	13	1	2	4	5													
18	JAÉN	Begijar	23	14	12	14															
18	JAÉN	Cazalla	23	27	1	2	3														
18	JAÉN	Espeluy	23	32	2	3	4														
18	JAÉN	Jabalquinto	23	49	2	18	20	21													
18	JAÉN	Jaén	23	901	18																
18	JAÉN	Mancha Real	23	58	1																
18	JAÉN	Marmolejo	23	59	6	8															
18	JAÉN	Mengíbar	23	61	1	2	4	9	15	17	20										
18	JAÉN	Torreblascopedro	23	85	3	4	5														
18	JAÉN	Villanueva de la Reina	23	96	9	13	14	15	16	17	18	19	20								
18	JAÉN	Villatorres	23	100	16	17	19	32	501												
ZONA 19: ARAHAL-CORONIL-MORÓN-PUEBLA DE CAZALLA																					
19	SEVILLA	Morón de la Frontera	41	65	36	37	42	43	44	99											
ZONA 20: SIERRA GORDA-ZAFARRAYA																					
20	GRANADA	Alhama de Granada	18	14	101	102	103	104	107												
20	GRANADA	Zafarraya	18	196	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
ZONA 21: GUADIARO-GENAL-HOZGARGANTA																					
21	CADIZ	Castellar de la Frontera	11	13	1																
21	CADIZ	Jimena de la Frontera	11	21	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17						
21	CADIZ	San Roque	11	33	1	2	3	4													
21	MALAGA	Casares	29	41	14	15	16	17	18	19	20	25	32								
21	MALAGA	Manilva	29	68	15																
ZONA 22: RAMBLA DE MOJÁCAR																					
22	ALMERIA	Mojácar	4	64	4	5	6	7	8	9											

ZONA 2: VALLE DEL GUADALQUIVIR																															
ZONA	PROVINCIA	MUNICIPIO	PROV	MUN	POLIGONO																										
2	SEVILLA	Carmona	41	24	98																										
ZONA 23: CONDADO																															
23	HUELVA	Moguer	21	50	7	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	22	23	27	28	29	30	33	35	36	37	41	42	44		
23	HUELVA	Palos de la Frontera	21	55	1	2	3	4	5	6	7	9	10	13																	
ZONA 24: PORCUNA																															
24	JAÉN	Andújar	23	5	1																										
24	JAÉN	Arjona	23	6	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18											
24	JAÉN	Arjonilla	23	7	1	2	3	5	6	7	8	9	10																		
24	JAÉN	Lahiguera	23	40	1	2	3	4	5	6	7																				
24	JAÉN	Porcuna	23	69	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	32	33	34	35

B) MASAS DE AGUAS AFECTADAS

ZONA 1. AYAMONTE -LEPE -CARTAYA

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas:
	30596 -Ayamonte
	30594 -Lepe-Cartaya

ZONA 2. VALLE DEL GUADALQUIVIR

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas:
20875 – El Carpio -Villafranca	30581 -Rota-Sanlúcar-Chipiona
11918	30556 -Aljarafe
20873 – Alcalá del Río -Cantillana	30533 -Niebla-Posadas
20596 – Derivación del Retortillo	30546 -Sevilla-Carmona
11903	30535 -Altiplanos de Ecija
11902	30527 -Aluvial del Guadalquivir (Sevilla)
11650	30559 -Almonte -Marismas
11643	30576 -Sierra de Lebrija
11642	
11638	
11634	
11631	
11633	

510004 -Desembocadura Guadalquivir -Bonanza

510005 -La Esparraguera -Tarfia

510006 -La Mata -La Horcada

510007 -Cortas de los Jerónimos, los Olivillos y Fernandina

510008 -Brazo del Este

510009 -Cortas de los Jerónimos, los Olivillos y Fernandina

510010 -Dársena Alfonso XII

510011 -Corta de la Cartuja

510013 -Corta San Jerónimo -Presa de Alcalá del Río

510014 -Guadimar y Brazo del Oeste

510015 -Encauzamiento del Guadaira

20370 -Laguna de Zarracatín

20368 – Laguna de los Tollos

1034005 – Laguna de Taraje

1034008 – Laguna de la Cigarrera

1034012 – Laguna Salada de Zorrilla

ZONA 3. VALLE DEL GUADELETE

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
11904 – Río Guadalete	30580 -Jerez de la Frontera
520010 -Estuario del Guadalete 1 (Puerto de Santa María)	30584 -Puerto Santa María
520011 -Estuario del Guadalete 2	30586 -Puerto Real-Conil
520012 -Estuario del Guadalete 3	
520013 -Estuario del Guadalete 4	

ZONA 4. VEJER -BARBATE

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
	30586 -Puerto Real-Conil
	30588 -Vejer-Barbate

ZONA 5. VEGA DE ANTEQUERA

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
11546 Alto Guadalhorce	30566 -Sierra y Miocena de Estepa
988004 – Laguna de Tiscar	30472 -Llanos de Antequera -Vega de Archidona
987006 – Laguna de Ballestera	30500 -Fuente de Piedra
1006002 – Laguna Amarga	30536 -Puente Genil -La Rambla -Montilla
1022001 – Laguna del Gosque	30560 -Osuna
987012 – Laguna de Donadio	

ZONA 6. CUENCA DEL EMBALSE DE GUADALTEBA

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
20049 – Embalse del Gaudalteba	30507 -Sierras de Teba -Almargén -Campillos

ZONA 7. BAJO GUADALHORCE

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
13185 -Desembocadura Guadalhorce	30503 -Bajo Guadalhorce
13184 -Bajo Guadalhorce	
13182 -Medio Guadalhorce	

ZONA 8. RÍO FUENGIROLA

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
	30488 -Río Fuengirola

ZONA 9. ALUBIAL DEL RÍO VÉLEZ

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
13187 -Vélez y Bajo Guaro	30487 -Río Vélez

ZONA 10. VEGA DE GRANADA

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
11911	30567 -Depresión de Granada
11817	

ZONA 11. LITORAL DE GRANADA

Masas de agua afectadas

Superficiales	Subterráneas
	30483 -Carchuna – Castell de Ferro
	30484 -Motril – Salobreña
	30485 -Río Verde
	30482 -Albuñol

ZONA 12. CAMPO DE DALÍAS – ALBUFERA DE ADRA

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
11606 -Chico de Adra	30499 -Campo de Dalías-Sierra de Gádor 30481 -Delta de Adra

ZONA 13. BAJO ANDARAX

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30491 -Medio – Bajo Andarax

ZONA 14. CAMPO DE NÍJAR

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30505 -Campo de Níjar

ZONA 15. CUBETA DE BALLABONA Y RÍO ANTAS

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
11614 -Antas	30494 -Cubeta de Ballabona – Sierra Lisbona – Río Antas

ZONA 16. VALLE DEL ALMANZORA

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30496 -Alto – Medio Almanzora 30467 -Cubeta de Overa 30493 -Bajo Almanzora

ZONA 17. CUENCA DEL EMBALSE DE LA COLADA

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
20643 -Embalse de la Colada	

ZONA 18. GUADALQUIVIR CURSO ALTO

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
20582 – Embalse de Marmolejo	30528 -Aluvial del Guadalquivir (Córdoba-Jaén)

ZONA 19. ARAHAL – CORONIL – MORÓN – PUEBLA DE CAZALLA

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30565 -Arahal – Coronil – Morón – Puebla de Cazalla

ZONA 20. SIERRA GORDA – ZAFARRAYA

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30478 -Sierra Gorda

ZONA 21. GUADIARO – GENAL – HOZGARGANTA

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30489 -Guadiaro-Genal-Hozgarganta

ZONA 22. RAMBLA DE MOJÁCAR

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
13195 -Bajo Aguas	

ZONA 23. CONDADO

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30595 - Condado

ZONA 24. PORCUNA

Masas de agua afectadas	
Superficiales	Subterráneas
	30530 - Porcuna

La delimitación de los recintos que integran cada polígono se aprobarán posteriormente mediante resolución de la persona titular de la Dirección General de la Producción Agrícola y Ganadera y, anualmente, se publicarán a través de la página web de la Consejería competente en materia de agricultura.

4. De conformidad con lo establecido en el artículo 4 del Real Decreto 261/1996, las zonas vulnerables designadas deberán ser examinadas y, en su caso, modificadas o ampliadas como mínimo cada cuatro años, a fin de tener en cuenta los cambios o factores que no hubiesen sido previstos en el momento de su designación.

Las propuestas de ampliación o modificación deberán ser informadas por el Consejo Andaluz del Agua.

8.2.4.1 Programa de actuación en olivar.

Programa de actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía.

La contaminación por nitratos de las aguas de los ríos, lagos, embalses y aguas subterráneas, puede ser consecuencia del lavado del exceso de fertilizantes nitrogenados aplicados al suelo en las explotaciones agrícolas y de un manejo inadecuado de los residuos ganaderos.

La contaminación por nitratos de las aguas pone en peligro la salud humana y el equilibrio del medio ambiente. Para frenar esta contaminación la UE aprobó la Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias, exigiendo a los Estados Miembros, la designación de aquellas zonas cuya actividad agraria pudiese afectar a la contaminación por nitratos de las masas de aguas cercanas y/o subterráneas y establecer en ellas unos programas de actuación dirigidos a reducir dicha contaminación.

Dichos objetivos se llevaron a cabo en el Estado español a través del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, que asignó a las Comunidades Autónomas las competencias para identificar las masas de agua afectadas por acumulación excesiva de nitratos de origen agrario, así como la redacción y seguimiento de los correspondientes programas de actuación. En consecuencia, a nivel andaluz, el Decreto 261/1998, de 15 de diciembre, designó las zonas consideradas como vulnerables y mediante la Orden conjunta de las Consejerías de Agricultura y Pesca y Medio Ambiente, de 27 de junio de 2001, se establecieron los programas de actuación aplicables a dichas zonas.

En 2008 la Comunidad Autónoma Andaluza de conformidad con el artículo 4.2 del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, ha definido nuevas zonas vulnerables a través del Decreto 36/2008, de 5 de febrero. A través del visor SIGPAC de la Consejería de Agricultura y Pesca pueden consultarse los recintos SIGPAC ubicados en zonas vulnerables identificados mediante la incidencia 202.

Posteriormente la Consejería de Agricultura y Pesca ha definido el nuevo Programa de Actuación aplicable a dichas zonas a través de la Orden de 18 de noviembre de 2008, en el que se establecen unas obligaciones y limitaciones a nivel general y otras específicas en función del tipo de fertilizante y/o actividad agroganadera realizada.

El objetivo de este texto es trasladar de forma sencilla y clara cuáles son estas limitaciones en cada una de las explotaciones afectadas para con ello contribuir a la sostenibilidad de la agricultura y ganadería de nuestra Comunidad Autónoma.

Obligaciones en explotaciones agrícolas

Todos los recintos situados en zonas vulnerables, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Cumplimentar anualmente y en los plazos especificados en cada una de ellas:
 - Hoja de fertilización nitrogenada (Anexo III de la Orden de 18 de noviembre de 2008), y/o
 - Hoja de fertirrigación (Anexo IV de la corrección de errores del BOJA nº 40 de 27 de febrero de 2009) y/o
 - Hoja de producción y utilización de estiércoles y purines (Anexo V de la Orden de 18 de noviembre de 2008).
- Conservar durante cuatro años, las facturas o albaranes de entrega acreditativos de la compra de los fertilizantes utilizados.
- Cuando se utilicen fertilizantes orgánicos, no superar la dosis de 170 UFN/ha y año siguiendo las siguientes pautas de aplicación:
 - Las aplicaciones se realizarán entre otoño y primavera, coincidiendo con el fondo o sementera de los cultivos herbáceos y las primeras aplicaciones de leñosos.
 - El abono debe ser enterrado cumpliendo con las limitaciones de laboreo establecidas por condicionalidad.

Tabla 1: Calidad máxima de estiércol o purín permitida por unidad de superficie en función del ganado del que proceda y si ha sido o no sometido a un proceso de valorización en balsas o estercoleros

ACTIVIDAD GANADERA	Producción Estiércol/purín (Tm. \cdot m ³ /año y animal)	Contenido N. (Kg. N/Tm. Estiércol)		Dosis Máxima Estiércol (Tm./ha)	
		Fresco	Valorizado ¹	Fresco	Valorizado ¹
Cerda en ciclo cerrado*	17,75	3,78	1,89	44,92	89,85
Cerda con lechones hasta destete (< 6 Kg.)	5,10	3,00	1,50	56,74	113,48
Cerda con lechones (< 20 Kg.)	6,12	3,01	1,54	55,05	110,09
Cerda de reposición	2,50	3,40	1,70	50,00	100,00
Lechones de 6-20 Kg.	0,41	4,40	2,20	38,72	77,44
Cerdo de 20-50 Kg.	1,80	3,51	1,75	48,49	96,99
Cerdo de 50-100 Kg.	2,50	3,22	1,61	52,79	105,59
Cerdo de cebo de 20-100 Kg.	2,15	3,37	1,69	50,41	100,83
Verracos	6,12	2,60	1,69	65,31	100,48
Vaca de ordeño	21,75	3,69	2,40	46,09	70,91
Otras Vacas	14,35	3,70	2,41	45,90	70,61
Cebadero Ternero cebo < 12 meses	4,20	6,90	4,48	24,65	37,92
Cebadero Bovino cebo > 12 meses	13,23	4,00	2,60	42,50	65,38
Gallina puesta, pollo, pavo	0,08	9,75	4,87	17,44	34,87
Cabras cubiertas sin partos, cabras paridas y macho cabrío	1,46	5,06	3,54	33,59	47,98
Chivos	0,81	4,01	2,81	42,37	60,53
Cebadero de corderos	0,94	4,00	2,80	42,50	60,71
Ovejas cubiertas sin partos, ovejas paridas y Morueco	2,10	4,05	2,83	42,00	60,00

Tm Estiércol: Tonelada de estiércol equivalente a un m³ de purín.

(*) Incluye la madre y su descendencia hasta la finalización del cebo.

¹ **Valorizado:** Estiércol/purín que ha permanecido en una balsa o estercolero durante un periodo de 3 meses.

- No se podrá aplicar ningún tipo de fertilizante en las siguientes circunstancias:

- En periodos de lluvia
- En suelos helados, con nieve o inundados, salvo arrozales.
- En parcelas de cultivos herbáceos con pendientes medias superiores al 10%, ni de leñosos con pendientes medias superiores al 15%.

Estas limitaciones quedarán sin efecto cuando los terrenos estén diseñados en bancales o terrazas, se practique el laboreo de conservación, se proceda al enterrado del abonado de fondo o se aplique éste en cobertera con el cultivo ya establecido.

- En terrenos no cultivados, salvo que se mantenga una cubierta vegetal o se haya previsto su inmediata implantación en un plazo máximo de 15 días.

En este caso se podrá incorporar una cantidad máxima total de 20 Tm/ha de estiércol o 40 m³/ha de purín en un período de tres años.

- En zonas próximas a cursos de agua o zonas de acumulación de agua incluido gaviás, cárcavas y otros cauces que temporalmente puedan llevar agua así como pozos, perforaciones y fuentes que suministren agua para consumo humano o requieran condiciones de potabilidad deberán respetarse las siguientes restricciones en función de la distancia:

- En una banda de seguridad de 10 metros:

- No se podrá aplicar ningún tipo de fertilizante.

- En una banda de seguridad entre 10 y 50 metros:

- No se podrá abonar durante días de viento, para evitar la deriva.

- No se podrá utilizar fertilizantes líquidos a fin de evitar su escorrentía (salvo que se utilicen técnicas de fertirrigación).

- No se podrá aplicar fertilizantes orgánicos ni lodos.

- En parcelas de regadío, las aplicaciones de fertilizante se ajustarán a la dosis y limitaciones establecidas en la Tabla 2. No obstante, cuando se utilicen abonos orgánicos se mantendrá la limitación de 170 UFN/ha, pudiendo aportar abono inorgánico hasta los límites establecidos para cada cultivo en la citada tabla:

Tabla 2. Regadío. Dosis y periodos establecidos en función del cultivo

GRUPO DE CULTIVO	CULTIVOS	(UFN/Tm. esperada)	LIMITACIONES
Algodón		55	No aplicar en fondo o sementera más del 30% del N total.
Arroz		18	No abonar después de la diferenciación de la canícula.
Caña de azúcar		2	
Cereal		35	No aplicar en fondo o sementera más del 30% del N total.
Cítricos		6	No aplicar durante la parada invernal ni cuando el fruto esté próximo a la maduración.
Flor cortada invernadero	Clavel-Clavelina	100 gN/m ²	
Frutales		7	
Girasol		40	No aplicar en fondo o sementera más del 30% del N total.
Hortalizas aire libre	Ajo	7	No aplicar lodos.
	Alcachofa	10	
	Cebolla - sandía	4	
	Coliflor - lechuga - zanahoria - melón	5	
	Espárrago	14	
Hortalizas invernadero	Calabacín - berenjena - judía verde	7	No aplicar lodos.
	Melón - pimiento	5	
	Pepino - sandía	4	
	Tomate ciclo corto	6	
	Tomate ciclo largo	12	
Maíz	Para ensilado	35	No aplicar en fondo o sementera del 30% del N total.
	Para grano	25	
Olivar		25	
Patatas	Varietades importadas	6	No aplicar en fondo o sementera del 30% del N total. No aplicar lodos.
	Varietades nacionales	8	
Remolacha		4,2	No aplicar en fondo o sementera del 30% del N total.
Subtropicales	Aguacate	25	
	Chirimoyo	18	
Tabaco		60	No aplicar en fondo o sementera del 30% del N total.
Fresa y fresón		5	No aplicar en fondo o sementera del 30% del N total. No aplicar lodos.

En explotaciones de cultivos leñosos que aún estén en periodo improductivo, se podrá aportar como máximo el primer año el 10%, el segundo año el 25% y el tercer año el 50%, de las limitaciones establecidas en esta tabla.

UFN: Unidad de Fertilizante Nitrogenado, equivalente a 1 kg de Nitrógeno.

8.3 BASES TEÓRICAS DE LA PRODUCCIÓN INTEGRADA

8.3.1 Gestión de los recursos naturales.

La Producción Integrada integra los recursos naturales y los mecanismos de regulación en las actividades de la explotación agrícola con el fin de obtener la máxima supresión de inputs.

La gestión adecuada y la utilización prudente de los recursos naturales permiten la sustitución de insumos (abonos, fitosanitarios, ...), reduciendo en la misma medida las fuentes de contaminación, ajustando también los costes de producción y asegurando de esta forma una agricultura más duradera.

8.3.2 Apuesta por la agricultura sostenible y por la calidad.

Asegura una producción de alta calidad de alimentos mediante la utilización preferente de tecnologías respetuosas con el medio ambiente.

En este sentido cabe indicar que el concepto de calidad en producción integrada es muy amplio y no solo se refiere al aspecto externo de los productos, calibre, color, ausencia de defectos, ...; sino que también contempla las características organolépticas de dichos productos, sus valores nutritivos, características culinarias; y la calidad del proceso productivo que está basado en técnicas ecológicas.

8.3.3 Mantiene los rendimientos.

Mantiene los rendimientos de la explotación agrícola, pues como se ha indicado, la reducción de inputs, el aprovechamiento de los recursos naturales y la gestión de los aportes energéticos se traduce en un ajuste de los costes de producción.

8.3.4 Es más respetuosa con el entorno.

Porque reduce las fuentes de contaminación ambiental que genera la agricultura basada en el empleo exclusivo de agroquímicos, con los consiguientes beneficios no sólo para el entorno, los habitantes del medio y los trabajadores del campo, sino también para los productos obtenidos y para los consumidores.

8.3.5 Promueve la multifuncionalidad.

Reconoce las funciones múltiples de la agricultura. La diversidad ambiental, la conservación del paisaje y de las distintas formas de vida que los conforman, la salvaguarda de prácticas culturales locales que forman parte de la cultura de los pueblos, ..., y un largo etcétera de funciones, aspectos, actividades, estrechamente relacionadas con la actividad agrícola.

8.4 PRINCIPIOS DE LA PRODUCCIÓN INTEGRADA

Se exponen a continuación los principios que para la Producción Integrada establece la Organización Internacional de Lucha Biológica e Integrada.

8.4.1 Se basa en estrategias globales.

La explotación agrícola en su conjunto es la unidad de puesta en marcha de la producción integrada y las estrategias se desarrollarán para obtener un óptimo aprovechamiento de todos los recursos, objetivo que no podría conseguirse si se pretende aplicar en parcelas aisladas. De esta forma se equilibran los flujos energéticos, se pueden cerrar los ciclos de nutrientes, se aprovechan en unas parcelas los subproductos o residuos que se generan en otras, contribuyendo así a una mejor gestión ambiental.

8.4.2 Reduce la contaminación.

La producción integrada reduce los costes externos a la actividad agraria y minimiza los efectos secundarios indeseables. Tiene como objetivo la supresión de aquellos efectos indeseables que son consecuencia de la actividad agraria: deterioro del entorno, contaminación del aire, agua, suelo, ...

8.4.3 El agricultor es el actor principal.

El agricultor es factor clave en la producción integrada, sus valores, sus tradiciones deben cultivarse y respetarse pero la formación y la información que reciban los agricultores debe ser un componente indispensable.

8.4.4 El agroecosistema: factor clave.

La explotación agrícola es el otro componente clave en la producción integrada, porque es la encargada de aportar los recursos naturales y mecanismos de regulación necesarios. Estos sistemas de producción deben tener un alto grado de estabilidad.

8.4.5 La nutrición de los cultivos.

Los ciclos de los nutrientes deben ser equilibrados y sus pérdidas mínimas. Debe aprovecharse la materia orgánica generada en la propia explotación: restos de cultivo, cubiertas vegetales, ... Hay que valorar los aportes externos, por ejemplo los nitratos de las aguas de riego, el tipo de suelo, época del año, ...

8.4.6 La fertilidad del suelo.

Debe conservarse y mejorarse porque representa la capacidad de producir sin necesidad de aportes. Se deben evitar las prácticas que puedan mermar el potencial productor del suelo y favorecer aquellas que permitan su mejora. Por ejemplo: las labores que alteran el suelo y como consecuencia también alteran la disponibilidad de nutrientes y la microfauna también resulta afectada.

8.4.7 La sanidad vegetal: la protección integrada.

La sanidad de los cultivos se basa en la protección integrada, de tal forma que sólo se realizarán intervenciones cuando el nivel de plagas o enfermedades ponga en peligro la viabilidad de los mismos.

Se anteponen los métodos culturales y biológicos a los químicos y en caso de recurrir al control químico, se seleccionará los fitosanitarios teniendo en cuenta la eficacia, coste, toxicología, impacto ambiental y efectos secundarios, eligiendo el más beneficioso.

8.4.8 La biodiversidad del agroecosistema.

Debe protegerse la diversidad biológica. Un sistema simple es muy débil, y vulnerable a cualquier agente externo. Un sistema plural, diverso, y rico es un sistema preparado para dar respuesta a posibles agresiones externas. Además contribuye a la calidad del paisaje.

8.4.9 Calidad total, calidad global.

La calidad del producto debe mirarse de modo global y no sólo por los parámetros clásicos, sino teniendo en cuenta la valoración ecológica del proceso productivo y de las fases de manipulación y confección de los mismos.

Todas las fases del proceso (producción, manipulación, elaboración, transformación, ...) deben estar documentadas, para que los productos puedan ponerse a disposición del consumidor debidamente diferenciados.

8.5 PRODUCCIÓN INTEGRADA EN OLIVAR

La producción integrada en olivar surge como respuesta a un sector que siguiendo unas técnicas de cultivo muy respetuosas con el medio ambiente, no las había visto plasmadas en una normativa técnica oficial.

De hecho, el olivar es uno de los cultivos que se encuentran en una mayor sintonía con el medio ambiente, por las diversas funciones realizadas, que van mucho más allá de las meramente productivas, entre las que destacan:

- El olivar sirve de refugio de destacadas especies insectívoras que ayudan en el control de plagas y enfermedades.
- Favorece la protección del suelo sobre el que se cultiva, ejerciendo una función fundamental contra la erosión.
- No se trata de un cultivo que necesite gran número de tratamiento fitosanitarios.
- Tiene una función social fundamental en el mantenimiento de la población en pueblos y comarcas donde el olivar supone una importante renta del agricultor.

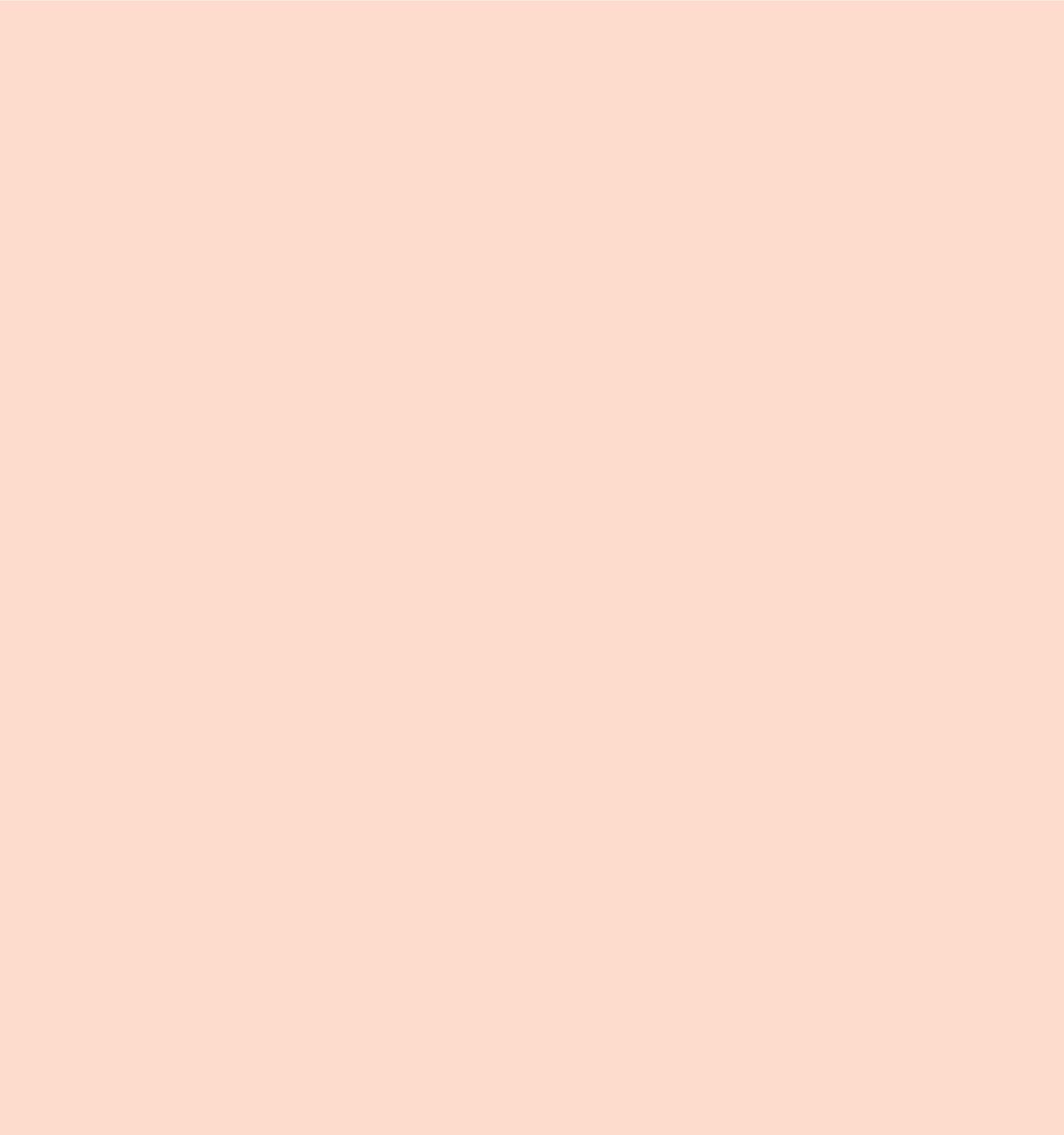
La publicación del RD 1201/2002 el 20 de noviembre del 2002 regula la PI a nivel nacional y a través de éste se regularán los diferentes protocolos de PI tanto públicos como privados siempre que cumplan las condiciones generales de cultivo que marquen este RD y las ordenes sucesivas.

En Andalucía, la PI está regulada por el Decreto 245/2003 de 2 de septiembre, modificado por el Decreto 7/2008 de 15 de enero, por el que se regula la Producción Integrada en productos agrarios y sus transformados.

En Andalucía se publica por la Consejería de Agricultura y Pesca la Orden de 15 de abril de 2008 (BOJA N°83 del 25 de abril de 2008) por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar, en el ámbito de la Comunidad Andaluza.

En el Anexo II se pueden ver las normas que regulan las diferentes operaciones de la Producción Integrada de Olivar en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Este Reglamento será actualizado conforme a los nuevos avances y conocimientos del cultivo se vayan obteniendo.

Anexo I



PESOS ATÓMICOS DE ELEMENTOS COMUNES EN LAS MATERIAS FERTILIZANTES

Nombre	Símbolo	Peso atómico
Aluminio	Al	26.97
Azufre	S	32.06
Boro	B	10.82
Calcio	Ca	40.08
Carbono	C	12.01
Cloro	Cl	35.457
Cobalto	Co	58.94
Cobre	Cu	63.54
Flúor	F	19.00
Fósforo	P	30.98
Hidrógeno	H	1.008
Hierro	Fe	55.85
Magnesio	Mg	24.32
Manganeso	Mn	54.93
Molibdeno	Mo	95.95
Nitrógeno	N	14.008
Níquel	Ni	58.69
Oxígeno	O	16.000
Potasio	K	39.096
Sodio	Na	22.997
Yodo	I	126.92
Cinc	Zn	65.38

FACTORES ÚTILES DE CONVERSIÓN

Miliequivalentes (meq) a miligramos (mg)		
Multiplíquese	Por	Para obtener
Miliequivalentes (meq)	Peso equivalente	Miligramo (mg)
Ca	20.04	Ca
Mg	12.16	Mg
Na	23.00	Na
K	39.10	K
Cl	35.46	CL
SO ₄	48.03	SO ₄
CO ₃	30.00	CO ₃
HCO ₃	61.01	HCO ₃
PO ₄	31.65	PO ₄
CaSO ₄ ·2H ₂ O	86.09	CaSO ₄ ·2H ₂ O
CaCO ₃	50.04	CaCO ₃
S	16.03	S
H ₂ SO ₄	49.04	H ₂ SO ₄
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	111.07	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O
FeSO ₄ ·7H ₂ O	139.01	FeSO ₄ ·7H ₂ O
NO ₃	62.00	NO ₃

*Ejemplo: tenemos 6.5 meq de Mg y queremos saber cuántos mg son.
Solución: 6.5 meq de Mg x 12.16 = 79.04 mg de Mg*

Miliequivalentes por litro (meq/l) a partes por millón (p.p.m.) ó miligramos por (mg/l)		
Multiplíquese	Por	Para obtener
Miliequivalentes por litro (meq/l)	Peso equivalente	Partes por millón (p.p.m.) ó miligramo por litro (mg/l)
Ca	20.04	Ca
Mg	12.16	Mg
Na	23.00	Na
K	39.10	K
Cl	35.46	CL
SO ₄	48.03	SO ₄
CO ₃	30.00	CO ₃
HCO ₃	61.01	HCO ₃
PO ₄	31.65	PO ₄
CaSO ₄ ·2H ₂ O	86.09	CaSO ₄ ·2H ₂ O
CaCO ₃	50.04	CaCO ₃
S	16.03	S
H ₂ SO ₄	49.04	H ₂ SO ₄
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	111.07	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O
FeSO ₄ ·7H ₂ O	139.01	FeSO ₄ ·7H ₂ O
NO ₃	62.00	NO ₃

Ejemplo: tenemos 32.7 meq/l de potasio y queremos saber cuantas partes por millón ó miligramos por litro son:
 Solución: 32.7 meq/l de K x 39.1 = 1278.57 p.p.m ó mg/l de K

Miliequivalentes por litro de extracto de saturación (meq/l) a partes por millón de suelo seco (p.p.m.)		
Multiplíquese	Por	Para obtener
Miliequivalentes por litro de extracto de saturación (meq/l)	Peso equivalente x 100	Partes por millón de suelo seco (p.p.m.)
Ca	20.04 x 100	Ca
Mg	12.16 x 100	Mg
Na	23.00 x 100	Na
K	39.10 x 100	K
Cl	35.46 x 100	CL
SO ₄	48.03 x 100	SO ₄
CO ₃	30.00 x 100	CO ₃
HCO ₃	61.01 x 100	HCO ₃
PO ₄	31.65 x 100	PO ₄
CaSO ₄ ·2H ₂ O	86.09 x 100	CaSO ₄ ·2H ₂ O
CaCO ₃	50.04 x 100	CaCO ₃
S	16.03 x 100	S
H ₂ SO ₄	49.04 x 100	H ₂ SO ₄
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	111.07 x 100	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O
FeSO ₄ ·7H ₂ O	139.01 x 100	FeSO ₄ ·7H ₂ O
NO ₃	62.00 x 100	NO ₃

Ejemplo: tenemos 15 meq/l azufre de extracto de saturación y queremos saber cuántas p.p.m. de suelo seco son:

Solución: 15 meq/l de S x 16.03 x 100 = 24045 p.p.m. de S

Miliequivalentes por cien gramos (meq/100g) a partes por millón (p.p.m.)		
Multiplíquese	Por	Para obtener
Miliequivalentes por cien gramos (meq/100g)	Peso equivalente x 10	Partes por millón (p.p.m.)
Ca	20.04 x 10	Ca
Mg	12.16 x 10	Mg
Na	23.00 x 10	Na
K	39.10 x 10	K
Cl	35.46 x 10	Cl
SO ₄	48.03 x 10	SO ₄
CO ₃	30.00 x 10	CO ₃
HCO ₃	61.01 x 10	HCO ₃
PO ₄	31.65 x 10	PO ₄
CaSO ₄ ·2H ₂ O	86.09 x 10	CaSO ₄ ·2H ₂ O
CaCO ₃	50.04 x 10	CaCO ₃
S	16.03 x 10	S
H ₂ SO ₄	49.04 x 10	H ₂ SO ₄
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O	111.07 x 10	Al ₂ (SO ₄) ₃ ·18H ₂ O
FeSO ₄ ·7H ₂ O	139.01 x 10	FeSO ₄ ·7H ₂ O
NO ₃	62.00 x 10	NO ₃

Ejemplo: tenemos 3.9 meq/100g de K y queremos saber cuántas p.p.m. son:
Solución: 3.9 meq/100g de K x 39.1 x 10 = 1524.9 p.p.m.

Multiplíquese	Por	Para obtener
P	2.29	P2O5
K	1.20	K2O
Ca	1.40	CaO
Mg	1.65	MgO

Ejemplo: tenemos 7 unidades de fósforo y queremos transformarlas en P2O5.
Solución: 7 unidades de P x 2.29 = 16.03 unidades de P2O5.

Densidad aparente y clases texturales	
Textura	Densidad aparente
Arcilloso	1.2 - 1.25
Franco-limoso	1.25
Franco	1.35
Franco-arenoso	1.4
Arenoso	1.45
Arena franca	1.43

Anexo II





ANEXO II

REGLAMENTO ESPECÍFICO DE PRODUCCIÓN INTEGRADA DE OLIVAR.

Orden de 15 de abril de 2008, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar

**ANEXO
REGLAMENTO ESPECÍFICO DE PRODUCCIÓN INTEGRADA DE OLIVAR**

A los efectos previstos en el apartado 5 del art. 29 de la Orden de 24 de octubre de 2005 por la que se modifica la de 13 de diciembre de 2004, por la que se desarrolla el Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados, la superficie máxima que se establece en el presente Reglamento Específico, para la prestación de servicio por los servicios técnicos competentes, será de 2.500 ha, en las que se efectuarán los controles de las prácticas agrícolas contempladas en este Reglamento:

**ASPECTOS GENERALES
FORMACIÓN**

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	RECOMENDADAS
PERSONAL DE LA EXPLOTACIÓN		El Operador deberá fomentar la formación y proporcionar la que sea necesaria al personal implicado en la aplicación de esta norma y restantes partes que le afecten por su actividad, debiendo existir registro de todo ello.
USO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS	El aplicador de productos fitosanitarios deberá estar en posesión del carné de aplicador del nivel mínimo que le capacita para desarrollar su actividad.	



INSTALACIONES, EQUIPOS Y PERSONAL

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	RECOMENDADAS
<p>INSTALACIONES</p>		<p>Embalses de agua de riego cubiertos.</p> <p>Mantener limpios los canales y redes de distribución de agua de riego (balsas, acequias, etc.)</p> <p>Disponer en la explotación o en puntos de uso comunitario, zonas preparadas expresamente para llenar cubas, lavar equipos, depositar restos de caldos no utilizados, etc.</p>
<p>ALMACENES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS Y FERTILIZANTES</p>	<p>Condiciones del almacén</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los productos fitosanitarios y fertilizantes deben almacenarse en un lugar cerrado, separados del material vegetal y de los productos frescos, de forma que se evite cualquier riesgo de contaminación. - El almacén dispondrá de ventilación permanente y suficiente e iluminación adecuada, dotado de medios de protección contra incendios. - Debe existir material inerte(sepiolita, caolín, arena) para retener posibles derrames accidentales. - El lugar debe estar debidamente señalizado haciéndose especial hincapié en la prohibición de acceso al mismo de personas no autorizadas. <p>Almacenamiento de productos</p> <ul style="list-style-type: none"> - No almacenar los productos fitosanitarios ni fertilizantes en contacto con el suelo. - Los fitosanitarios deben mantenerse en su envase original, cuya etiqueta debe ser perfectamente legible. - Los productos fitosanitarios y fertilizantes deben estar debidamente ordenados y separados físicamente. - Los fitosanitarios en polvo no deben almacenarse en estanterías situadas por debajo de los líquidos. - Conservar las facturas de las compras y gastos de productos fitosanitarios reflejados en el cuaderno de explotación durante dos años. - Debe existir un inventario actualizado de los productos fitosanitarios y fertilizantes. 	<p>Estanterías del almacén de materiales no absorbentes.</p>

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	RECOMENDADAS
EQUIPOS PARA TRATAMIENTOS	<p>La maquinaria utilizada en la aplicación de productos fitosanitarios, fertilización, abonados foliares, etc., debe encontrarse en adecuado estado de funcionamiento y someterse a revisión y calibrado periódico. Dicha revisión será efectuada todos los años por el productor, supervisadas por el Servicio Técnico competente, y además una vez cada 4 años en un centro oficial o reconocido de conformidad con las disposiciones vigentes en la materia, si las hubiera. En caso de contratación de servicios, el productor exigirá a estos estar al corriente de las revisiones y calibrados estipulados en la legislación vigente. Debe existir un registro de la verificación y de los partes de mantenimiento.</p> <p>Los equipos que no se estén usando no deberán contener productos fitosanitarios y deben estar limpios.</p> <p>Realizar las operaciones de llenado de la maquinaria de tratamiento en puntos donde no haya riesgo de contaminación de cauces de agua, pozos o redes de alcantarillado.</p>	
EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA	<p>El aplicador de productos fitosanitarios debe emplear el equipo adecuado para la protección personal, de acuerdo con la legislación vigente y las indicaciones de cada producto.</p> <p>Se dispondrá de equipos adecuados para medir y mezclar los productos fitosanitarios, verificados y calibrados anualmente.</p> <p>La ropa y el equipo se almacenarán de forma que no estén en contacto con los productos fitosanitarios.</p>	
SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	<p>Utilizar las señalizaciones previstas en la legislación vigente.</p> <p>En el almacén de los productos fitosanitarios deben estar presentes, de forma accesible y legible, las normas generales de actuación en caso de intoxicación y derrame accidental, y en las proximidades del teléfono más cercano, un listado de los números de teléfono del Instituto Nacional de Toxicología u organismos competentes.</p>	
PERSONAL	<p>Documentar los procedimientos de actuaciones en caso de accidentes o emergencias de manera que sean comprensibles por las personas afectadas</p> <p>Disponer de botiquines de primeros auxilios accesibles a los trabajadores</p> <p>Definir, por parte de la empresa, unas normas básicas de higiene que estarán disponibles por el personal, de acuerdo con las características de la explotación.</p>	

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	RECOMENDADAS
<p>TRANSPORTE DEL PRODUCTO VEGETAL Y CONTENEDORES</p>	<p>Los receptáculos y contenedores de los vehículos utilizados para transportar los productos agrícolas deberán estar limpios y en condiciones adecuadas de mantenimiento, a fin de protegerlos de contaminación.</p> <p>Cuando se hayan utilizado receptáculos o contenedores para el transporte de otra carga distinta de los productos agrícolas, deberá procederse a una limpieza eficaz entre las cargas para evitar el riesgo de contaminación.</p>	
<p>ASPECTOS AGRONÓMICOS GENERALES</p>	<p>El momento y la intensidad de las operaciones culturales deben minimizar los posibles impactos ambientales.</p> <p>Durante el ciclo del cultivo deben conocerse la temperatura, la humedad ambiental y la pluviometría, de la zona de cultivo.</p>	<p>Exigencias climáticas según clasificación de PAPANAKIS:</p> <p>Tipo de invierno: av (Avena fresco) o más suave</p> <p>Tipo de verano: O (Arroz), es suficiente.</p> <p>Régimen de humedad: Me (Mediterráneo seco) o más húmedo, sin riego.</p> <p>me (Mediterráneo semiárido) ó desértico, con riego.</p>

ASPECTOS PROPIOS DEL CULTIVO

PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>SUELO, PREPARACIÓN DEL TERRENO, LABOREO Y MANEJO DE LA CUBIERTA VEGETAL</p>	<p>Se llevarán a cabo las prácticas de conservación de suelo para reducir la erosión del suelo y el consumo energético. Se realizarán en función de la pendiente, respetando al máximo la estructura del suelo y evitando las escorrentías y los encharcamientos.</p> <p>No labrar en recintos con pendientes medias iguales o superiores al 10%. En dichos casos se adoptarán prácticas de cultivo especiales como el establecimiento de bancales, cultivo en fajas, o laboreo de conservación con cubiertas vegetales vivas o inertes. En caso de existencia de bancales, será obligatorio evitar cualquier tipo de labores que afecten la estructura de los taludes existentes.</p> <p>No obstante se podrá realizar laboreo superficial y/o vertical, (con una profundidad no superior a 20 cm) en suelos limosos con manifiesta tendencia a la formación de costra, así como en los que se formen grietas profundas para cubrirías, en situaciones de alta compactación del suelo y para incorporar materia orgánica, cubiertas vegetales vivas o para evitar problemas derivados de flora resistente (inversión de flora). Igualmente, se permite el subsolado en el centro de la calle para mejorar la infiltración, en sistemas de cultivo con cubierta vegetal o para el control de problemas fitosanitarios específicos.</p> <p>En el caso de formación de cárcavas, ejecución de obras de defensa que eviten su agravamiento.</p> <p>Mantenimiento de la biodiversidad del agrosistema, mediante la conservación de la vegetación natural de lindes, setos, árboles aislados, bordes de montes, etc.</p> <p>Para la aplicación de herbicidas, disponer de la correspondiente Orden de Tratamiento firmada por el técnico responsable.</p> <p>Para el manejo de malas hierbas, podrán utilizarse los formulados que contengan las sustancias activas herbicidas contempladas en el Cuadro nº 2, bien solas o en mezclas de las mismas, inscritos en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios.</p> <p>Empleo de boquillas antiderriva, en tratamientos herbicidas.</p> <p>El cumplimiento de los condicionamientos preventivos de riesgos (mitigación de riesgos medioambientales), contemplados en el Registro de Productos y Material Fitosanitario, de las sustancias activas incluidas en el Cuadro nº 4; así como las restricciones de uso que, en su caso, se establezcan.</p>	<p>Utilización de aperos (grada de discos, vertedera) que destruyan la estructura del suelo y propicien la formación de suelo de labor.</p> <p>Labrar a favor de la pendiente.</p> <p>Realizar labores en suelos encharcados o con nieve.</p> <p>Tratamientos herbicidas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pulverizadores de boquillas oscilantes. • Pistolas de pulverización, salvo en olivares con pendiente elevada (>15%) que impida el empleo de barras, donde se podrán utilizar lanzas para la aplicación de herbicidas con boquillas adecuadas, así como para la eliminación química de varetas. <p>Aplicación de herbicidas bajo la copa, con frutos caídos en el suelo, que vayan a ser recolectados.</p> <p>Aplicación de herbicidas en los márgenes de cauces permanentes o temporales de aguas</p>	<p>Requisitos edáficos:</p> <p>Profundidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • al material impermeable, 60 cm. • a la arena o grava, 45 cm. • y, a la caliza permeable, 25 cm. <p>Textura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • con < 15% de grava en superficie, media ligera • con > 15% de grava en superficie, ligera <p>PH del suelo comprendido entre 6,3 y 8,5</p> <p>Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) menor de 20%.</p> <p>Porcentaje de carbonatos totales comprendido entre 0,5 y 40%.</p> <p>Porcentaje de caliza activa menor del 20%.</p> <p>En el extracto de saturación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • concentración de Boro inferior a 2 p. p. m. • concentración de cloruros inferior a 10 meq/l. • conductividad eléctrica (CEe) menor de 4 dS/m. a 25° C, para variedades sensibles y de 6 dS/m, para tolerantes. <p>Manejo de la cubierta vegetal mediante procedimientos mecánicos o pastoreo con ganado, preferentemente ovino o equino.</p> <p>Ejecución de obras de defensa de la erosión (muretes, albarradas, fajinas, zanjas, etc.) para evitar riesgos derivados de escorrentías.</p>



PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>PLANTACIÓN</p>	<p>El material vegetal será de categoría certificada y procederá de productores oficialmente autorizados.</p> <p>Realizar un estudio del perfil del suelo antes de la plantación.</p> <p>En parcelas no abancaladas la disposición de las filas será aquella que minimice la erosión.</p>	<p>Desinfección de suelos por métodos químicos.</p>	<p>El material vegetal utilizado en las nuevas plantaciones será obtenido por un método de enraizamiento bajo nebulización, con un buen sistema radicular, formado por un solo eje con altura alrededor de 1 m y una edad comprendida entre 1 y 1,5 años.</p> <p>En suelos con riesgo de encharcamiento, realizar la plantación en lomos con una altura de 0,50 metros aproximadamente, y 1 metro de anchura en la parte superior, con pendiente suave hasta su base para evitar problemas de asfíxia radicular.</p> <p>Marcos de plantación, que teniendo en cuenta un espacio mínimo entre filas de al menos 6 metros, permitan densidades comprendidas entre 200-300 pies/has.</p>
<p>FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS</p>	<p>La fertilización mineral se realizará según lo establecido en un plan de abonado, calculado, teniendo en cuenta las extracciones del cultivo, el nivel de fertilidad del suelo, el estado nutricional de la planta (según el Cuadro nº 2) y las aportaciones efectuadas por otras vías (agua, materia orgánica incorporada, etc.).</p> <p>Realizar con carácter anual un análisis foliar por explotación o UHC, para conocer la respuesta de la planta al Plan de Abonado, y corregir las desviaciones que puedan producirse. A estos efectos, se tendrán en cuenta los niveles críticos establecidos, con carácter orientativo, en el Cuadro nº1.</p> <p>La toma de muestra de hojas se realizará durante el mes de julio.</p> <p>Las extracciones (Kg/Tm de producción de aceituna), a los efectos anteriores, se establecen en:</p> <p>N 15,00 P₂O₅ 4,00 K₂O 25,00 MgO 3,00</p> <p>Análisis físico-químico del suelo de cada parcela o UHC, con una periodicidad mínima cada cuatro años.</p> <p>Cuando se aporte materia orgánica u otras que tengan valor fertilizante, se deberán respetar los límites establecidos en cuanto a contenido de metales pesados, patógenos u otros productos tóxicos. En caso de riesgo de presencia de metales pesados, su concentración deberá conocerse mediante análisis específico.</p>	<p>Superar, en el caso de secano, los 70 Kg/ha de nitrógeno en olivar tradicional y los 100 Kgs en olivar intensivo. En el caso de riego, los 120 y 150 Kgs, respectivamente, salvo en el caso de riego con alto contenido en cloruros y de cultivo con cubierta vegetal viva, en los que se permitirán aportaciones adicionales bajo supervisión del técnico responsable.</p> <p>Aplicar los fertilizantes nitrogenados en los meses fríos del año (diciembre y enero) sobre suelo desnudo de vegetación.</p> <p>Realizar el programa de fertilización sin contar con los previos análisis de suelo, foliares y de agua.</p> <p>El uso de purines y demás residuos semilíquidos de explotaciones ganaderas.</p> <p>El uso de lodos de depuradoras y residuos sólidos urbanos.</p> <p>Realizar aplicaciones de N nítrico en los márgenes de la parcela lindantes a corrientes de agua.</p>	<p>Alcanzar, mediante las correspondientes enmiendas orgánicas, el nivel de materia orgánica deseable, del 1% en secano y el 2% en riego.</p> <p>Aplicar los fertilizantes nitrogenados con el mayor grado de fraccionamiento posible.</p> <p>Alcanzar mediante las correspondientes enmiendas un pH comprendido entre 6,3 y 8,5.</p> <p>En secano, en especial, en suelos calizos y arcillosos, la aportación de fósforo y potasio, vía foliar.</p> <p>La aplicación de fertilizantes nitrogenados a la salida de invierno incorporándolos cuando se prevean lluvias, y por vía foliar en años secos.</p> <p>En el caso de disponer de fertirrigación, los equipos deben encontrarse en buen estado de funcionamiento, sometidos a verificaciones anuales supervisadas por el técnico responsable y a un correcto mantenimiento, para asegurar la aplicación adecuada de la cantidad de fertilizante empleado</p>

PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS (continuación)</p>	<p>Se deberán cumplir los requisitos aplicables a explotaciones situadas en Zonas Declaradas Vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias según la normativa vigente o sus futuras modificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decreto 36/2008 de 5 de febrero, por el que se designan las zonas vulnerables y se establecen medidas contra la contaminación por nitratos de origen agrario. • Orden de 27 de junio de 2001, por la que se aprueba el Programa de Actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias. 		<p>El uso de instrumentos que garanticen una dosificación adecuada del fertilizante</p>
<p>RIEGO</p>	<p>Disponer de las características analíticas de la calidad del agua de riego (químicas y bacteriológicas en el caso de haber riesgo de contaminación), con objeto de tomar una decisión sobre su utilización. La periodicidad de los análisis será, cada dos años en un laboratorio autorizado.</p> <p>Disponer de la correspondiente concesión de uso del agua según la normativa vigente, mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Documento administrativo, expedido por la autoridad competente en materia de concesiones de agua. - Certificado expedido por el secretario de la Comunidad de Regantes donde se especifiquen los requisitos con derecho a riego. - Cualquier otro título que justifique su uso privativo. <p>Realizar una programación de riego por cada explotación o sector de riego para decidir la cantidad de agua a aportar. Los volúmenes máximos de cada riego se establecerán en función del estado del cultivo, de las características físicas del suelo y del contenido de agua de éste.</p> <p>Para dicha programación se utilizarán métodos como el del balance de agua u otros técnicamente aceptados. En el caso del método del balance, se deberá utilizar la reserva de agua del suelo.</p> <p>A partir de valores de la Cew de 2,5 dS/m emplear en años con dotaciones normales de agua una fracción de lavado complementaria a las dosis normales de riego.</p> <p>Utilización de técnicas de riego deficitario para situaciones de baja disponibilidad de agua, teniendo en cuenta los momentos críticos para el olivo.</p>	<p>Utilizar aguas caracterizadas por parámetros de calidad intolerables para el cultivo o para el suelo.</p> <p>Riegos a manta, surcos y aspersión, salvo en riegos puntuales de apoyo en olivar de secano.</p>	<p>Niveles de los parámetros del agua de riego:</p> <p>Conductividad (CE_w) < 4 dS/m. RAS..... < 9 Boro..... < 2,5 p.p.m. Bicarbonato..... < 2,25 meq/l.</p> <p>Uso de caudalímetros.</p> <p>Asesoramiento por parte del Servicio de Asesoramiento al Regante (SAR) y evaluación de la eficacia del riego.</p> <p>Disponer de analíticas anuales del agua de riego.</p> <p>Uso de tensiómetros, sondas watermak, TDR o FDR para controlar la humedad del suelo a profundidad radical y sondas de succión para controlar la conductividad de la solución.</p> <p>Mantenimiento y adecuación de los sistemas de filtrado</p> <p>Utilización de sistemas de riego localizado y técnicas de fertirrigación.</p>



PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>RIEGO (continuación)</p>	<p>Con el fin de minimizar las pérdidas de agua, el valor del coeficiente de uniformidad (CU), en el riego localizado, estará comprendido entre los valores establecidos en función de la separación entre emisores y la pendiente del terreno.</p> <p>Deberá registrarse el agua de riego aplicada.</p> <p>Las parcelas deberán tener un adecuado drenaje o disponer la posibilidad de evacuación superficial de las aguas, para evitar el encharcamiento prolongado después de que se produzcan fuertes precipitaciones. Asimismo, evitar los encharcamientos prolongados del terreno para minimizar las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación.</p> <p>En el caso de emplear aguas residuales depuradas, se deberá realizar un análisis bacteriológico continuado (mínimo una vez al mes), en el que se garantice que no se superan los siguientes límites:</p> <ul style="list-style-type: none">Demanda Química de Oxígeno (DQO): 125 mg de O₂ por litro de aguaDemanda Biológica de Oxígeno (DBO): 25 mg de O₂ por litro de aguaSólidos totales en suspensión: 35 mg/l<i>Escherichia coli</i>: 1000/100 ml en el 90% de las muestras anuales <p>El agua empleada en la nebulización o microaspersión debe presentar ausencia de <i>Escherichia coli</i>; en este caso, deberán existir analíticas al menos anuales.</p> <p>Disponer sistemas de medición del consumo de agua.</p>		

PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>PODA</p>	<p>Mantener siempre los árboles con una relación hoja-madera alta y un volumen de copa compatible con las disponibilidades de agua (lluvia/suelo y riego), permitiéndose un aclareo de mayor intensidad cuando en la explotación vayan a realizarse recolecciones destinadas a aceituna de verdeo.</p> <p>Eliminar los restos de poda antes de la salida de adultos de los barrenillos.</p>	<p>En olivar de almazara, podas severas que eliminen mayor proporción de hoja que de madera.</p> <p>Podas que abran excesivamente los árboles, dejando el interior de las copas desprovisto de vegetación y expuesto al sol.</p> <p>Triturar los restos de poda de árboles afectados por verticilosis.</p>	<p>Reciclaje de los podadores en cursos de especialización.</p> <p>Realizar la poda durante la parada invernal, procurando efectuar el mínimo número de cortes posibles.</p> <p>En árboles jóvenes, quitar las varetas o brotaciones adventicias de los troncos cuando estén aún poco desarrolladas y no se hayan lignificado.</p> <p>Trituración de los restos de poda para el mantenimiento de una cubierta inerte en el centro de las calles.</p> <p>Aplicación de un mastic cicatrizante en los cortes de poda, para evitar el ataque de <i>Euzophera pinguis</i>.</p>
<p>CONTROL INTEGRADO</p>	<p>En el control de plagas, se antepondrán, siempre que sea posible, los métodos biológicos, biotecnológicos, culturales, físicos y genéticos a los métodos químicos.</p> <p>Debe protegerse la fauna auxiliar, en particular <i>Scutellista cyanea</i> y <i>Chrysoperla carnea</i>. Se hará por tanto un inventario de dicha fauna auxiliar durante el periodo de incidencia de plagas.</p> <p>Realizar la estimación del riesgo en cada parcela o UHC, a partir de los datos de la correspondiente Estación de Control, calculados mediante sistemas de muestreo establecidos en la Estrategia de Control Integrado (Cuadro nº 3).</p> <p>La aplicación de medidas directas de control de plagas sólo se efectuará cuando los niveles poblacionales de las plagas o las condiciones ambientales superen los umbrales y/o los criterios mínimos de intervención y siempre mediante la correspondiente Orden de Tratamiento, firmada por el Servicio Técnico y la persona responsable de la aplicación.</p> <p>En el Cuadro nº 3 se indican los organismos objeto de muestreo y su sistemática para este cultivo. Los muestreos se llevarán a cabo con la frecuencia que exija la fenología, teniendo en cuenta los periodos y las condiciones climáticas que se indican para algunos de los organismos señalados y siempre antes de cualquier intervención de tipo químico.</p>	<p>Utilizar calendarios de tratamientos y realizar aplicaciones indiscriminadas sin prescripción técnica.</p>	<p>En el caso de tratamientos químicos: alternar sustancias activas de distintos grupos químicos y mecanismos de acción, no realizando más de dos tratamientos consecutivos con la misma materia activa.</p> <p>No realizar tratamientos fitosanitarios con pistolas.</p>



PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>CONTROL INTEGRADO (continuación)</p>	<p>En el caso de resultar necesaria una intervención química, las sustancias activas a utilizar serán exclusivamente las indicadas en el Cuadro nº 3, seleccionadas de acuerdo a los criterios de menor riesgo para el hombre, fauna auxiliar y el medioambiente; la efectividad en el control de la plaga, los residuos y el riesgo de aparición de poblaciones resistentes. Se usarán únicamente formulados de las sustancias activas del Cuadro nº5 inscritos en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios del MAPA para el cultivo y plaga.</p> <p>No obstante, si de la aplicación de los Reglamentos (CEE) de la Comisión que establecen las distintas fases del programa de trabajo, contempladas en el apartado 2 del artículo 8 de la Directiva 91/414/CEE, la Decisión de la Comisión fuera la no inclusión en el Anexo I, de la citada Directiva, de cualquiera de las sustancias activas que figuran en el presente Reglamento Específico, se considerarán excluidas automáticamente</p> <p>El uso de productos fitosanitarios se realizará respetando siempre las indicaciones reflejadas en las correspondientes etiquetas con independencia, que de cara a su utilización en producción integrada, puedan establecerse restricciones mayores.</p> <p>Reducción del área tratada a focos o rodales en tratamientos químicos, siempre que la plaga/enfermedad se encuentre lo suficientemente localizada.</p>		
<p>RECOLECCIÓN</p>	<p>La cosecha será transportada en cajas o contenedores adecuados.</p> <p>Se efectuará en las mejores condiciones y con el mayor cuidado, para evitar lesiones en los frutos que reduzcan su calidad y propicien las infecciones.</p>	<p>El derribo de la aceituna del árbol directamente al suelo y posterior barrido.</p> <p>Mezclar aceitunas del suelo con las de vuelo.</p> <p>Almacenamiento de frutos en la propia explotación más de 24 horas.</p> <p>Transporte de frutos en sacos.</p>	<p>Iniciar la recolección en el momento idóneo en función del previsible periodo de recogida, de modo que a la mayor parte de la cosecha se haga en el momento óptimo. En olivar de almazara, empezar la recolección con índice de madurez 3, para que la gran mayoría de los frutos se cosechen en índice 4. En olivar de mesa, efectuar la recolección, como máximo, con índice 1 (Cuadro nº 4).</p>

PRÁCTICAS AGRICOLAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>RECOLECCIÓN (continuación)</p>			<p>En olivar de almazara:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recolecciones lo más tempranas posibles, evitando recolecciones tardías que puedan afectar negativamente a la calidad del aceite y a la cosecha del año siguiente. • Empleo de vibrador u ordeño de la cosecha.

IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
<p>PRODUCTOS PRIMARIOS</p>	<p>Los operadores que no tengan la totalidad de la producción del cultivo bajo normas de producción integrada, tendrán además que cumplir los siguientes requisitos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer un sistema documentado e implantado de identificación y trazabilidad de los productos para garantizar la separación, desde la recolección hasta su entrega, de los de otros orígenes. 2. Los productos amparados por esta norma serán identificados y tratados en todo momento del proceso técnico, administrativo y de comercialización como un producto distinto del resto de los productos manipulados por la empresa. 	<p>Comercializar como productos amparados por esta norma los procedentes de unidades de cultivo que no cumplan con lo indicado en la presente norma en toda su producción.</p> <p>Presencia de cajas, etiquetas o marcas comerciales, de productos de producción integrada en parcelas que no estén acogidas a producción integrada.</p>	<p>Implantar por parte de la empresa un sistema que permita identificar la unidad de cultivo de origen de las producciones comercializadas.</p>

GESTIÓN DE RESIDUOS

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
	<p>Eliminar los envases vacíos de productos fitosanitarios mediante un gestor autorizado de residuos, dicha entrega debe quedar convenientemente documentada.</p> <p>Establecer sistemas de recogida de aceites usados de maquinaria u otros productos tóxicos dándoles el destino previsto en la legislación vigente.</p>	<p>Abandonar envases y otros residuos en el interior o lindes de la parcela</p> <p>Destruir por el fuego u otro procedimiento, triturar o enterrar en la parcela o alrededores, los envases vacíos de los productos fitosanitarios y fertilizantes.</p> <p>Depositar en cauces o embalses de aguas los restos de caldo de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios o lavar éstos en tales zonas.</p>	<p>Realizar una gestión adecuada de los restos de cosecha y de cultivos, incorporándolos, compostándolos y reutilizándolos en la propia explotación.</p>

CONTROL DE RESIDUOS DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
	<p>El operador se acogerá a un plan de autocontrol documentado en el que se contemple la recogida de muestras especialmente en el período de recolección, para analizar la posible presencia de residuos de productos fitosanitarios y garantizar que se han utilizado exclusivamente las sustancias activas autorizadas en Producción Integrada y que se cumple con lo establecido en la legislación en relación con los límites máximos de residuos de productos fitosanitarios.</p> <p>El operador realizará un análisis multiresiduos de fitosanitarios, al menos por cada 250 has. de cultivo.</p>		

PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL

EXIGENCIAS	OBLIGATORIAS	PROHIBIDAS	RECOMENDADAS
	<p>La empresa debe cumplir con la legislación medioambiental vigente de su zona geográfica.</p> <p>Respetar la vegetación natural de lindes, riberas de arroyos, cursos de agua o zonas de desagüe, así como árboles aislados de especies distintas a las del cultivo. En el caso de que sean necesarios cortavientos, se harán con especies autóctonas, procurando mantener una diversidad de estructura y composición.</p>		<p>Repoblación de lindes con especies autóctonas para fomentar la biodiversidad del agrosistema.</p> <p>Instalación de especies no productivas para fomento de la biodiversidad y de mejora del paisaje agrario.</p>

CUADRO N° 1

NIVELES CRITICOS ORIENTATIVOS EN HOJAS DE OLIVO

ELEMENTO	Niveles nutritivos estándar sobre peso seco			
	Deficiente (MB)	Bajo (B)	Normal (N)	Alto (A)
N (%)	< 1,40	1,41 - 1,50	1,51 - 2,00	> 2,00
P (%)	< 0,05	0,06 - 0,09	0,10 - 0,30	-
K (%)	< 0,40	0,40 - 0,79	0,80 - 1,00	> 1,00
Ca (%)	< 0,30	0,30 - 1,00	> 1,00	-
Mg (%)	< 0,08	0,08 - 0,10	> 0,10	-
Mn (p.p.m.)	-	-	> 20	-
Zn (p.p.m.)	-	-	> 10	-
Cu (p.p.m.)	-	-	> 4	-
B (p.p.m.)	<14	14 -19	20 -150	-

Para el Fe no es válido el análisis foliar como método de diagnóstico.

CUADRO N° 2

HERBICIDAS PERMITIDOS EN OLIVAR

MATERIA ACTIVA	OBSERVACIONES	RESTRICCIONES
DIFLUFENICAN	En aplicaciones en preemergencia, aplicar con el suelo limpio de restos vegetales y no remover posteriormente la superficie del terreno, para asegurar su eficacia.	(1+4)
OXIFLUORFEN	Aplicar con el suelo limpio de restos vegetales y no remover posteriormente la superficie del terreno, para asegurar su eficacia.	(1+4) No aplicar: • más de dos años consecutivos en zonas con riesgo de erosión • en proximidades de cursos de agua
FLAZASULFURON	-	(1+2+3+4)
FLUROXIPIR	Eficaz únicamente contra dicotiledóneas. No emplear con temperaturas inferiores a 6°C. Prestar especial atención al gran plazo de seguridad del producto.	(1+4)
TIOCIANATO AMONICO		(1+4)
AMITROL		No tratar plantaciones de menos de 4 años.
GLUFOSINATO AMONICO		(1+4)

CUADRO Nº 2 (continuación)

HERBICIDAS PERMITIDOS EN OLIVAR

MATERIA ACTIVA	OBSERVACIONES	RESTRICCIONES
GLIFOSATO		(1+4)
MCPA	Evitar las aplicaciones sobre líneas de riego localizado.	(1+4) No aplicar en las siguientes circunstancias: <ul style="list-style-type: none"> • Desde 4-6 semanas antes de la fecha habitual de floración hasta después del cuajado • Con temperaturas elevadas • En periodos de sequía.
TRIBENURON-METIL		(1+4+5)

RESTRICCIONES:

- (1) No aplicar con fruto caído en el suelo que vaya a ser recolectado. Caso de existir fruto en el suelo deberá ser eliminado. (Restricción general para todos los herbicidas).
- (2) No aplicar la misma materia activa más de dos años consecutivos. Si el suelo es ligero no aplicarla en años consecutivos.
- (3) No aplicar en suelos arenosos.
- (4) No mojar las partes verdes del árbol. Se exceptúa la pulverización de algunas varetes de consistencia herbácea en la base de los troncos.
- (5) Solo una única aplicación por campaña.

CUADRO N° 3

ESTRATEGIA DE CONTROL INTEGRADO

El sistema de muestreo para la toma de decisiones en función de los umbrales de intervención a nivel de parcela será el siguiente:

- . Estación de control (E.C.): 1 E.C. por cada UHC no superior a 200 Has.
- . Unidad muestral primaria (U.M.P.): Arbol
- . Número de U.M.P.: 20
- . Periodicidad de las observaciones: semanalmente, y siempre, con anterioridad a cualquier intervención de tipo químico.

La estimación del riesgo y los métodos de control para cada plaga / enfermedad se detalla a continuación:

PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN			MÉTODOS DE CONTROL		
	MÉTODO VISUAL					UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS		QUÍMICOS	OTROS
	Unidad Muestral Secundaria	Variable de densidad	Escala de Valoración	OTROS MÉTODOS	Fauna Auxiliar autóctona			Suelta Fauna auxiliar			
	Elemento	Número por U.M.P.			Fauna Auxiliar autóctona	Suelta Fauna auxiliar					
Polilla del Olivo <i>Prays oleae</i> . <u>Filófaga</u>	Brote	10	% de brotes atacados con formas vivas.	0 = Brote no atacado 1 = Brote atacado	-	-	-	<i>Cryosperla carnea</i> <i>Aganiaaspis fuscicollis</i> <i>praysincola</i> <i>Angitia armillata</i> <i>Chelonus eleaphilus</i> <i>Apanteles xanthostigmus</i>	-	No tratar, excepto en plantas de menos de tres años, cuando haya daños importantes.	-
	Inflorescencia	10	% inflorescencias atacadas con formas vivas. s/una muestra de 1 inflorescencias/brote.	0 = Inflorescencia no atacada. 1 = Inflorescencia atacada.	≥ 5% inflorescencias atacadas con formas vivas + < 10 inflorescencias/brote + < 20% flores fértiles.	20% de flores abiertas.	-	<i>Pnigalio mediterraneus</i> <i>Pnigalio pectinicornis</i>	-	Bacillus thuringiensis Dimetoato Metil-clorpirifos Fosmet Etofenprox Deltametrin Alfa-cipermetrin Betaflutrin Lambda-cihalotrin Zeta-cipermetrin Restricciones piretroides (1+2 +3+4)	-
Carpófaga	Frutos	10	% frutos atacados con formas vivas. s/una muestra de 1 frutos/brote.	0 = Fruto no atacado. 1 = Fruto atacado.	> 20% de frutos atacados con puestas viables.	20% de huevos edosionados.	-	-	-	Dimetoato	-



PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO				CRITERIOS DE INTERVENCIÓN		MÉTODOS DE CONTROL		
	METODO VISUAL		OTROS MÉTODOS	UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS		QUÍMICOS	OTROS
	Unidad Muestral Secundaria	Variable de densidad				Fauna Auxiliar Autóctona	Suelta Fauna Auxiliar		
	Elemento	Escala de Valoración							
Mosca del Olivo <i>Bactrocera oleae</i>	Fruto	0 = Fruto no atacado. 1 = Fruto atacado.	3 mosqueros MacPhail cargados con fosfato biamónico al 4% por E.C 3 trampas cromotrópicas cebadas con Spiroacetato 80 mg por E.C	<p>1ª Aplicación: para aceituna de mesa: > 1 adultos/mosquero y día + > 50% de hembras fértiles</p> <p>para aceituna de almazara: > 1 adultos/mosquero y día + > 60% de hembras fértiles + aparición de primera picada.</p> <p>Siguientes aplicaciones:</p> <p>a) con captu ras en mosqueros: > 1 adulto / mosquero y día + > 60% de hembras fértiles + > 2-3% de frutos con formas vivas.</p> <p>b) sin captu ras en mosqueros: > 3 adultos / trampa y día + > 2-3% de frutos con formas vivas.</p>	ÉPOCA	Fauna Auxiliar Autóctona	Suelta Fauna Auxiliar	<p>Adulticidas en cebos:</p> <p>Dimetoato</p> <p>Fosmet</p> <p>Proteinás hidrolizadas</p> <p>Piretrina natural + rotenona</p> <p>Larvicidas:</p> <p>Dimetoato</p>	<p>Trampeo masivo con trampas tipo trip y mcphail en zonas de alta presión de mosca y con trampas tipo olipe en zonas de baja presión, con densidades en torno a las 40-50 trampas/has.</p>

PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN			MÉTODOS DE CONTROL		
	MÉTODOS VISUAL					UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS			
	Unidad Muestral Secundaria	Variable de densidad	Escala de Valoración	OTROS MÉTODOS	Fauna auxiliar autóctona			Suelta Fauna auxiliar	QUÍMICOS	OTROS	
											Elemento
Cochinilla de la Tizne <u>Saissetia oleae</u>	Brotos	10	nº de adultos vivos no parasitados en la muestra.	-	En zonas con riesgo de negligencia: ≥ 4 adultos vivos no parasitados por estación de control. En otras zonas: ≥ 20 adultos vivos no parasitados por estación de control.	Olivar de almazara: En primavera: al máximo de formas sensibles. En verano: A partir del 100% de huevos eclosionados hasta la aparición de L3. Olivar de mesa: A partir del 90% de huevos eclosionados.	Scutellista cyanea Coccifagus lycimnia Metaphycus helvolus Chilocorus bipustulatus	-	Aceite mineral de verano Fenoxicarb Fosmet Piriproxifen (5)	Reducción aborrenado nitrogenado. Poda que favorezca la aireación.	
	Brotos	10	Brotos afectados. Colocación de troncos cebo.	-	$\geq 5\%$ de brotes afectados. $\geq 5\%$ de brotes afectados.	A la salida de adultos en zonas afectadas.	Cheirapachys quadrum	-	Dimetoato	Colocación de troncos cebos, que deberán ser destruidos antes de la salida de los nuevos adultos. Retirar la leña y almacenarla adecuadamente o destruirla inmediatamente después de la poda. Triturado de restos de poda.	
Barrenillo del olivo <i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	Brotos	10	Brotos afectados. Colocación de troncos cebo.	-							
Barrenillo Negro <i>Hylesinus sp.</i>	Brotos	10	Brotos afectados. Observar entradas en ramas.								



PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO						CRITERIOS DE INTERVENCIÓN				MÉTODOS DE CONTROL		
	MÉTODO VISUAL						UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS		QUÍMICOS	OTROS	
	Unidad Muestral Secundaria	Variable de Densidad	Escaleta de Valoración	OTROS MÉTODOS	Fauna Auxiliar Autoctona	Suelta Fauna Auxiliar							
	Elemento	Número por U.M.P.			Fauna Auxiliar								
Otiorrinco Escarabajuelo picudo <i>Othiorrhynchus cribricolis</i>	Bortes	10	-	-	Trampa de adultos al pie del árbol	Plantón y olivos jóvenes: Presencia de daños recientes en brotes. Arboles adultos: Ataque fuerte de daños en yemas y brotes de la copa	Primavera: Al máximo de salida de adultos. Otoño: A la salida de adultos antes de las primeras lluvias.	-	-	-	Eliminar la hierba en los pies del olivo. Dejar las varetas en olivos afectados. Colocación de trampas para adultos al pie del árbol.		
Abichado <i>Euzophera pinguis</i>	-	-	Numero de larvas o excrementos de las mismas por árbol.	-	Trampa de luz o trampa con feromonas.	Cuando existan daños graves.	Al inicio del vuelo en primavera y otoño.	-	-	Clorpirifos (6) Fosmet (6)	Evitar las heridas provocadas por las prácticas culturales. Proteger las heridas causadas por accidentes atmosféricos y culturales.		
Glifodes Pollilla del jazmin <i>Margaritana unionalis</i>	Bortes	10	-	-	Trampa de luz o trampa con feromona.	Olivos < 4 años: Presencia de daños recientes en brotes. Arboles adultos (sólo en olivar de mesa): daños graves en yemas y brotes productivos de la copa.	Durante primavera y verano principalmente.	-	-	Dimetoato Deltametrin (1+2+3+4) Fosmet	-		

PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN			MÉTODOS DE CONTROL		
	MÉTODO VISUAL					UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS		QUÍMICOS	OTROS
	Unidad Muestral Secundaria		Variable de Densidad	Escala de Valoración	OTROS MÉTODOS			Fauna Auxiliar Autóctona	Suelta Fauna Auxiliar		
	Elemento	Número por U.M.P.									
Gusanos blancos <i>Melolontha papposa</i> <i>Ceramida cobosi</i>	-	-	-	-	-	Presencia de árboles con síntomas.	A la nascencia de las larvas en primavera.	-	-	-	No usar estercol con larvas de gusanos.
	Brotos	10	-	-	-	Plantón: Deformación de hojas y brotes.	Plantón: Máxima actividad vegetativa.	-	-	Azufre	-
Acarosis <i>Aceria oleae</i>	Frutos	10	-	-	-	Arboles adultos sólo en olivar de mesa: Deformación de frutos en campaña anterior.	Arboles adultos sólo en olivar de mesa: Floración.	-	-	-	-
	Árbol	-	-	-	-	No tratar.	-	-	-	-	Cortar y eliminar las ramas afectadas. Disminuir las heridas producidas por el vareo.
Algodoncillo <i>Euphyllura olivina</i>	Inflorescencia	10	-	-	-	No tratar	-	-	-	No tratar	-



PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN		MÉTODOS DE CONTROL			
	MÉTODO VISUAL					UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS		QUÍMICOS	OTROS
	Unidad Muestral Secundaria	Variable de Densidad	Escaleta de Valoración	OTROS MÉTODOS	Fauna Auxiliar Autóctona			Suelta Fauna Auxiliar			
	Elemento										
Zeuzera <i>Zeuzera pyrina</i>	-	-	-	Trampas de feromonas. Exuvios por pie.	Variedades sensibles (Gordal): Daños en campaña anterior.	En el período de vuelo del adulto.	-	-	-	Confusión sexual.	
Arañuelo <i>Liothrips oleae</i>	Brote	% de brotes afectados.	0 = Brote no afectado 1 = Brote afectado	Sacudidas de ramas al final del invierno, con recogida de las larvas.	> 10% de brotes afectados y en sacudidas de ramas. > de 5 insectos vivos por m ² .	Al final del invierno con T ^o > 13° C y antes de que se inicien los apareamientos.	-	<i>Anthracoris memoralis</i> . <i>Ecternus reduvinus</i>	Dimebato Fosmet Metil-Primifos	-	
Pariatoria o Cochinilla violeta <i>Pariatoria oleae</i>	-	-	-	En olivar de mesa, sintomas en fruto.	Olivar de almazara: Seca de ramas. Olivar de mesa: Presencia de frutos con manchas en la campaña anterior.	A la salida de las larvas, tanto en primavera como en verano.	-	-	Aceite de verano Fosmet	Podas que permitan buena aireación.	
Serpeta <i>Lepidosaphes ulmi</i>	Arbol	-	-	-	Seca de ramas.	A la salida de las larvas, en primavera, verano u otoño	-	<i>Aphis mytilaspidis</i>	Aceite de verano Fosmet	Podas que permitan buena aireación.	
Piojo blanco <i>Aspidiotus hederae</i>	Brotos ≤ 2 años Fruto	% de brotes afectados % de frutos afectados	0 = Brote no afectado 1 = Brote afectado 0 = Fruto no afectado 1 = Fruto afectado (con formas vivas)	- -	Olivar de almazara: 5% de frutos afectados. Olivar de mesa: > 1% de frutos afectados.	- 50% de hembras con huevos o larvas. - Máximo de formas sensibles. En primera generación (cuando se observen L1 en fruto nuevo).	-	<i>Aphis chilensis</i> <i>Aspidiotiphagus citrinus</i> <i>Chilocorus bipostulatus</i>	Fosmet	-	

PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN			MÉTODOS DE CONTROL		
	MÉTODO VISUAL					UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS		QUÍMICOS	OTROS
	Unidad Muestral Secundaria	Variable de densidad	Escala de Valoración	OTROS MÉTODOS	Fauna auxiliar autóctona			Suelta fauna auxiliar			
									Elemento		
Repilo <i>Spilocaea oleagina</i>	Hoja	% de hojas con manchas de "repilo" visible y/o latente.	0 = Hojas sin repilo. 1 = Hojas con repilo.	-	> 1% de hojas con repilo visible y/o latente.	Final de verano, antes de las primeras lluvias.	-	-	Formulados de compuestos cupricos autorizados. Captan Difenconazol Folpet Maneb Mancozeb Kresoxim-metil (7) Tebuconazol (7) Dodina Dodina + oxiclورو de cobre Propineb	Reducción del abonado nitrogenado. Podas que favorezcan la aireación.	
Repilo plomizo <i>Mycocentrospora clavosporioides</i>	-	-	-	-	> 1% de hojas con repilo visible.	Final de invierno.	-	-	Difenconazol (7) Kresoxim-metil (7) Tebuconazol		
Escudete <i>Camarsporium dalmaticum</i>	-	-	-	-	Ataques en cosecha anterior	-	-	-	Compuestos cupricos + ditio-carbamatos	Controlar la mosca del olivo.	

PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO				CRITERIOS DE INTERVENCIÓN		MÉTODOS DE CONTROL			
	MÉTODO VISUAL				UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS			
	Unidad Muestral Secundaria		Variable de Densidad	Escala de Valoración			Fauna Auxiliar Autóctona	Suelta Fauna Auxiliar	QUÍMICOS	OTROS
	Elemento	Número por U.M.P								
Acetuna jabonosa <i>Colletotrichum spp</i>	-	-	-	-	Zonas de riesgo y variedades sensibles. Tratamientos preventivos si hubiese condiciones favorables de lluvia. Si hay condiciones favorables de lluvia.	- Cuajado. - Endurecimiento del hueso.	-	-	Formulados de compuestos cupricos + ditiocarbamatos autorizados.	
Lepra <i>Phlyctema vagabunda</i>	Árbol	-	-	-	En zonas endémicas: Tratamientos preventivos si hubiese condiciones favorables.	- Cuajado. - Endurecimiento del hueso. Final del verano.	-	-	Formulados de compuestos cupricos + ditiocarbamatos autorizados.	
Podredumbres de la aceituna <i>Fusarium moniliforme</i> <i>Cladosporium herbarum,</i> <i>Geotrichum sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Evitar daños en las aceitunas y acortar el tiempo del atroja-do.

PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN			MÉTODOS DE CONTROL				
	MÉTODO VISUAL					UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS			QUÍMICOS	OTROS	
	Unidad Muestral Secundaria	Elemento	Número por U.M.P.	Variable de Densidad	Escala de Valoración			Fauna Auxiliar Autóctona	Suelta Fauna Auxiliar				
						OTROS MÉTODOS							
Verticilosis <i>Verticillium dahliae</i>	-	-	-	-	-	Presencia de pies afectados con diagnóstico.	-	-	-			Quemar las ramas y hojas afectadas. Abonado equilibrado, evitando el exceso de nitrógeno y la falta de potasio. Disminuir la dosis de riego. Poner variedades más tolerantes. Utilización de cubiertas vegetales con especies crucíferas. Solarización Biofumigación	
Tuberculosis <i>Pseudomonas savastanoi pv. savastanoi</i>	-	-	-	-	-	En plantaciones con daños y existentes ante situaciones de heladas y/o granizo o después de ellas.	-	-	-			Formulados de Compuestos cúpricos autorizados.	Eliminar los tejidos con tumores. Evitar las heridas. Desinfectar las herramientas de poda.
Negrilla <i>Capnodium sp.</i> <i>Limacium sp.</i> <i>Aureobasidium sp.</i>	-	-	-	-	-	Presencia de árboles afectados.	-	-	-			Permanganato potásico. Azufre	Controlar la cochinilla (<i>Saissetia oleae</i>). Evitar las situaciones de estrés. Favorecer la ventilación de los árboles.

PLAGA ENFERMEDAD	ESTIMACIÓN DEL RIESGO					CRITERIOS DE INTERVENCIÓN		MÉTODOS DE CONTROL		
	MÉTODO VISUAL					UMBRAL	ÉPOCA	BIOLÓGICOS		
	Unidad Muestral Secundaria	Variable de Densidad	Escala de Valoración	OTROS MÉTODOS	Fauna Auxiliar Autóctona			Suelta Fauna Auxiliar	QUÍMICOS	OTROS
						Elemento	Número por U.M.P.			
Asfixia radicular	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Limitar el riego. Favorecer el drenaje.
Nematodo de las agallas <i>Meloidogyne</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Solarización Biofumigación

Restricciones:

- (1) No utilizar a menos de 20 metros de corrientes y láminas de agua.
- (2) No más de un tratamiento al año con materias activas del grupo químico de los piretroides.
- (3) No utilizar en épocas ni en zonas de actividad de abejas.
- (4) Mantener zonas refugio para fauna auxiliar, tales como setos, lindes, riberas o zonas de cultivo sin tratar.
- (5) Sólo antes o al inicio de la floración.
- (6) Sólo a troncos y ramas principales.
- (7) Aplicar antes de floración
- (8) Sólo en las marrras.



CUADRO N° 4
INDICE DE MADUREZ

Clase	Color de la piel
0	Verde intenso.
1	Verde amarillento.
2	Verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto. Inicio de envero.
3	Rojiza o morada en más de la mitad del fruto. Final de envero.
4	Negra y pulpa blanca.
5	Negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa.
6	Negra y pulpa morada sin llegar al hueso.
7	Negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso.

$$I. M. = \frac{\sum_i N_i \cdot i}{100}$$

N_i = número de frutos de la clase i .

Sobre una muestra de 100 aceitunas.

Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA

Castro, J; García-Ortiz, A; Martínez, C.L; Mateos, L; Navarro, C; Orgaz, F; Pastor, M; Saavedra, M; Vega, V. (1996). Manejo del olivar con riego por goteo. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias (1996). Manual de prácticas y actuaciones agroambientales. Editorial Agrícola Española, S.A.

Cotteine, A. (1980). Soil and plant as a basis of fertilizer recommendations. FAO Soil Bulletin nº 38/2. Roma.

Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía (2010). Normativa.

Domínguez Vivancos, A. (1990). El abonado de los cultivos. Mundi-Prensa.

Farré Massip, J.M; Hermoso Gonzalez, J.M. (1995). Avances en el desarrollo del riego localizado en fruticultura. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Fernández Gómez, R.; Ávila Alabarces, R.; López Rodríguez, M.; Gavilán Zafra, P.; Oyornarte Gutiérrez, N.A. (1999). Fundamentos del Riego. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Fernández Gómez, R.; Yruela Morillo, M.C.; Milla Milla, M.; García Bernal, J.P.; Ávila Alabarces, R.; Gavilán Zafra, P.; Oyornarte Gutiérrez, N.A. (1999). Riego Localizado. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Fuentes Yagüe, J.L. (1994). El suelo y los fertilizantes. Ed. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Mundi-Prensa.

Fuentes Yagüe, J.L. (1996). Técnicas de riego. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

Guerrero García, A. (1997). Nueva olivicultura. Mundi-Prensa

Errando Mariscal, N; Cano Arribas, A; Mestre Froisad, M. (2003). Apuntes curso: Seguridad agroalimentaria; producción integrada y ecológica. AIDEM.

Martín Rodríguez, A.; Ávila Alabarces, R.; Yruela Morillo, M.C.; Plaza Zarza, R.; Navas Quesada, A.; Fernández Gómez, R.; (2003). Manual de Riego de Jardines. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Molina, J.L.; Cano, J.; García, F.; Jiménez, B.; López, F.; del Olmo, L.A.; Ruíz, F. (1998). Suelo y nutrición del olivar. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca.

Parra, M.A.; Fernández-Escobar, R.; Navarro, C.; Arquero, O. (2003). Los suelos y la fertilización del olivar cultivado en zonas calcáreas. Ediciones Mundi-Prensa.

Pastor, M; Castro, J; Humanes, M.D. (1996) Criterios para la elección de sistemas de cultivo en olivar. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Pastor, M; Castro, J; Humanes, M.D; Saavedra, M. (1997). La erosión y el olivar. Cultivo con cubierta vegetal. Junta de Andalucía. Consejería y Pesca.

Pastor, M; Nieto, J; Jiménez, S; Hidalgo, J; Fernández, T; Soto Gonzalo, A. (1997) Criterios para la fertilización del olivar. El caso Práctico de La Loma. Caja Rural Jaen.

Varios autores. (1996). El cultivo del olivo. Barranco, D. Fernández-Escobar, R. Rallo, L. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Mundi-Prensa.

Varios autores. (1996). Enciclopedia mundial del olivo. Comité Oleícola Internacional.

