



Manual de manejo de Huerto de olivo

Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / N° 381

ISSN 0717 - 4829



INDAP
Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile

Coordinadores responsables:

Marcelo Zolezzi V., Ing. Agrónomo. M. Sc.

Coordinador del Programa Nacional de Transferencia Tecnológica y Extensión

Patricio Abarca R., Ing. Agrónomo. M. Sc.

Encargado regional convenio INIA – INDAP, Región de O’Higgins

Editores:

Carlos Quiroz E.

Ing. Agrónomo, M. Sc. Ph. D. / INIA Intihuasi

Érica González V.

Téc. Biblioteca / INIA Intihuasi

Autores:

Francisco Tapia C.

Ing. Agrónomo, M. Sc. / INIA Intihuasi

Jorge Riquelme S.

Ing. Agrónomo, Mg. Dr. / INIA Raihuén

Claudio Salas F.

Ing. Agrónomo, Dr. / INIA Intihuasi

Carlos Sierra B.

Ing. Agrónomo, M. Sc.

Fernando Riveros B.

Ing. Agrónomo, M. Sc.

Alfonso Osorio U.

Ing. Agrónomo, M. Sc.

Patricio Abarca R.

Ing. Agrónomo. M. Sc. / INIA Rayentué

Carlos Quiroz E.

Ing. Agrónomo, M. Sc. Ph. D. / INIA Intihuasi

Corrección de textos:

Andrea Romero G. Periodista

Encargada de Comunicaciones INIA Dirección Nacional

Diseño y diagramación:

Carola Esquivel

Ricardo Del Río

Boletín INIA Nº 381

ISSN 0717 - 4829

Este documento fue desarrollado en el marco del convenio de colaboración y transferencia entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), para la ejecución de un programa de apoyo y fortalecimiento de técnicos expertos, recopilando información, antecedentes técnicos y económicos del manejo del huerto de olivos.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

©2017. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Fidel Oteiza 1956, Piso 11, Providencia, Santiago. Teléfono: +56-2 25771000

Santiago, Chile, 2017.



Manual de manejo de huerto de olivo

Boletín INIA
INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



ÍNDICE

PRÓLOGO	9
CAPÍTULO 1.	
ANTECEDENTES GENERALES DEL RUBRO	11
CAPÍTULO 2.	
VARIEDADES DE INTERÉS PRODUCTIVO	15
2.1. Sevillana	17
2.1.1. Difusión y distribución geográfica	18
2.1.2. Características agronómicas y comerciales	18
2.2. Arbequina	21
2.2.1. Difusión y distribución geográfica	21
2.2.2. Características agronómicas y comerciales	21
2.3. Frantoio	23
2.3.1. Difusión y distribución geográfica	23
2.3.2. Características agronómicas y comerciales	24
CAPÍTULO 3.	
SUELO Y FERTILIZACIÓN	27
3.1. Requerimiento de suelo	30
3.2. Enmiendas como mejoradores de suelo	32
3.2.1. Estiércol de cabra	32
3.2.2. Estiércol o guano de vacuno, caballo y ovino	33
3.2.3. Guano de pollo y de pavo	33
3.2.4. Orujo y escobajo de uva	34
3.2.5. Alperujo	34
3.2.6. Sarmiento repicado	35
3.2.7. Residuos de cosechas	36
3.2.8. Abonos verdes	36
3.2.9. Materia orgánica compostada	37
3.3. Uso de la materia orgánica en suelos	37
3.3.1. Factores presentes en el suelo que intervienen en la productividad del olivo	37
3.3.1.1. Nemátodos	37
3.3.1.2. Compactación del suelo	38
3.4. Recomendaciones de uso de materia orgánica	38

3.5. Fertilización del olivar.....	39
3.5.1. Fertilización según el método del balance nutricional	39
3.5.2. Residencia y disponibilidad de nutrientes en el suelo bajo condiciones de fertirrigación	40
3.5.3. Cómo determinar la fertilización nitrogenada	41
3.5.4. Recomendación general de fertilización en huertos con riego por surco	43
3.5.4.1. Época de aplicación	43
3.5.5. Recomendación de fertilización para huertos con riego por goteo....	44
3.5.5.1. Época de aplicación	44
3.5.5.2. Fuentes fertilizantes más recomendadas	45
3.5.6. Fertilizantes para riego gravitacional	45
3.5.7. Fertilizantes para fertirrigación	47
3.5.8. Fertilización con micronutrientes	48
3.5.8.1. Zinc	48
3.5.8.2. Hierro	48
3.5.8.3. Boro.....	49
3.5.8.4. Cobre	49
3.5.8.5. Manganeseo.....	49
3.5.9. Factores de suelo que afectan disponibilidad de macronutrientes	49
3.5.10. Fertilización foliar.....	50

CAPÍTULO 4.

RIEGO DEL OLIVO	53
4.1. Relación suelo-agua-planta	55
4.2. Volumen de agua aplicada	57
4.3. Métodos de riego.....	60
4.4. Programación de riego	61
4.4.1. Evapotranspiración del cultivo (ETc)	61
4.4.2. Determinación de la demanda de riego diario	63
4.4.3. Cálculo de la superficie a regar	63
4.4.4. Determinación de tiempo de riego	64
4.5. Mantenimiento de equipos de riego	65
4.5.1. Inspección visual del sistema de riego	65
4.5.2. Cabezal de filtraje	65
4.5.3. Terminales de porta laterales y laterales	66

4.5.4. Taponamiento de goteros.....	67
4.5.4.1. Observaciones de campo	67
4.5.4.2. Aforo de goteros	67
4.5.5. Limpieza de filtros y tuberías	68
4.5.6. Embalses	68

CAPÍTULO 5.

PODA	71
5.1. Poda de formación	74
5.2. Poda de producción	75
5.3. Poda de rejuvenecimiento.....	76
5.3.1. Poda progresiva	77
5.3.2. Poda en cabeza o afrailado	78

CAPÍTULO 6.

SANIDAD	81
6.1. Plagas.....	83
6.1.1. Conchuela negra del olivo (<i>Saissetia oleae</i>).....	83
6.1.2. Conchuela hemisférica (<i>Saissetia coffeae</i>)	86
6.1.3. Escama blanca de la hiedra (<i>Aspidiotus nerii</i>).....	88
6.1.4. Mosquita blanca del fresno (<i>Siphoninus phyllireae</i>)	90
6.2. Enfermedades.....	92
6.2.1. Verticilosis o peste rayo (<i>Verticillium dahliae</i>).....	92
6.2.2. Repilo, mancha ocular del olivo u ojo de pavo (<i>Spilocaea oleagina</i>) (<i>Cycloconium oleaginum</i>).....	97
6.2.3. Emplomado o repilo plomizo (<i>Mycrocentrospora cladosporioides</i>)	100

CAPÍTULO 7.

PROGRAMA DE MANEJO DEL CULTIVO	103
---	------------

CAPÍTULO 8.

INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS PARA

OLIVOS.....	107
8.1. Introducción.....	109
8.2. Aplicación de plaguicidas en olivos	109
8.2.1. Condiciones atmosféricas	110

8.2.2. Oportunidad de aplicación.....	110
8.2.3. Tipo de plaguicida y dosificación.....	110
8.2.4. Condición del cultivo y diseño del huerto.....	111
8.3. Inspección y regulación de pulverizadores agrícolas.....	114
8.3.1. Inspección de pulverizadores.....	115
8.3.2. Mejoramiento de la eficacia de la pulverización a través de la inspección.....	115
8.3.3. Disminución de la contaminación ambiental a través de la inspección.....	116
8.3.4. Disminuir riesgo de accidentes del operador a través de la inspección.....	116
8.3.5. Regulación de pulverizadores.....	117
8.3.5.1. Regulación del pulverizador hidráulico de pitón.....	118
8.3.6. Comprobación de la calidad de aplicación.....	120
Conclusión.....	121

PRÓLOGO

Este documento se desarrolla en el marco del convenio de colaboración y transferencia de recursos entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), para la ejecución de un programa de apoyo y fortalecimiento de técnicos expertos, recopilando información, antecedentes técnicos y económicos del manejo de huertos de olivo.

Este manual tiene la misión de entregar a los extensionistas y agricultores, información útil en base a conceptos, experiencias y sugerencias prácticas que sirvan para el buen manejo en el cultivo del olivo, especialmente en huertos de pequeños y medianos agricultores que buscan el equilibrio económico y productivo. En ningún caso se pretende imponer una técnica o un concepto de manejo, más bien, una guía que permita a técnicos y agricultores, elaborar propuestas conjuntas que se ajusten a la realidad predial, con una visión rentable y sustentable, tanto económica como ambientalmente.

Este documento está compuesto por varios capítulos, conforme a los manejos más relevantes e importantes del proceso productivo de este cultivo, esperando que sea de utilidad como manual práctico, medio de información y documento de consulta, para enfrentar las diferentes temáticas del olivo.

CAPÍTULO 1.

ANTECEDENTES GENERALES DEL RUBRO

Francisco Tapia C.
Ing. Agrónomo, M. Sc.
INIA Intihuasi

La historia olivícola chilena se inicia a mediados del siglo XVI, período en que junto a la llegada de los conquistadores españoles se produce la introducción de las primeras especies de olivo cultivadas, estableciéndose en los valles de Azapa y Huasco.

Dada la gran adaptabilidad de esta especie a condiciones limitantes de suelo y abastecimiento hídrico, se difunde principalmente hacia zonas de oasis y sectores bajos de la zona de los valles transversales y en el secano interior de la zona central de Chile, donde la altas temperaturas estivales permiten lograr una interesante producción de olivas, las que inicialmente se orientaron hacia la producción de mesa. Actualmente, con el desarrollo de modernas tecnologías de cultivo e industriales, se ha introducido variedades de alto rendimiento de aceite.

El olivo pasó de ser un cultivo de zonas marginales a una especie cultivada bajo las más modernas tecnologías agrícolas, incorporándose a la agricultura que utiliza sistemas de riego localizado. El conocimiento adquirido mediante investigaciones sobre el comportamiento del cultivo en Chile, ha permitido validar y desarrollar nuevos métodos de manejo de cultivo, lo cual conlleva una reducción del impacto de la alternancia productiva, característica de la especie, potenciando la calidad de sus productos (aceitunas de mesa y aceite de oliva). Por otra parte, la creciente demanda mundial por consumir alimentos saludables y de buen aporte funcional, ha generado gran interés por el cultivo de esta especie, incrementándose en más de 700% la superficie cultivada en los últimos 20 años, según se indica en la Figura 1.1. Sin embargo este aumento se ha generado en base al cultivo de variedades aceiteras, llevado principalmente por grandes empresas, donde la producción aceitera ocupa más del 88% de esta superficie, quedando el 1,1% con variedades de mesa -principalmente la variedad Sevillana-, que corresponde a la primera variedad cultivada en Chile, destinada a mesa. Recientemente se ha visto que como productora de aceite posee altos contenidos de compuestos antioxidantes y aromas de frutados intensos, que va de la mano con las características que hoy demanda el consumo mundial.

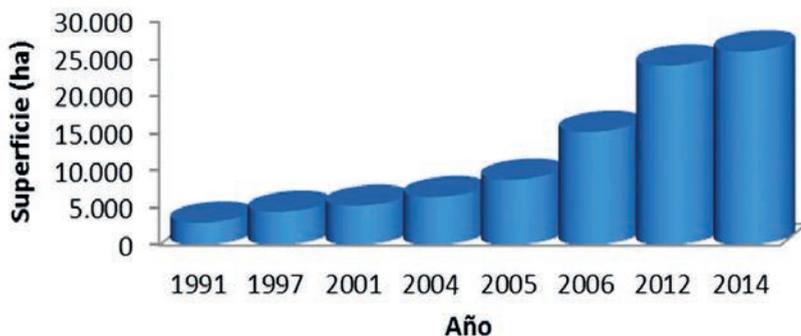


Figura 1.1. Evolución de la superficie cultivada con olivo en Chile.

La producción de variedades de mesa está en manos de pequeños y medianos productores, en su mayoría beneficiarios directos de programas estatales liderados por el Ministerio de Agricultura. Este documento pretende aportar información de manejo del cultivo actualizada en función de los puntos críticos productivos detectados en las diferentes zonas productivas de Chile.

CAPÍTULO 2. VARIEDADES DE INTERÉS PRODUCTIVO

Francisco Tapia C.
Ing. Agrónomo, M. Sc.
INIA Intihuasi

En el mundo existen más de 2.000 variedades de olivo cultivadas, de orígenes diversos, donde más del 98% corresponde a aquellas provenientes de los márgenes del Mediterráneo, siendo la mayoría destinada a la elaboración de aceite de oliva.

En Chile existe una variedad que se desarrolló a partir de material traído por los españoles hace más de 400 años, la cual ha tenido una excelente adaptación a las condiciones agroclimáticas presentes desde la zona norte a la zona central de Chile. A medida que el cultivo se convirtió en una actividad productiva de relevancia económica, se introducen a fines del siglo XX, las principales variedades de interés comercial utilizadas hoy en el mundo, destinadas principalmente a la extracción de aceite de oliva. Éstas corresponden a las variedades Arbequina, Picual, Frantoio y Leccino.

2.1. Sevillana

Corresponde a la principal variedad destinada a la producción de mesa, preferida por pequeños productores debido a su gran rusticidad y tolerancia a extensos ciclos de sequía.

Diversos estudios definen a esta variedad como originaria del norte chileno, desde donde se ha difundido hacia países vecinos como Perú y Argentina, conocida allí como Arauco. También su fama ha cruzado continentes encontrándose cultivada en Australia y California.



Figura 2.1. Olivas variedad Sevillana (Azapa).

2.1.1. Difusión y distribución geográfica

Esta variedad es de amplia difusión, encontrándose desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región del Biobío. Sin embargo, la mayor superficie de cultivo se concentra en las regiones de Arica y Parinacota y, Atacama. Es importante también en pequeños sectores productivos de las regiones de Coquimbo, Valparaíso (San Felipe), Metropolitana (Tiltil) y secano interior de las regiones de O'Higgins a Biobío.

La amplia distribución obedece a su gran adaptabilidad a suelos marginales y escasa disponibilidad hídrica, no obstante, lo que favorece el desarrollo de sus frutos son las elevadas temperaturas y prolongada estación cálida, lo que permite obtener un fruto atractivo al paladar al ser elaborado como aceituna de mesa. En la medida que los veranos son más cortos, la madurez de sus frutos no alcanza a tomar la coloración negra típica, como la que ocurre en las regiones del norte de Chile.

Actualmente se ha determinado que su aceite posee características apetecidas por consumidores como su aroma, sabor y elevado contenido de componentes funcionales, lo que permite mediante la realización de mezclas de aceites (blend), mejorar aquellos de menores atributos sensoriales y funcionales.

2.1.2. Características agronómicas y comerciales

Variedad muy rústica, tolerante a la sequía y a la salinidad. En suelos marginales expresa gran parte de su potencial productivo. Es susceptible al viento. Su capacidad de enraizamiento mediante estaquillado semileñoso, es media. La entrada en producción es precoz. Su polinización se ve mejorada con las variedades Liguria y Empeltre como polinizantes. La época de floración, en comparación con otras variedades, es temprana y prolongada, dependiendo de las temperaturas de primavera. Abundante floración y producción de polen. La maduración de sus frutos es tardía.

Se considera susceptible a verticilosis, repilo y emplomado. Los árboles injertados, tarde o temprano se ven afectados por un problema de virus, enfermedad conocida como "vericosis", la cual lentamente va reduciendo la productividad. Es por esta razón que hoy no se utilizan plantas injertadas en nuevas plantaciones.

La productividad es de media a alta (5 a 8 t/h). Añerismo moderado. La relación pulpa/hueso es de 9/6, es decir, la proporción de pulpa es elevada. El destino de la producción es fundamentalmente para mesa, como verde estilo sevillano,

negra oxidada y negras naturales. La separación de la pulpa del hueso resulta difícil por lo que presenta problemas de deshuesado.



Figura 2.2. Características morfológicas del fruto de la variedad Sevillana.

El alto rendimiento de pulpa y su coloración negra son atributos altamente apetecidos por los consumidores, sin embargo, en zonas donde ésta no alcanza a madurar en coloración negra, es posible elaborarlas como negras oxidadas o con una cosecha temprana, como Verdes estilo Sevillana. Ambas preparaciones son igualmente apreciadas.

Todas las variedades de olivo son potencialmente productoras de aceite, las que comercialmente se han definido por el rendimiento graso que cada una de ellas posee. Para esta variedad, el rendimiento graso es bajo (menos del 7% base húmedo). Sin embargo, las características químicas y sensoriales son sobresalientes, presentando niveles de polifenoles totales entre 400 y 700 mg/kg de aceite, valor considerado alto para la especie, lo cual se refleja en aromas y sabores intensos. El contenido de antioxidantes se puede potenciar cuando la variedad se cultiva en condiciones de estrés. Junto a ello, el aporte en compuestos aromáticos que posee esta variedad la hacen de un atractivo muy particular para la elaboración de blends de aceites, siendo una importante donante para enriquecer variedades de menor intensidad como Arbequina, con la cual se podría llegar a una importante asociación, debido a que esta última es

la variedad que posee los mayores rendimientos en aceite, por lo cual durante el último tiempo ha sido la variedad más plantada.

En la Figura 2.3, se presenta el perfil sensorial de la variedad sevillana, destacando los altos valores en sensaciones de frutado y frescor del aceite.

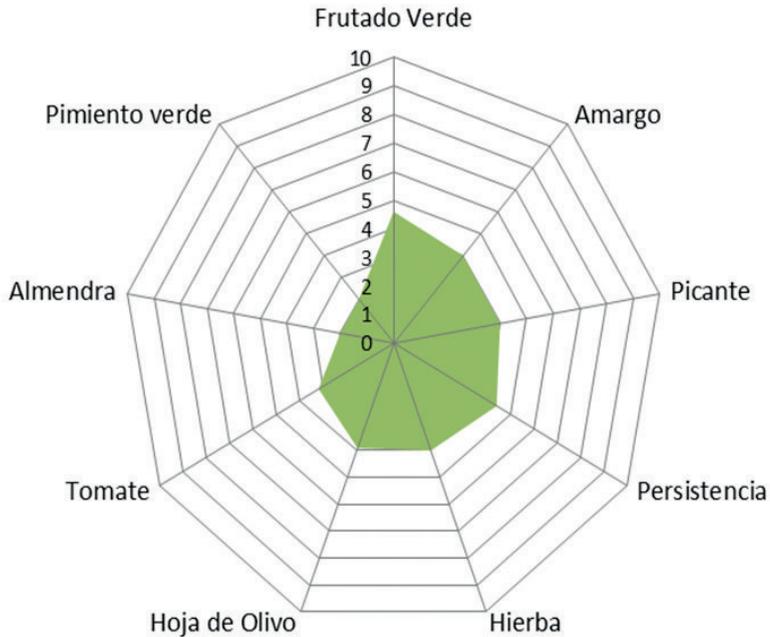


Figura 2.3. Perfil sensorial típico de la variedad Sevillana.

Las sensaciones más destacables corresponden a los niveles de picor y amargor, los cuales representan los niveles de componentes funcionales como hidroxitirosol y oleocantal principalmente. Estas sensaciones interactúan con los aromas de frutas y hortalizas, que le confieren sensaciones de un producto fresco.

2.2. Arbequina

Es una variedad de alto rendimiento tanto en kilos de fruta como en rendimiento graso, lo que la ha hecho muy popular entre los productores. Se adapta particularmente bien a condiciones de pequeños productores por su precocidad y facilidad de cosecha. Destinada exclusivamente a la extracción de aceite, aunque a partir de su fruto se pueden desarrollar diversas opciones, como por ejemplo, aceitunas deshidratadas en rama, que podrían tener un excelente impacto como producto funcional.

2.2.1. Difusión y distribución geográfica

Es una variedad proveniente de España, específicamente de la comunidad catalana, desde donde se ha difundido al resto del mundo por ser además, una variedad especial para ser cultivada en alta densidad, con mecanización integral en cosecha.

Se estima que en Chile, ocupa el 70% de la superficie con nuevas plantaciones realizadas en los últimos 15 años, distribuida desde el valle de Azapa hasta la Región del Biobío, concentrada entre las regiones de Coquimbo y El Maule.

2.2.2. Características agronómicas y comerciales

Es una variedad que ha mostrado tener gran adaptación a diferentes condiciones climáticas y de suelo, a excepción de zonas húmedas, suelos anegados y heladas tempranas (abril). La producción es precoz con rendimientos que alcanzan hasta 22 toneladas por hectárea. Es una de las variedades con menor añerismo. El crecimiento es compacto, con ramillas que no crecen más de 8 cm por temporada, muy compactas lo que da la posibilidad de tener yemas axilares cada 0,6 cm, desde donde se originan las yemas florales.

Es un árbol pequeño, ideal para suelos delgados. Su tamaño favorece la cosecha manual y también mecanizada. La entrada en producción es precoz, prácticamente al segundo año de plantación se obtienen las primeras cosechas, las que pueden alcanzar 800 kg/ha y, que al 4^{to}-5^{to} año alcanzan los máximos rendimientos con una alternancia de 0,37; que es la menor presentada en las variedades de olivo, entendiéndose que una alta alternancia alcanza valores de 1 y una baja alternancia cercana a 0. De floración precoz, la cosecha se puede realizar desde inicios de madurez hasta fruto totalmente negro, aunque en nuestras condiciones la coloración negra del fruto ocurre en casos excepcionales, como en huertos sometidos a alto grado de estrés. El rendimiento graso total (kg aceite por unidad de superficie) no se afecta mayormente. La variedad es

muy susceptible a repilo, por lo que se recomienda su cultivo en zonas con baja influencia de neblinas.

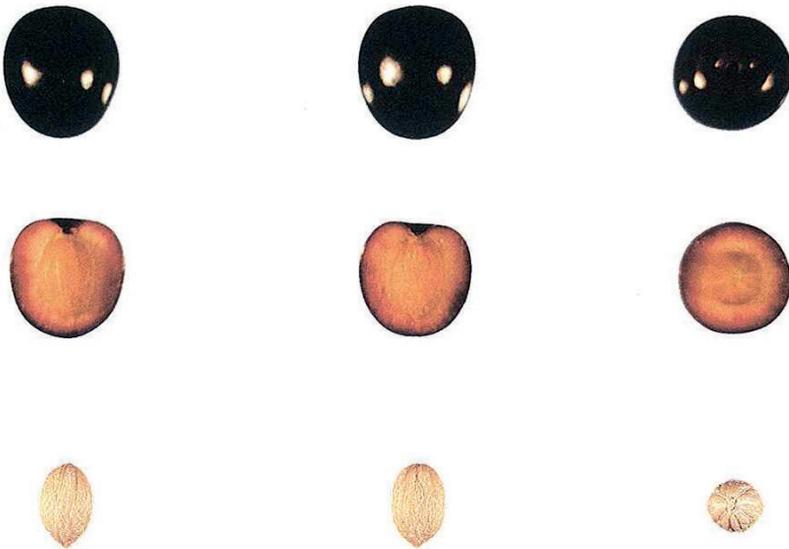


Figura 2.4. Características morfológicas del fruto de la variedad Arbequina.

La cosecha del fruto va desde fines de abril hasta junio, recomendándose no pasar a meses siguientes debido a que ello incrementa el efecto de añerismo y también incrementa el riesgo de daño por heladas.

El fruto tiene un peso de 2 a 5 g y el rendimiento graso varía entre 16 a 24%, siendo mayor en plantas sometidas a estrés hídrico. Las características de sus aceites corresponden a un producto suave, equilibrado, importante en aporte de ácidos grasos mono y poliinsaturados. El contenido de polifenoles totales varía entre 80 y 200 mg/kg de aceite. La intensidad sensorial se puede incrementar mediante manejos en los puntos de cosecha, teniendo características de mayor intensidad cuando el fruto es cosechado en estados incipientes de madurez.

En la Figura 2.5, se presenta el perfil sensorial del aceite obtenido de la variedad Arbequina en estado de madurez de pinta (3-4 índice de Ferreira).

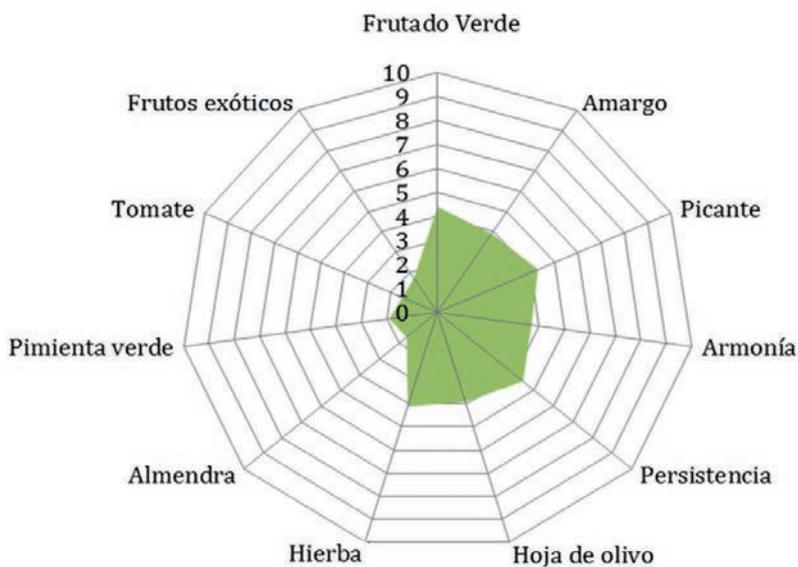


Figura 2.5. Perfil sensorial típico del aceite de la variedad Arbequina.

El aceite varietal Arbequina corresponde a un producto de bajas sensaciones de frutado, de gusto equilibrado en picor, amargor y dulzor, definido como un producto suave. Estas características lo hacen ideal para introducirlo en mercados donde el consumo de aceites aromáticos es inexistente. Sin embargo, tanto por adelantar la cosecha o realizar blends con variedades más intensas, se puede modificar su intensidad sensorial.

La variedad Arbequina logra una buena complementación con aceites de la variedad Sevillana, permitiendo un “blend” de gran aceptación por consumidores expertos.

2.3. Frantoio

Varietal aceitera de origen italiano, traída a Chile para potenciar la intensidad de los aceites.

2.3.1. Difusión y distribución geográfica

Esta variedad es de amplia difusión en Italia, caracterizada por la gran intensidad que logran sus aceites, propio de la cultura italiana y que se ha difundido hacia

el resto del mundo. En Chile ha sido introducida para mejorar los aceites provenientes de variedades españolas, aunque es posible encontrar varietales destinados a nichos específicos como son los descendientes de inmigrantes italianos.

En Chile se encuentra distribuida desde las regiones de Atacama hasta El Maule.

2.3.2. Características agronómicas y comerciales

Esta variedad presenta un árbol grande, de crecimiento vigoroso y lenta entrada en producción, pero capaz de alcanzar elevadas producciones, siendo una de las variedades con mayor producción acumulada en el tiempo.

El añerismo es intermedio entre las dos variedades descritas en este manual. La floración es precoz y concentrada en un corto período. Debido a su gran vigor, la copa del árbol puede limitar el ingreso de luz y ventilación interior, afectando la productividad. Requiere de suelos de mayor profundidad al indicado para las anteriores variedades. Debido a su tamaño, la densidad de plantación es menor, siendo menor a la variedad Sevillana.

El fruto es de tamaño medio, sin embargo, no es atractivo para la elaboración de aceituna de mesa. En la Figura 2.6, se muestra la forma del fruto y las características diferenciadoras que se pueden encontrar en el hueso.

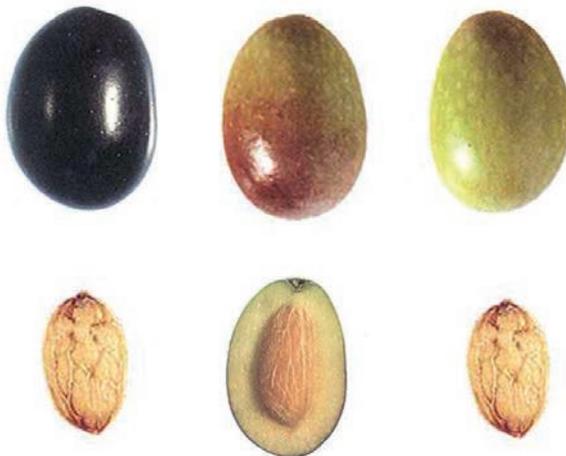


Figura 2.6. Características morfológicas del fruto de la variedad Frantoio.

La cosecha de la fruta es posible realizarla desde inicios de pinta hasta fruto totalmente maduro, donde el momento de la cosecha definirá el grado de intensidad que presentará el aceite en función de la genética de la variedad. El rendimiento graso obtenido de esta variedad varía entre 15 y 19% en función a materia húmeda. La composición de elementos antioxidantes, determinados por la presencia de polifenoles totales varía entre 280 y 390 mg/kg de aceite. Las características aromáticas predominantes de esta variedad son de un frutado medio a intenso. En la Figura 2.7, se presenta el perfil sensorial de esta variedad, definido en estado de madurez de pinta.

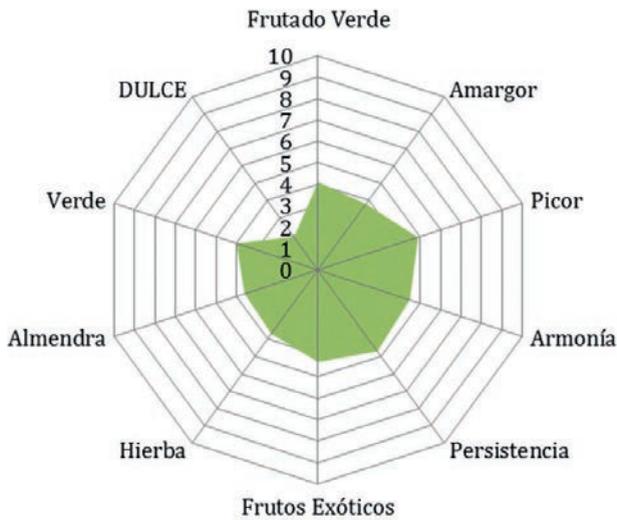


Figura 2.7. Perfil sensorial típico del aceite de la variedad Frantoio.

El perfil sensorial indica que el aceite de oliva de esta variedad presenta gran armonía entre las características relacionadas con un fruto tierno, el que es marcado por sensaciones de picor y amargor moderado y aromas a hierba fresca. Éstos son los patrones sensoriales que se busca tener en los aceites, donde la variedad Sevillana posee un gran equilibrio entre ellos, lo que la hace atractiva para la producción de aceites de oliva.

CAPÍTULO 3. SUELO Y FERTILIZACIÓN

Carlos Sierra B.
Ing. Agrónomo, M. Sc.

La fertilización está orientada a suplir las necesidades del olivo no satisfechas por la condición natural del suelo, razón por la cual se deben adicionar estos nutrientes por medio de fertilizantes.

Para conocer el estado nutricional del olivo es necesario realizar un análisis de tejido, el que se efectúa en verano. Sus resultados se deben comparar con patrones establecidos que indican el nivel óptimo de cada uno de los nutrientes requeridos por el olivo, tal como se indica en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Niveles críticos de nutrientes en hojas de olivo definido para tres estados nutricionales.

Exlemento	Unidad	Deficiente	Adecuado	Tóxico
Nitrógeno (N)	%	< 1,5	1,5 - 20	
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)		ppm		> 20
Zinc (Zn)			> 10	
Cobre (Cu)			> 4	
Boro (B)	14		19 - 150	185
Sodio (Na)	%			> 0,2
Cloro (Cl)				> 0,5

El estado nutricional adecuado del olivo, medido en tejido foliar, permitirá que simultáneamente se realice el crecimiento de la ramilla y el desarrollo de ésta, tal como se indica en la Figura 3.1.



Figura 3.1. Estado óptimo de crecimiento y desarrollo de una ramilla productiva de olivo en equilibrio nutricional.

Considerando estos valores es que se debe contemplar un plan de fertilización, el cual debe complementarse con un análisis de las condiciones de suelo y estado sanitario de raíces.

3.1. Requerimiento de suelo

Aunque el olivo puede desarrollarse en suelos marginales, su productividad se ve disminuida cuando es cultivado en esas condiciones. De aquí que los requerimientos de suelo son similares al resto de los frutales en lo que se refiere a la parte física, es decir, profundidad, textura y aireación fundamentalmente.

Se definen como adecuados aquellos suelos de profundidad efectiva superior a 0,8 m, donde el crecimiento de raíces no sea impedido por algún tertel o napa freática. El crecimiento de las raíces, que permanentemente están absorbiendo agua, nutrientes del suelo y los añadidos mediante la fertilización, se encuentra en un área que va desde los primeros centímetros del suelo hasta los 40 cm de profundidad, por ende, es en esta zona donde se deben hacer los mayores esfuerzos para mejorar el crecimiento de raíces, de manera que ellas dispongan de aire, humedad, nutrientes y sanidad adecuados.

Los suelos delgados, cuya profundidad es inferior a la descrita, se pueden mejorar construyendo camellones o alomados. Esto consiste en acumular suelos de las entre hileras en el sentido de la plantación; dejando mesas de alturas de 0,3 a 0,4 m, y anchos de corona de por lo menos 1 m. Sólo es recomendable esta labor si el suelo es delgado con una estrata impermeable al crecimiento de raíces e infiltración del agua.

El nivel freático debe estar a una profundidad de 3 o más metros, de modo que no haya efecto de ascensión capilar del agua desde la napa y no se malogre el ambiente de buena aireación para las raíces del olivo, el cual es muy sensible a asfixia radicular que generalmente ocurre en presencia de suelos anegados o suelos compactados. Los suelos mullidos, de texturas franco a franco arenosas y con un contenido de materia orgánica superior al 2%, son los que representan una máxima potencialidad productiva de la especie.

En el Cuadro 3.2, se presentan las características físicas y químicas más relevantes para el desarrollo del cultivo del olivo.

Cuadro 3.2. Características físicas y químicas existentes en suelo agrícola en el olivo, en función de las necesidades del olivo.

Efecto sobre el cultivo	Profundidad (cm)		Porosidad (%)		Conductividad eléctrica (ds/m)			Materia Orgánica (%)		Reacción pH		
	40	>80	<20%	>20%	<1	1 a 4	>4	<2	>2	<6	6,5 a 8,0	>8,5
	menor desarrollo	ideal	asfixia de raíces	ideal	sellamiento de suelo	ideal	estrés salino en aumento	menor retención de humedad	ideal	toxicidad por metales	ideal	inmovilización de nutrientes

Respecto de suelos con problemas de salinidad, el olivo es una de las especies de mayor tolerancia y, en este sentido, es posible realizar plantaciones en sectores salinos en los que otros frutales ni siquiera sobrevivirían. En este caso, la producción se ve disminuida, pero incrementa el contenido de compuestos funcionales como son los antioxidantes naturales que posee el aceite de oliva.

El olivo crece bien en suelos de reacción que van de moderadamente ácidos a moderadamente alcalinos (pH entre 5,5 y 8,5). Dentro de este rango, son preferibles aquellos suelos de pH inferior a 7,5, ya que con pH superior es difícil para la planta absorber principalmente los micronutrientes, lo que obliga a suplementar con fertilizantes de alto costo.

Existe una relación directa de las precipitaciones y la evapotranspiración con la salinidad de los suelos, siendo los suelos más salinos aquellos de climas secos y de alta evapotranspiración. También existen otros factores que incrementan

los contenidos salinos de los suelos como son el riego con aguas de elevado contenido salino, aporte capilar de napas freáticas a la superficie del suelo y problemas de drenaje, entre otros.

Respecto de la calidad del agua, ésta debe cumplir las mismas exigencias que las definidas para el suelo, pues los elementos químicos que acarrea el agua son finalmente acumulados en el suelo, pudiendo con ello incrementar la salinidad de la zona de raíces.

Cuando se dispone de una fuente de agua cuya calidad química merezca dudas, es recomendable realizar un análisis químico antes de usarla como agua de riego.

3.2. Enmiendas como mejoradores de suelo

Cuando los suelos utilizados para el cultivo de olivos no cumplen con el perfil recomendado para la especie, es necesario realizar mejoras. Tal como se vio en relación a la profundidad del suelo mediante la realización de camellones, también es posible mejorarlos mediante la incorporación de elementos que cambien la estructura física y química (enmiendas), según las necesidades definidas para el olivo.

Las enmiendas orgánicas presentan una serie de beneficios agronómicos para los suelos; como mantener bajas poblaciones de nemátodos, mejorar porosidad del suelo, incrementar retención de humedad aprovechable y aportar nutrientes. Todos estos factores promueven un mejor arraigamiento de las plantas, lo que determina una productividad más estable de los huertos en el tiempo.

Existen múltiples fuentes de materia orgánica, como son los estiércoles o guanos compostados, residuos de cosechas y abonos verdes.

A continuación se analizan algunas de estas enmiendas.

3.2.1. Estiércol de cabra

Es un material rico en sales y relativamente pobre en nutrientes minerales como nitrógeno y fósforo. Generalmente contiene cantidades altas de sodio, elemento que incrementa el pH del suelo, lo cual no es recomendable porque afecta la disponibilidad de fósforo y micronutrientes. Los guanos más salinos son aquellos provenientes de la zona más cercana a la costa. La calidad del guano está afectada por la alimentación que recibe el animal. Caprinos alimentados

exclusivamente con alfalfa producirán un estiércol de mejor calidad, mientras que cabras manejadas con pastos naturales como atriplex producirán un estiércol de peor condición.

Idealmente se debe compostar durante 4 a 5 meses antes de aplicarlo. Además, se recomienda lavarlo previamente para extraer las sales solubles que contiene. De acuerdo a la normativa de buenas prácticas agrícolas (BPA) no se debe aplicar sin compostar y menos sin incorporar.

La aplicación de guano de cabra debe ser considerada como un aporte de fibra y no como fertilizante, puesto que el contenido de nitrógeno y fósforo son despreciables en relación a las necesidades del cultivo. El aporte de nitrógeno no es mayor de **1,6% de nitrógeno total** y de unos 100 mg/kg de N disponible. Un guano de **pavo o cerdo** puede contener **5 a 6% de nitrógeno** total.

3.2.2. Estiércol o guano de vacuno, caballo y ovino

Son similares a los de caprino, es decir, aportan más fibra que nutrientes minerales, lo que es muy positivo para mejorar las condiciones físicas del suelo. Su contenido de nutrientes minerales, en general, es más alto que el del guano de cabra. Se caracterizan porque contienen menos sales solubles que el guano de cabra. De contenido intermedio de nitrógeno total entre el estiércol de cabra y pavo. Al igual que con todos los guanos, es un imperativo efectuar su compostaje previo a la aplicación.

3.2.3. Guano de pollo y de pavo

A diferencia de los estiércoles de animales mayores, contienen más nutrientes minerales, especialmente nitrógeno, cuyo contenido es aproximadamente el doble. Su contenido salino generalmente es inferior al del estiércol de cabra, pero puede ser alto en ciertos casos cuando son alimentados con harina de pescado y, generalmente mayor que el guano de vacuno, ovino y equino. Sin embargo, esta salinidad está determinada por sales nutrientes. Presenta altos contenidos de nitrógeno total y disponible. Dosis altas continuadas durante 3 ó 4 años pueden inducir un vigor excesivo de los árboles. Hoy, existen 2 tipos de guano de pavo, el fresco sin procesar, que se caracteriza por su fuerte olor dada su gran riqueza en amoníaco, siendo necesario su compostaje para posteriormente ser aplicados al suelo. Y los guanos estabilizados (semi compostados) que mediante ese proceso han mineralizado los nutrientes y, por lo mismo, presentan menos olor (Figura 3.2).



Figura 3.2. Imagen de guano de pavo compostado.

3.2.4. Orujo y escobajo de uva

Se deben compostar, por lo menos, durante 90 días. Se trata de buen material, bastante rico en potasio especialmente el orujo. Un exceso de orujo puede generar un desbalance nutricional afectando la absorción de magnesio debido al excesivo aporte de potasio de esta enmienda. Se descompone fácilmente en el suelo, por lo que se debe incorporar por lo menos a 20 cm de profundidad. El escobajo es un material más pobre en nutrientes minerales, especialmente nitrógeno, pero es más rico en material fibroso, lo que le confiere buenas propiedades como sustrato **generador de porosidad**.

3.2.5. Alperujo

El alperujo corresponde al residuo que genera la molienda de la oliva para la fabricación de aceite, rico en potasio y en restos de aceites que permanecen después de la extracción. Es recomendable su compostaje para degradar los restos de aceite y su aplicación (Figura 3.3). Genera un desarrollo de hongos que ayudaría a mineralizar los nutrientes.



Figura 3.3. Alperujo compostado aplicado como enmienda de suelo.

3.2.6. Sarmiento repicado

Material rico en fibra más que en nutrientes minerales, lo que favorece una adecuada aireación del suelo. No presenta una buena relación carbono: nitrógeno (C/N), por tanto, al incorporarlo se recomienda aplicar nitrógeno adicional para favorecer su descomposición. Aplicar 10 unidades de nitrógeno por cada tonelada de sarmiento repicado fresco no compostado. Lo ideal es hacer un compostaje previo del material antes de aplicarlo al suelo. En la Figura 3.4, se presenta el uso de residuos de poda de olivo aplicados como cobertura de suelo.



Figura 3.4. Uso de chips de leña de poda de olivo sobre suelo de un huerto de olivos.

3.2.7. Residuos de cosechas

Rastrojos de maíz, paja de trigo y otros cereales son interesantes de considerar como aportadores de materia orgánica al suelo. Al incorporar pajas de cereales es recomendable aplicar 10 unidades de nitrógeno por tonelada de paja.

3.2.8. Abonos verdes

La fuente más económica de materia orgánica para aplicar al suelo son los abonos verdes, entre los que destacan la avena, cebada, vicia o arvejilla, habas y trébol alejandrino, entre otros. Estos cultivos deben establecerse inmediatamente después de la cosecha, es decir abril o mayo e incorporarse al suelo en agosto antes que el olivar inicie su brotación. Se debe evitar que el cultivo compita con el crecimiento del huerto desde septiembre en adelante. Una buena siembra de abono verde puede aportar unas 40 t/ha de material vegetal, que debe incorporarse al suelo, para de esta forma mejorar las condiciones físicas y biológicas de la tierra.

3.2.9. Materia orgánica compostada

La comercialización de materia orgánica compostada se ha convertido en una actividad habitual desde hace algunos años, existiendo en la actualidad varias empresas que venden estos materiales. Para su uso en el norte chico es recomendable que estos materiales presenten baja conductividad eléctrica y bajo pH.

3.3. Uso de la materia orgánica en suelos

3.3.1. Factores presentes en el suelo que interviene en la productividad del olivo

Los nemátodos y la compactación del suelo son dos factores principales que están afectando el crecimiento radical de los olivos.

3.3.1.1. Nemátodos

Los suelos olivícolas cultivados por años con esta especie, especialmente suelos arenosos, presentan altas poblaciones de nemátodos (Figura 3.5). Además, presentan en general contenidos muy bajos de materia orgánica, lo que impide que se manifieste una cantidad adecuada de antagonistas naturales que controlen a los nemátodos.



Figura 3.5. Raíces de olivo afectadas por nemátodos.

Tylenchulus semipenetrans y *Meloidogyne* sp. son las especies más frecuentes en las raíces del olivo. Estos organismos afectan severamente el crecimiento radical de los árboles, perjudicando la absorción de agua y nutrientes minerales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, lo que obliga a los productores a usar cantidades altas de abonos. Por esta razón, pequeños productores no tienen la capacidad financiera para aplicar dosis altas de abonos y sus huertos presentan un intenso añerismo, donde el daño de raíces puede ser uno de los factores causantes.

Los nematicidas comerciales son adecuados, pero caros; de corto efecto residual, no más de 90 días y, además eliminan todos los organismos benéficos del suelo que pueden controlar naturalmente a los nemátodos. Puede usarse materia orgánica, la que presenta un gran beneficio porque controla los nemátodos, pero debe aplicarse localizada y en gran cantidad.

3.3.1.2. Compactación del suelo

Otro aspecto importante que está afectando el desarrollo radical de los árboles es la compactación del suelo, particularmente aquellos que se manejan sólo con aplicación de herbicidas y escasa o nula aplicación de materia orgánica. También, el continuo laboreo con maquinaria, sin incorporación de materia orgánica no es una práctica recomendable, porque compacta el suelo a los 25 cm de profundidad, especialmente cuando se rastrea el huerto 2 ó 3 veces al año. Además, produce corte de raíces superficiales de los árboles.

3.4. Recomendaciones de uso de materia orgánica

Para control de nemátodos aplicar materia orgánica bajo la copa de los árboles. En árboles adultos se recomienda 60 kg/árbol de estiércol de cabra, en surcos de 1,5 m a ambos costados del árbol.

La aplicación de estiércol debe efectuarse después de la cosecha, en pleno receso de los árboles. Adicionalmente se requiere aplicar 150 g de fosfato monoamónico y 20 g/árbol de sulfato de zinc sobre la materia orgánica aplicada. Esto permite un buen crecimiento de raíces en la zona rica en materia orgánica, mejorando la absorción de nutrientes por el árbol. Evitar romper el suelo en la zona donde se aplicó el estiércol en forma masiva en por lo menos 3 años. En suelos muy pedregosos aplicar el estiércol en superficie. En caso de aplicar estiércol de pavo o de cerdo la dosis de abono químico debe ser la mitad de lo señalado para el estiércol de cabra.

En el caso de suelos compactados, pasar cincel a 25 - 30 cm de profundidad, para evitar el corte excesivo de raíces y luego hacer surco para incorporar estiércol.

3.5. Fertilización del olivar

3.5.1. Fertilización según el método del balance nutricional

El método del balance nutricional se basa en el principio de que las plantas requieren más nutrientes a mayor rendimiento esperado, según la curva de producción. Además, debe ser considerado el suministro de nutrientes del suelo y la eficiencia de recuperación de los nutrientes aplicados. Este método es muy útil para conceptualizar el tema de la fertilización, plantea muy bien el concepto general, sin embargo, la carencia de los parámetros requeridos para hacer operativo este método bajo las diferentes condiciones de manejo de los distintos suelos y cultivos en el país, hace muy difícil su implementación práctica en terreno, especialmente en frutales. Incluso este método en el pasado reciente se ha prestado para hacer recomendaciones excesivas de N y K, que en muchos casos han originado desbalances nutricionales, en cultivos y frutales.

La formulación clásica del balance nutricional es:

$$F = D - S/E$$

Donde:

- F: Fertilización.
- D: Demanda de la planta.
- S: Suministro del suelo.
- E: Eficiencia de recuperación del nutriente aplicado.

La demanda está determinada por el rendimiento esperado y a su vez este está determinado por la edad, densidad de plantación, potencial productivo de la variedad y condición climática.

El suministro por el suelo está determinado por factores como disponibilidad de nutrientes, pH, salinidad (especialmente nivel de sodio y cloruro), condición física del suelo, aireación y compactación del suelo.

El mayor problema del método es que la eficiencia es muy variable, ya que está muy relacionada con la calidad del sistema radical de la planta. Ésta a su vez está muy relacionada con las malas condiciones físicas del suelo. En el caso del nitrógeno se considera normal una eficiencia del 55%, sin embargo, a nivel de campo en frutales, en muchos casos **no sobrepasa el 30%**.

Esta baja eficiencia está determinada principalmente por las **pobres condiciones físicas** de muchos suelos de la zona norte y la **presencia de nemátodos** en huertos antiguos. Otro aspecto importante, en el caso de los nutrientes móviles

y en de macronutrientes, es que no se puede hacer una extrapolación lineal entre la concentración de los nutrientes y el rendimiento, debido a su movilidad dentro de la planta, cuestión particularmente importante en el caso del nitrógeno y potasio.

Además, el concepto del consumo de lujo (las plantas pueden absorber cantidades mayores a las requeridas de nutrientes) afecta también la precisión del método del balance. Esto implica que las plantas son capaces de absorber cantidades excesivas de nutrientes y acumularlas en los tejidos. Por otra parte, una buena estimación del suministro del suelo es difícil de precisar ya que influyen una serie de parámetros físico-químicos y además climáticos. Como se puede apreciar, el método del balance nutricional presenta limitaciones, que pueden afectar de manera importante la estimación del cálculo de la fertilización de un cultivo o frutal.

No obstante, el método es útil, porque permite hacer una aproximación de la magnitud de los nutrientes requeridos por el cultivo o frutal. Lo más recomendable es que después de hacer la estimación por el balance nutricional, los valores obtenidos se deben ajustar según otros parámetros de suelo (sanidad) y manejo del cultivo o frutal (densidad, método de riego). Cabe señalar que para nitrógeno y potasio es más útil esta metodología.

3.5.2. Residencia y disponibilidad de nutrientes en el suelo bajo condiciones de fertirrigación

La residencia y biodisponibilidad de nutrientes en el suelo bajo condiciones de fertirrigación y/o manejo de riego gravitacional depende del tipo de nutriente. En el caso de Ca, Mg y K su disponibilidad depende de la textura, es decir, cantidad y tipo de arcilla.

En el caso del nitrógeno y azufre depende del contenido de materia orgánica estabilizada y activa presente en el área del bulbo mojado. Además, el manejo que se haga del riego y de las concentraciones de nutrientes aplicados es muy importante para mejorar la eficiencia de recuperación de los nutrientes por las raíces, que normalmente son escasas.

El nitrógeno es el elemento mayormente demandado por el olivo; fundamental para lograr un buen crecimiento y producción de los árboles. Sin embargo, su exceso es muy perjudicial. En olivos se considera un nivel excesivo más de 2% en la materia seca en muestras de hojas obtenidas a fines de enero.

Un exceso produce:

- Aumento de susceptibilidad a las heladas.
- Disminución del crecimiento radicular.
- Aumento de susceptibilidad a plagas y enfermedades.
- Disminución de rendimiento de fruta.
- Retraso de la madurez de la fruta.
- Efecto detrimental en la calidad de la fruta, rendimiento y calidad de aceite.

Se considera como nivel adecuado de nitrógeno en hojas de olivo, 1,6 a 1,7% mientras que las vides requieren niveles de 2,4% en las hojas.

3.5.3. Cómo determinar la fertilización nitrogenada

El diagnóstico de las necesidades de nitrógeno de un huerto es difícil de precisar, sin embargo, es posible realizar una aproximación conociendo los parámetros que determinan el suministro de este elemento por el suelo.

Se debe solicitar al laboratorio los siguientes análisis: nitrógeno mineral disponible, nitrógeno total, materia orgánica, estimar carbono (M.O./2), calcular relación C/N. Considerar el posible aporte de nitrógeno del agua de riego y de estiércoles o ácidos húmicos o cualquier materia orgánica aplicada. Estas muestras deben ser tomadas en septiembre-octubre a 30 cm de profundidad y ser enviadas rápidamente al laboratorio.

La relación C/N es muy importante de conocer, pues permite determinar la movilidad del nitrógeno en el suelo. Relaciones C/N inferiores a 10 sugieren que el N se puede perder fácilmente por lixiviación. Además, sugiere falta de materia orgánica. Valores muy altos, superiores a 20, significan excesiva retención del N por efecto de inmovilización, lo que afecta el suministro. Lo **ideal es mantener una relación C/N entre 12 y 16**.

El estado nutricional de N en hojas se aprecia visualmente por una coloración amarillenta y menor tamaño en árboles con deficiencia de este nutriente (Figura 3.6).



Figura 3.6. Hojas con síntomas de deficiencias de nitrógeno.

La reserva de nitrógeno disponible o nitrógeno potencialmente mineralizable está determinada por el contenido de materia orgánica y el nitrógeno total (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Categorías de materia orgánica, nitrógeno total y disponible en suelos.

Contenido	Materia orgánica (%)	N total (%)	Nitrógeno disponible (mg/kg)
Bajo	< 2	< 0,05	< 20
Medio	2,1- 3	0,06 - 0,1	21- 40
Adecuado	3 - 4,5	0,11 - 0,2	41 - 60
Alto	> 4,5	> 0,2	> 60

A mayor contenido de materia orgánica, mayor contenido de nitrógeno total y, a su vez, más y sostenida entrega de nitrógeno disponible.

Un suelo con alto contenido de nitrógeno disponible y bajo contenido de materia orgánica implica que este nitrógeno se puede perder fácilmente con el riego siguiente, pues se produce lixiviación de este elemento hacia la napa freática o suelos más profundos.

3.5.4. Recomendación general de fertilización en huertos con riego por surco

Para árboles adultos, según edad y en baja densidad, 100 árboles por ha, aplicar lo señalado en el Cuadro 3.4. En caso del fósforo, aplicarlo todo en invierno sobre la materia orgánica, cada tres años. Aplicar el nitrógeno al voleo en tres parcialidades a fines de septiembre, octubre y diciembre, todos los años, incorporando bajo el suelo o con el agua de riego, para evitar volatilización de la urea. El potasio aplicarlo en octubre y diciembre para favorecer el calibre de frutos, año por medio.

Cuadro 3.4. Recomendación de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para huertos de diferente edad en baja densidad (100 árbol/ha).

Edad (años)	N	P ₂ O ₅ gr/árbol	K ₂ O
1-3	150 - 400	100 - 200	200 - 350
4 -7	600 - 1.200	300 - 400	500 - 700
>8	1.500 - 2.000	500 - 600	800 - 1.000

En el Cuadro 3.5, se presenta la fertilización con N-P-K recomendada, para huertos de mayor densidad.

Cuadro 3.5. Recomendación de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio para huertos de diferente edad en mayor densidad (400 árboles/ha).

Edad (años)	N	P ₂ O ₅ gr/árbol	K ₂ O
1-3	80 - 120	50 - 70	70 - 110
4 -7	150 - 180	100 - 120	140 - 150
> 8	220 - 260	140 - 160	200 - 250

3.5.4.1. Época de aplicación

En huertos con riego por surco se recomienda aplicar por lo menos 3 veces en la temporada, al voleo bajo la copa de los árboles, con suelo húmedo y ojalá tapar el fertilizante con una labor de rastraje. Se recomienda aplicar a fines de septiembre, octubre y noviembre.

3.5.5. Recomendación de fertilización para huertos con riego por goteo

En fertirrigación se debe usar fertilizantes de alta solubilidad para evitar el taponamiento de los goteros, dos veces por semana durante seis meses, desde septiembre a febrero, en total, 48 riegos. En el Cuadro 3.6, se presenta la recomendación de fertilización vía fertirrigación con N-P-K, para huertos con una densidad de 400 árboles/ha y, en el Cuadro 3.7, se muestra la recomendación para huertos con una densidad de 1.500 árboles/ha, según la edad del huerto.

Cuadro 3.6. Recomendación de fertilización para huertos de diferente edad en mediana densidad (400 árboles/ha) y, para suelo de textura media.

Edad (años)	N	P ₂ O ₅ gr/árbol	K ₂ O
1-3	667	417	583
4 -7	1.250	833	1.166
> 8	1.833	1.167	1.666

Cuadro 3.7. Recomendación de fertilización para huertos de diferente edad en alta densidad (1.500 árboles/ha), recomendación para suelo de textura media.

Edad (años)	N	P ₂ O ₅ gr/árbol	K ₂ O
1-3	200	100	300
4 -7	400	250	400
> 8	600 - 800	400	600

En suelos muy arenosos o cajas de río se puede aplicar nitrógeno en dosis de 30 mg/L en el agua de riego de manera continua, cuando se inicie el crecimiento activo de las plantas

3.5.5.1. Época de aplicación

En fertirrigación se recomienda fertilizar según textura del suelo (Cuadro 3.8). Las dosis en suelos arenosos deben ser parcializadas en dosis pequeñas pero frecuentes, aplicando diariamente por lo menos 2 veces por día. En suelos francos o de textura media fertilizar 3 veces por semana y en suelos arcillosos, una vez por semana.

Cuadro 3.8. Frecuencia de fertirrigación según textura del suelo, desde octubre a enero.

Textura	Frecuencia de fertirrigación	Tipo de nutrientes	Número de fertirrigación por temporada
Arenoso	2 veces por día, 6 veces por semana	Todos los nutrientes en concentración mas baja	206
Franco	3 veces por semana	N-P-K en concentración media	52
Arcilloso	1 vez por semana	N-P-K en concentración alta	18

3.5.5.2. Fuentes fertilizantes más recomendadas

Existen diferentes formulaciones de fertilizantes, donde la pureza y solubilidad del producto, se relacionan con el método de aplicación, donde los de más desarrollo corresponden a fertilizantes preparados para aplicaciones foliares y fertirriego, y los más groseros son los destinados a su aplicación directa al suelo.

3.5.6. Fertilizantes para riego gravitacional

Para fertilización directa al suelo se deben usar fertilizantes granulados, lo que favorece su aplicación mediante trompo. Estos fertilizantes presentan menor solubilidad y son más baratos (Cuadros 3.9, 3.10 y 3.11). Las mezclas son poco recomendables, especialmente en frutales, porque son caras y obligan al productor a aplicar nutrientes que en muchos casos no son necesarios.

Cuadro 3.9. Fuentes nitrogenadas recomendadas para olivo en riego gravitacional en zonas semiáridas.

Fuente	Aporte de nitrógeno (%)	Observaciones
Urea	46	Genera baja salinidad
Nitrato de amonio	34	Genera mayor salinidad
Nitromix	33	Aporta 3% de P_2O_5
Sulfato de amonio	21	Genera salinidad y acidifica más que urea
Nitropotasio	19 - 0 - 20	Incluye N y K
Supernitro	23 - 0 - 31	Incluye N y K

Cuadro 3.10. Fuentes fosfatadas recomendadas para olivo en riego gravitacional en zonas semiáridas.

Fuente	Aporte de P_2O_5 (%) y N	Observaciones
Fosfato mono amónico	11 - 52 - 0	Mejor fuente
Fosfato di amónico	18 - 46 - 0	Genera salinidad, pero acidifica más que urea
Súper fosfato triple	49	Fuente menos recomendable a aplicar en suelos calcáreos

Cuadro 3.11. Fuentes potásicas recomendadas para olivo en riego gravitacional.

Fuente	Aporte de K_2O (%)	Observaciones
Sulfato de potasio	50	Buena fuente
Nitrato de potasio	13 - 0 - 44	Buena fuente, de alto costo
Sulpomag	22 - 22 - 18	Aporta K y Mg
Muriato de potasio	60	Fuente poco recomendada, alto efecto salino

La deficiencia de potasio, se produce generalmente en suelos arenosos y con árboles en plena carga a partir de inicio de madurez. En la Figura 3.7, se muestran hojas con sintomatología de deficiencia de potasio en la postcosecha.



Figura 3.7. Hojas de olivo con sintomatología de deficiencia de potasio.

3.5.7. Fertilizantes para fertirrigación

Para fertirrigación se deben usar fertilizantes de alta solubilidad que se presentan cristalizados y generalmente son más caros. No deben contener sodio ni cloruro, debido a que el efecto de localización y alta solubilidad promueve fácilmente la intoxicación y/o desbalance nutricional de las plantas, especialmente en suelos de reacción alcalina.

En los Cuadros 3.12, 3.13 y 3.14 se presentan los fertilizantes nitrogenados, fosfatados y potásicos más recomendados para olivos manejados vía fertirrigación.

Cuadro 3.12. Fuentes nitrogenadas recomendadas para olivo en fertirrigación.

Fuente	Aporte de nitrógeno y potasio (%)	Observaciones
Urea	46	Genera baja salinidad
Nitrato de amonio	34	Genera mayor salinidad
Nitromix	33	Aporta 3% de P_2O_5
Sulfato de amonio	21	Genera salinidad y acidifica más que urea
Entec 21		
Nitropotasio	19 - 0 - 20	Incluye N y K
Supernitro	23 - 0 - 31	Incluye N y K

Cuadro 3.13. Fuentes fosfatadas recomendadas para olivo en fertirrigación, en zonas semiáridas.

Fuente	Aporte de P_2O_5 (%)	Observaciones
Polifosfato de amonio	10 - 34 - 0	Buena fuente, se fija menos en suelos orgánicos
Fosfato mino amónico	12 - 61 - 0	Mejor fuente
Ácido fosfórico	65 p/v	Es la peor fuente (1 l=1 unidad de P_2O_5)

Cuadro 3.14. Fuentes potásicas recomendadas para huertos de olivos con fertirrigación, en zonas semiáridas.

Fuente	Aporte de K_2O (%)	Observaciones
Tiosulfato de potasio	25	Genera acidez localizada, aporta 17% de azufre
Sulfato de potasio	50	Buena fuente
Nitrato de potasio	13 - 0 - 44	Buena fuente. Obliga a incorporar azufre

3.5.8. Fertilización con micronutrientes

La deficiencia de micronutrientes es fácil que ocurra en los suelos calcáreos, especialmente de zinc y hierro. Eventualmente el boro también puede ser un problema y el cobre puede ser importante en plantaciones de alto rendimiento y en suelos manejados con altos niveles de materia orgánica.

Los principales factores que afectan la disponibilidad de micronutrientes son:

- Contenido calcáreo.
- pH del suelo mayor de 7,8.
- Baja temperatura del suelo (fines de otoño e invierno se afecta disponibilidad).

3.5.8.1. Zinc

Es muy frecuente que se produzca deficiencia de zinc en suelos con acumulación de carbonatos o con pH altos. Estudios realizados por INIA en el valle de Huasco, determinaron que hierro y zinc son los micronutrientes más deficientes en los suelos.

Entrenudos cortos es una característica típica de la carencia de zinc, siendo la aplicación de quelato de zinc o sulfato de zinc en suelos de pH menor de 7,5 la solución al problema. En suelos con pH mayor de 8 y carbonatos, aplicar al suelo y al follaje.

3.5.8.2. Hierro

Es una deficiencia frecuente en suelos con caliza y en época fría. Síntoma típico es la clorosis del ápice de crecimiento (Figura 3.8). En suelos calcáreos aplicar hierro al suelo y al follaje. Fe- EDDHA muy estable a pH muy alcalino.



Figura 3.8. Hojas de olivo con sintomatología de deficiencia de Fe.

3.5.8.3. Boro

En muchos suelos salinos de Copiapó se presenta en exceso. En suelos de Elqui, Limarí y Choapa, y en la Región del Maule puede haber deficiencia en huertos en alta producción, de más de 14 t/ha.

El boro presenta movilidad en el olivo a diferencia de otros frutales como el nogal, por lo tanto, no es frecuente que se produzca toxicidad. A floración, cuando los niveles de boro en tejidos son los adecuados, la cuaja se produce en forma normal (50 a 60% de racimos con fruta).

3.5.8.4. Cobre

Los suelos agrícolas del norte chico son muy variables en su contenido de cobre disponible. En algunos sectores cercanos a relaves mineros pueden presentarse contenidos altos de cobre disponible. Sin embargo, en muchos suelos el cobre está en niveles marginales. Es importante considerar que la aplicación de cantidades altas de materia orgánica afecta la disponibilidad de cobre. La constante de estabilidad cobre-materia orgánica, es alta debido a que la materia orgánica sobrequelata fácilmente al cobre.

3.5.8.5. Manganeso

En suelos del norte el exceso de manganeso disponible es una constante, especialmente en aquellos que no presentan calcita. Los factores que promueven una excesiva disponibilidad de este elemento son: bajo pH, exceso de humedad y alta temperatura del suelo. Normalmente estas condiciones se dan en pleno verano, por tanto, la intoxicación con manganeso se produce en pleno estío.

3.5.9. Factores de suelo que afectan la disponibilidad de macronutrientes

- **Nitrógeno.** La disponibilidad se afecta por la cantidad de materia orgánica, relación C/N, temperatura, humedad del suelo.
- **Fósforo.** Valores de pH superiores a 7,8 afectan disponibilidad del fósforo.
- **Potasio.** El contenido y tipo de arcilla determina su disponibilidad (Cuadro 3.15).

Cuadro 3.15. Rango de nivel adecuado de potasio de intercambio según la textura del suelo y estrategia de fertilización.

Textura	Nivel adecuado en el suelo mg/kg	Estrategia de fertilización (dosis y frecuencia)
Arenoso	200 - 250	Dosis baja y alta frecuencia
Franco	350 - 400	Dosis media poco frecuente
Arcilloso	500 - 600	Dosis alta poco frecuente

3.5.10. Fertilización foliar

La fertilización foliar es una alternativa complementaria a la fertilización al suelo. Esta última es la vía natural por la cual las plantas se nutren, pero en la actualidad la mayoría de los suelos, sobre todo de textura fina, presentan problemas de condición física, lo que afecta el crecimiento del sistema radicular de los árboles. Además, la presencia de nemátodos contribuye a mantener sistemas radicales aún más deteriorados, lo que afecta la absorción de nutrientes, así como también la síntesis de algunas hormonas específicas que se producen en las raíces, como la citoquinina. Todo esto justifica en muchos casos el uso de fertilizantes foliares, los cuales son absorbidos a través de la lámina de la hoja.

En el caso de los macronutrientes N-P-K la estrategia principal debe ser aplicarlos al suelo, mientras que la carencia de micronutrientes es relativamente fácil de corregir vía aplicaciones foliares, debido a que las cantidades totales de oligoelementos requeridos por el olivo son bajas comparadas con nitrógeno y potasio.

Según la literatura, en múltiples trabajos realizados con olivos y otras especies de plantas, se ha observado que la respuesta a la fertilización foliar es variable, pues la respuesta depende del grado de carencia que presente el árbol.

Los objetivos principales de las aplicaciones foliares son tres:

- I. Corregir carencias de micronutrientes. Es la más efectiva de realizar por las razones ya señaladas. Lo importante es diagnosticar bien el nutriente que se presenta deficitario. Zinc, magnesio y boro son los micronutrientes potencialmente más deficitarios en olivo.
- II. Corregir o reforzar carencias temporales de N y/o K. La corrección de carencias temporales de macronutrientes se puede justificar, en el caso de huertos que alcancen en algún momento altas producciones. Es importante destacar que la absorción de N y K por la lámina de la hoja es bastante eficiente. Estudios

realizados con urea señalan que más del 50% del producto aplicado puede ser absorbido a las 24 h, la urea aplicada debe ser libre de biuret. Este compuesto es un derivado de la urea, que se produce en su fabricación en antiguas plantas industriales. Otras fuentes como el nitrato de amonio y el sulfato de amonio son igualmente eficientes para ser aplicadas vía foliar, sin embargo, el sulfato de potasio es altamente acidificante por lo que altas dosis producen daños en el follaje. Idealmente el pH de la solución fertilizante debe ser entre 6,0 y 6,5 para mejorar la absorción de nutrientes por esta vía.

Es importante destacar que la cantidad total de nitrógeno o potasio aportada por una o varias aplicaciones foliares, puede significar una incorporación neta de no más de 5 a 8 g del elemento en un árbol adulto. Esto significa que por esta vía no se puede esperar aumentos de rendimiento del huerto.

III. Aportar aminoácidos y/o estimuladores del crecimiento. En relación al efecto de las aplicaciones de aminoácidos y/o estimuladores de crecimiento, su uso es muy recomendable en caso que las plantas hayan sufrido un estrés, ya sea hídrico, por heladas u otro factor. En el caso del olivo, no es fácil que se produzca una mayor producción de fruta, por lo tanto, su uso debe ser previamente analizado antes de tomar la decisión de aplicarlos.

En resumen, la fertilización foliar es una herramienta de apoyo o complemento a la fertilización al suelo. Lo importante es diagnosticar bien la necesidad de su uso antes de decidir su aplicación.

CAPÍTULO 4.

RIEGO DEL OLIVO

Alfonso Osorio U.
Ing. Agrónomo, M. Sc.

Francisco Tapia C.
Ing. Agrónomo, M. Sc.
INIA Intihuasi

Para comprender el objetivo del regadío es necesario conocer cuál es la función del agua de riego en el cultivo y comprender, además, que éste es un elemento clave entre los factores productivos del olivo.

Las prácticas de riego deben necesariamente ser complementadas con otras, para la obtención de buenos resultados, entre las cuales destacan:

- Densidad de plantación.
- Uso de polinizantes.
- Poda.
- Aplicación de fertilizantes.
- Cosecha y postcosecha.

El agua es el principal factor dentro de la estructura productiva de un cultivo en particular. Si no se dispone de agua es imposible realizar agricultura. Al disponer de agua de riego se debe considerar la interacción que ésta tiene con el medio, básicamente con el suelo, la planta y también la calidad del agua que será aportada al cultivo (indicada en capítulo anterior).



Figura 4.1. Riego en olivos.

4.1. Relación suelo-agua-planta

El agua es muy importante para la vida, ya que numerosas reacciones bioquímicas se realizan en este medio como la síntesis de proteínas, lípidos y carbohidratos, elementos estructurales en la formación de nuevos tejidos vegetales.

Gran parte de la materia prima necesaria para la fabricación de los tejidos vegetales proviene directamente de la atmósfera. El carbono es aportado por el anhídrido carbónico atmosférico (CO₂), que es captado por la planta a través de las hojas y transformado al interior de ella en hidratos de carbono, proceso conocido como fotosíntesis. El intercambio gaseoso de CO₂ y oxígeno (O₂) se realiza por las hojas a través de estructuras denominadas estomas. Cuando los estomas están abiertos, hay intercambio de gases y la fotosíntesis se realiza en plenitud. No sólo hay intercambio gaseoso (entrada de anhídrido carbónico y salida de oxígeno), también que se pierde vapor de agua, proceso que se conoce como transpiración. Cuando la transpiración excede al agua absorbida por las raíces, los estomas se cierran para evitar una deshidratación de la planta. El aumento de la resistencia al paso de gases y vapor de agua que se produce cuando los estomas están parcialmente cerrados provoca una disminución de la fotosíntesis.

La apertura de los estomas depende de la energía lumínica incidente, del déficit de presión de vapor del aire (humedad relativa) y del contenido de humedad del suelo. De estos tres factores, la humedad del suelo a través del riego es el único que se puede manejar a gran escala, al menos en términos económicos.

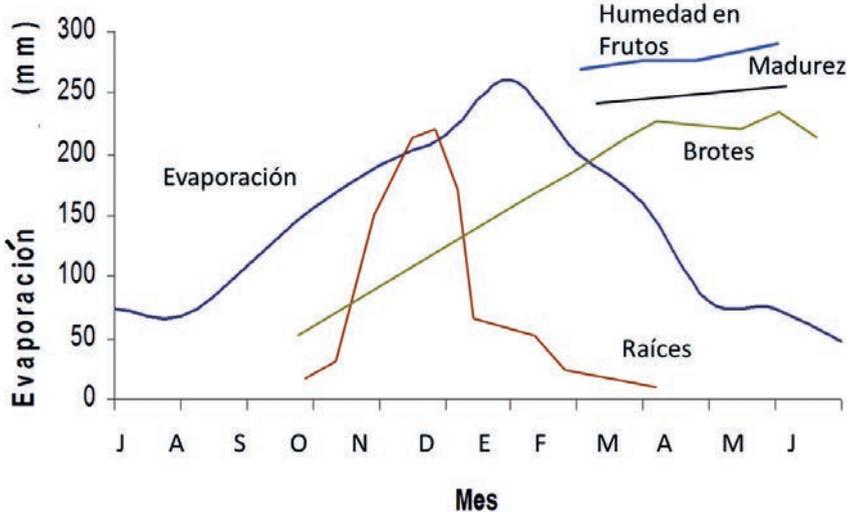


Figura 4.2. Relación entre el crecimiento del olivo y la demanda evaporativa de la atmósfera durante el año.

La apertura estomática ocurre en la mañana, cuando el déficit de presión de vapor es bajo, por lo tanto, hay una reducida transpiración y una alta asimilación de CO_2 . A medida que la hora avanza, hay un aumento de la temperatura del aire y del déficit de presión de vapor (DPV) disminuyendo la fotosíntesis y la transpiración. Es natural que en días calurosos, especialmente a medio día, los estomas permanezcan cerrados o parcialmente cerrados debido al elevado gradiente de humedad existente entre la atmosfera y el interior de la hoja, pero los estomas de una planta bien abastecida de agua permanecerán abiertos, en promedio, un mayor número de horas durante la temporada de crecimiento, que una planta con problemas de abastecimiento de agua. Aquellas plantas bien regadas dispondrán de más "materia prima" para la fabricación de nuevos tejidos vegetales, lo que se refleja en mayor crecimiento vegetativo del árbol y, por consiguiente, mayor crecimiento y producción. En la Figura 4.2, se muestra la curva de demanda atmosférica y desarrollo del olivo durante la temporada de crecimiento.

4.2. Volumen de agua aplicada

Un buen estado hídrico de las plantas produce mayor crecimiento vegetativo, producción, número de frutos por árbol, tamaño de frutos, % de aceite y un aumento en la relación pulpa/hueso.

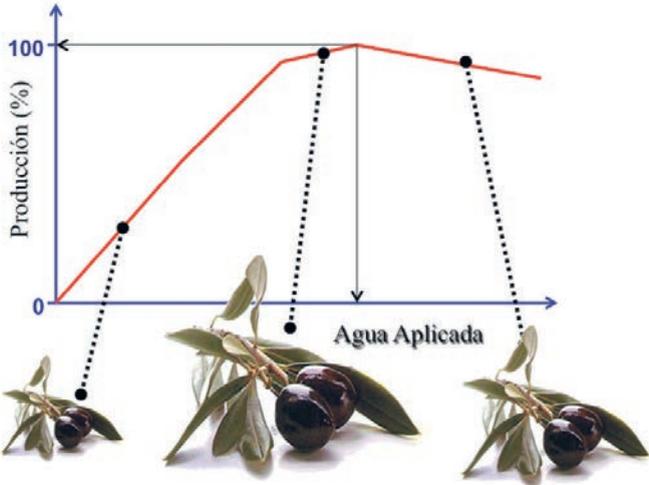


Figura 4.3. Curva de producción esquemática en relación al volumen de agua de riego aplicada a un cultivo de olivo.

La relación de agua aplicada versus producción (Figura 4.3), se denomina curva de producción, donde claramente a mayor satisfacción de la demanda de riego del cultivo, la producción es mayor hasta llegar a cierto punto donde se cubren las necesidades de la especie y, de continuar el riego, se produce un efecto adverso, disminuyendo la producción, llegando al punto de poder provocar la muerte del olivo.

El olivo es una especie típica de clima mediterráneo, muy tolerante a la sequía. El árbol puede sobrevivir en condiciones extremas de falta de humedad, pero su crecimiento vegetativo y volumen de producción será muy restringido.

El requerimiento hídrico del olivo con alta producción es semejante a muchas otras especies de frutales. Aplicaciones de tasas de riego sobre 8.000 m³/ha/año en olivos de la variedad "Manzanillo", utilizando riego por goteo en el valle de San Joaquín, California, han logrado muy buenas producciones respecto de tasas de riego inferiores, de acuerdo a ensayos realizados en huertos con suelo de textura franco arenosa con una estrata impermeable a 60 cm de profundidad y una evapotranspiración potencial anual de 1.300 mm/año. Respecto de los ingresos (\$/ha) del agricultor, hay una buena correlación entre agua aplicada e ingresos, debido a la mejor calidad de los frutos (tamaño). En Chile se han informado tasas de riego de 6.500 a 8.500 m³/ha/año en la variedad Sevillana, en huertos de 8 años plantados en la zona de San Felipe, Región de Valparaíso.

En las condiciones agroecológicas del Norte Chico (regiones de Atacama y Coquimbo), la evapotranspiración potencial anual es del orden de 1.300 a 1.600 mm/año en el sector distante a menos de 60 km de la costa, por lo tanto, las tasas de riego para el olivo son entre 6.000 a 8.000 m³/ha/año.

En España, las tasas de riego utilizadas son inferiores a las estimadas para Atacama y Coquimbo debido a que la precipitación es del orden de 500 mm/año o superiores. En estas condiciones, riego complementario de 1.500 a 3.000 m³/ha/año son suficientes para obtener buenas producciones.

Los efectos del déficit hídrico en olivos dependen del tipo de proceso fisiológico. Un déficit hídrico durante todo el año afectará directamente el crecimiento vegetativo del árbol, la producción y calidad de las flores, la cuaja, la caída de frutos previo a la cosecha y el tamaño de los frutos. El Cuadro 4.1 muestra los efectos del déficit hídrico sobre diferentes procesos.

Cuadro 4.1. Efecto del déficit hídrico en diferentes estados fenológicos sobre diferentes procesos productivos en olivos.

Estado fenológico	Período	Efecto del déficit hídrico
Crecimiento vegetativo	Todo el año	Reducción del crecimiento de ramillas y número de flores a la temporada siguiente
Desarrollo de yemas florales	Julio / octubre	Reducción del número de flores
Floración	Octubre / noviembre	Reduce fecundación, aparición de uvilla
Cuajado de frutos	Noviembre	Incremento de aborto de frutos
Crecimiento inicial del fruto	Noviembre / diciembre	Reducción del tamaño de frutos
Crecimiento posterior del fruto	Enero - febrero	Frutos fibrosos y aceite almendrado
Acumulación de aceite y madurez del fruto	Marzo - mayo	Frutos de menor tamaño, menor contenido de aceite, adelanto de madurez, uniformidad de color

Adaptación de: Barranco *et al.*, 2001.

Muchas investigaciones sugieren la posibilidad de reducir las tasas de riego en algunos periodos fenológicos, con el objetivo de disminuir el consumo de agua sin causar pérdidas importantes en la producción. Una disminución de la tasa de riego de un 50% en el periodo comprendido entre endurecimiento del carozo y el inicio de la madurez sin afectar la carga frutal (no hay mayor tendencia a la caída de frutos), peso de los frutos y valor comercial de la producción. Esta práctica permite ahorrar entre 30 y 35% los volúmenes de agua aplicados.

Para promover un déficit hídrico controlado es necesario considerar algunos factores como capacidad de retención de humedad del suelo, el contenido de sales solubles del suelo y el agua, el método de riego utilizado, la lluvia invernal y la disponibilidad de agua para riego. En las condiciones del Norte Chico, es necesario validar estas experiencias debido a la baja capacidad de retención de humedad de los suelos, la presencia de sales en el perfil y la escasa pluviometría anual.

El riego es la aplicación de agua al suelo con el fin de suministrar a los cultivos la humedad necesaria para su desarrollo.

Tres preguntas son relevantes en relación a la práctica del riego en olivos: ¿Cómo regar?, ¿Cuánto regar? y ¿Cuándo regar? A continuación, se dará respuesta a cada una de estas interrogantes.

4.3. Métodos de riego

Se refiere a los métodos utilizados para regar. En general, los métodos de riego se clasifican en dos grandes grupos: sistemas de riego gravitacionales y sistemas de riego presurizados.

En los métodos de riego gravitacionales, el agua fluye por diferencia de cota entre el lugar donde se recibe el agua y donde se encuentran los árboles. El agua se puede conducir entre las hileras de plantas en forma de tendido, surcos, bordes y tazas. A medida que el agua avanza en el huerto, ésta infiltra humedeciendo el perfil del suelo.

Estos sistemas se caracterizan por su baja eficiencia (relación entre el agua efectivamente utilizada por el cultivo y el agua aplicada al potrero). Valores de eficiencias de aplicación promedio para diversos métodos de riego gravitacionales y presurizados aparecen en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Valores de eficiencia de aplicación promedio para diferentes métodos de riego

Método de riego	Eficiencia de aplicación del agua de riego (%)	
	Conducción tradicional del método	Más conducción entubada
Tendido	30	35
Surcos	45	50
Surcos en contorno	50	60
Bordes en contorno	50	65
Bordes rectos	60	65
Pretilos	60	65
Tazas	65	70
Aspersión	75	-
Microjets	85	-
Microaspersión	85	-
Goteo	90	-

Estos valores son sólo de referencia y ayudan a comprender la diferencia entre sistemas de riego gravitacional y presurizado. Los porcentajes de eficiencia indicados representan mayormente sólo la eficiencia con que el agua es conducida desde la fuente hasta el lugar de uso (árbol) y no define la fracción aprovechada por el árbol, lo que depende de cómo se ha entregado el agua, es decir, tiempos de riego, frecuencia y si se ha aplicado adicionalmente una

fracción de lavado en caso de que existan niveles de salinidad elevados en el suelo.

Las ventajas entre uno u otro método son ampliamente conocidas, en particular en la zona donde el agua de riego es escasa. Por esta situación que se acrecienta con los efectos del cambio climático es necesario optar por metodologías que tengan menor pérdida de agua, principalmente en lo que se refiere a sistemas hidráulicos de entrega del agua de riego al cultivo.

4.4. Programación de riego

Tres son los aspectos relevantes para determinar la cantidad de agua a aplicar y la frecuencia de riego.

- Evapotranspiración del cultivo.
- Método de riego utilizado.
- Capacidad de retención de humedad del suelo.

4.4.1. Evapotranspiración del cultivo (ETc)

La evapotranspiración de cultivo, es una relación matemática que considera el agua que es utilizada diariamente por el cultivo. Para generar esta información se debe utilizar la siguiente relación:

$$ETc = ETo \times Kc$$

Donde:

- ETc: evapotranspiración de cultivo (mm/día).
- ETo: evapotranspiración potencial o de referencia (mm/día).
- Kc: coeficiente de cultivo (adimensional).

La ETo se basa en mediciones de la evaporación del agua existente en la zona que se desea regar; la que es medida mediante bandejas de evaporación clase A, cuyo valor medido es multiplicado por un coeficiente de bandeja normalmente de 0,7; o en forma indirecta mediante fórmulas matemáticas que consideran valores de mediciones meteorológicas de humedad relativa del aire, velocidad del viento, radiación incidente y temperaturas medias, que actualmente son entregadas por estaciones meteorológicas automáticas, existiendo redes cuyos operadores proporcionan diariamente el dato.

Las redes agrometeorológicas disponibles son:

- www.agromet.inia.cl
- www.agroclima.cl

Estas redes agrometeorológicas cubren gran parte del país y permanentemente están siendo calibradas, lo que permite tener una información fidedigna.

También es posible obtener valores históricos de ETo, entregados por la Comisión Nacional de Riego. Gracias a un programa informático, es posible obtener la información de la localización exacta donde se desea regar, para lo cual hay que ingresar datos de coordenadas del lugar y se entregan los valores requeridos mensualmente (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. Informe de Evapotranspiración Potencial o de referencia (ETo), para el sector de Huasco Bajo.

Comuna: Huasco

Coordenadas UTM Huso 19: X=288549 Y=6847565

Evapotranspiración potencial anual: 1192 mm

Meses de mayor evapotranspiración potencial

Mes	[mm]	[m ³ /ha]
Enero	173	1733
Diciembre	166	1664
Febrero	141	1405

Distribución por mes de la evapotranspiración potencial

Mes	[mm]	[m ³ /ha]
Enero	173	1733
Febrero	141	1405
Marzo	117	1169
Abril	78	776
Mayo	54	539
Junio	40	403
Julio	43	433
Agosto	59	588
Septiembre	79	786
Octubre	110	1095
Noviembre	133	1329
Diciembre	166	1664

Los valores de Kc, o coeficiente de cultivo, dependen del estado de desarrollo que posee el cultivo en particular, pudiéndose representar por la época del año indicada en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Coeficiente de cultivo (Kc) del olivo.

Meses	Coeficiente de cultivo (Kc)
Julio	0,45
Agosto	0,45
Septiembre	0,50
Octubre	0,55
Noviembre	0,60
Diciembre	0,65
Enero	0,65
Febrero	0,60
Marzo	0,55
Abril	0,50
Mayo	0,45
Junio	0,45

4.4.2. Determinación de la demanda de riego diario

Con la información disponible se pueden determinar las demandas del cultivo, definidas en litros día por árbol, lo que es aconsejable en el caso de métodos de riego localizado.

El cálculo de la necesidad de riego diario (NRD), se define por la siguiente relación matemática:

$$\text{NRD} = \text{ETo} \times \text{Kc} \times \text{A. U.} \times \text{P. S.} / (\text{Ef}_{\text{met}}) \quad (1)$$

Donde:

- NRD : necesidades de riego diario por árbol (l/ árbol / día).
- ETo : evapotranspiración potencial (mm/día).
- Kc : coeficiente de cultivo.
- A. U. : distancia de plantación (m²).
- P. S. : porcentaje de sombreado.
- Ef_{met} : eficiencia de método de riego utilizado.

4.4.3. Cálculo de la superficie a regar

Cuando la superficie de suelo no es un factor limitante pero sí lo es la disponibilidad de agua, es necesario realizar un balance hídrico entre oferta y demanda de agua de riego, de manera de determinar para cuánto alcanza regar de forma óptima (para satisfacer el 100% de las demandas del cultivo) con el agua disponible. Para ello se debe considerar el agua disponible y utilizar los

resultados obtenidos en los puntos anteriores, pero determinados para el mes más crítico, es decir, cuando la demanda de agua es máxima.

En primer término, hay que cuantificar el agua disponible. Si ésta corresponde a tiempo de riego, se debe transformar en acciones, la que debe ser definida en función a su equivalencia en litros por segundo, información que generalmente manejan los canalistas.

Si sólo se dispone de un pozo hay que hacer un aforo, es decir, medir cuántos litros de agua por segundo genera el pozo sin agotarse o en un tiempo definido.

Conociendo la disponibilidad de agua (l/s) en el predio, debe ser transformada a un caudal continuo (CD), según la siguiente relación:

$$\text{CD (l/s/día)} = Q_{\text{disp.}} \cdot (\text{l/s}) \times T \text{ (h/día)} \times 3.600 \quad (2)$$

Donde:

- CD : caudal disponible (l/s/día).
- $Q_{\text{disp.}}$: caudal recibido en el predio en l/s.
- T : tiempo en horas en que se dispone el caudal por día.

El caudal disponible debe ser determinado en el momento de máxima demanda del cultivo, lo que se produce en diciembre o enero (ver curva de ETo mensual).

Conociendo la demanda en NRD, la que debe definirse en función árboles o superficie, para luego determinar en función de la disponibilidad de agua, para cuántos árboles o superficie se puede regar satisfactoriamente.

Con la información obtenida en las relaciones 1 y 2 se calcula la superficie o número de árboles regados con el agua disponible, que se indica a continuación:

$$\text{Número de árboles regados} = \text{CD (l/s/día)} / (\text{NRD (l/árbol/día)} \times 86.400) \quad (3)$$

4.4.4. Determinación de tiempo de riego

Para métodos presurizados de alta frecuencia, la determinación de los tiempos de riego se hace diariamente, de manera de reponer el agua evapotranspirada del suelo durante el día anterior, con lo cual se minimiza el estrés hídrico del cultivo, maximizando la producción.

Los tiempos de riego en un cultivo establecido dependen de ETo, Kc, P y S, cuya

información es variable según la evapotranspiración diaria, el desarrollo del cultivo y cubrimiento del follaje. Esto corresponde a la Fórmula 1, sumándose dos nuevas constantes que corresponden al diseño de equipo de riego, número de goteros y caudal de éstos, con lo que se tiene una nueva fórmula.

$$TR \text{ (hr)} = ETo \times Kc \times A. U. \times P. S. / (q_{emisor} \times n^{\circ}_{emisor} E_{f_{met}}) \quad (4)$$

Donde:

- TR : tiempo de riego en horas.
- ETo : evapotranspiración actualizada al día anterior (mm).
- Kc : coeficiente de cultivo correspondiente al período.
- A. U. : área unitaria (marco de plantación en m²).
- P. S. : porcentaje de sombreado actualizado.
- q_{emisor} : caudal emisor (l/h).
- n^o_{emisor} : número de emisores por árbol.

Para uso práctico, se recomienda utilizar tablas Excel con celdas vinculadas, donde al cambiar variables se entrega el valor. También se pueden confeccionar tablas impresas, definidas con los tiempos de riego para todo el año.

4.5. Mantención de equipos de riego

Los mayores problemas que generan los equipos de riego presurizado son los relacionados con taponamiento de emisores, pérdida de presión del sistema y acumulación de algas en los tranques de acumulación. Sin embargo, todos ellos son factibles de prevenir y corregir, para lo cual hay que incorporar una serie de estrategias, entre las cuales las más relevantes serán abordadas de forma práctica en este capítulo.

4.5.1. Inspección visual del sistema de riego

Existen varias formas de visualizar el funcionamiento del sistema de riego, que van desde lo práctico (mediante observación) hasta un análisis estadístico simple, el cual es más certero. Sin embargo, todos ellos nos darán en mayor o menor grado, señales de cómo está funcionando el sistema en el campo. A continuación, se indican tres formas de analizar la operación del sistema de riego.

4.5.2. Cabezal de filtraje

Todo sistema de riego por goteo debe tener equipos de filtraje compuestos

por filtros de gravas y malla. Para verificar la buena operación de ellos, es necesario incorporar mecanismos de medición de presión, los que se realizan con manómetros ubicados antes y después de los equipos de filtraje, de manera de poder observar en operación las diferencias de presión existentes entre ellos (Figura 4.4).

Una operación normal indica, entre ingreso y salida del filtro, valores entre 2 y 5 m.c.a. (metros de columna de agua). Si esta diferencia es mayor, indica que el equipo de filtraje requiere limpieza, mediante retrolavados o más profunda, abriendo y limpiando por separado cada una de sus partes. Estas observaciones deben ser diarias.



Figura 4.4. Manómetros controladores de presión de filtros en un método de riego presurizado.

4.5.3. Terminales de porta laterales y laterales

Cada tubería enterrada, desde las cuales emergen las líneas de goteros o porta laterales, posee una válvula final, que debe ser inspeccionada abriéndola y observando el grado de turbiedad inicial del chorro. Al igual que en líneas de goteros, al final de ellas hay que descolar, es decir, quitar el candado y dejar que escurra libremente hasta la salida de agua limpia. Verificando el grado de sedimentación se podrá determinar eficiencia de limpieza de filtros y definir frecuencia de despiche o descoles en determinadas épocas de riego. Ambas labores deben ser realizadas semanalmente.

4.5.4. Taponamiento de goteros

4.5.4.1. Observaciones de campo

En zonas donde la pluviometría es escasa, es posible ver el funcionamiento de los goteros, apreciando el desarrollo de malezas en torno a los emisores. En general, cuando el gotero presenta una menor descarga, el desarrollo de malezas es mínimo, lo que puede ser tomado como índice de anomalía en la descarga del gotero. Al no detectarse ello, el árbol se verá resentido y al momento de cosecha éste tendrá una producción menor de fruta que el promedio.

4.5.4.2. Aforo de goteros

Esta es una medida de mayor exactitud usada para definir la uniformidad de descarga de los goteros. Para ello es necesario realizar mediciones en terreno, seleccionando 16 goteros por sector de riego, los que se distribuyen uniformemente, contemplando laterales al inicio, final y dos intermedias y en cada una de ellas (Figura 4.5). A cada gotero se debe medir el caudal en litros por hora (l/h), para lo cual se debe tener un vaso graduado o probeta y un cronómetro. Realizar la medición en plena operación del sistema, registrando el caudal durante 1 minuto, luego medir el volumen y multiplicarlo por 60, el resultado es en litros por hora.

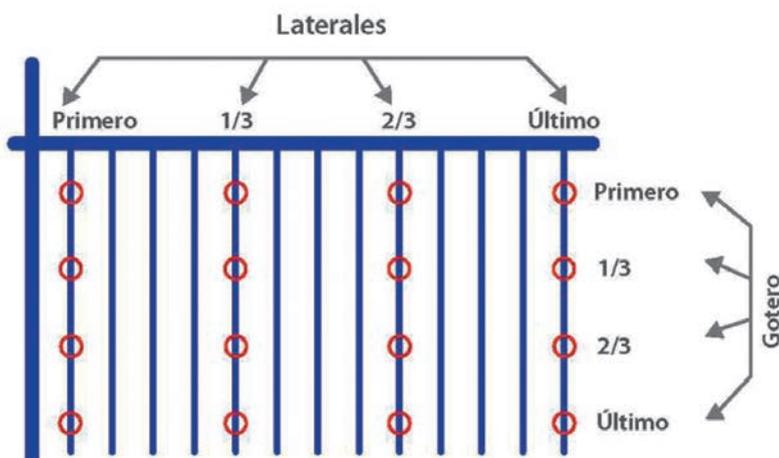


Figura 4.5. Distribución de laterales y goteros a considerar en el aforo y determinación de coeficiente de uniformidad de los emisores.

Una vez determinados los caudales de las 16 mediciones, éstas se ordenan de menor a mayor y se determina el promedio de los 4 caudales más bajos ($q_{25\%}$). Luego se calcula el promedio de los 16 caudales medidos (q_a). Para definir el coeficiente de uniformidad (C.U.), el cual según Cuadro 4.5, indicará el estado de descarga de los goteros del sistema en función a estándar.

$$\text{Fórmula C. U. (\%)} = q_{25\%} / q_a \times 100$$

Cuadro 4.5. Valores de calificación de coeficiente de uniformidad de sistemas de riego.

Coefficiente de uniformidad C U %	Valoración de funcionamiento
90 - 100	Excelente
80 - 89	Bueno
70 - 79	Aceptable
< 70	Mal

4.5.5. Limpieza de filtros y tuberías

Algas: para la eliminación de algas se recomienda inyectar una solución de hipoclorito de sodio (cloro común) al sistema de riego 10 minutos antes de concluir el riego diario y dejar reposar hasta el próximo riego. Esto se debe realizar por lo menos una vez por año (invierno). La dosis a aplicar es de 100 cc por cada metro cúbico de agua de riego del sistema cerrado (volumen total que contiene las tuberías del sistema diseñado).

Carbonatación: para la eliminación de sales precipitadas se recomienda inyectar una solución de un ácido fuerte como es el ácido sulfúrico, en dosis de 4 litros por hectárea, la que deberá aplicarse mediante sistema abonador 10 minutos antes de terminado el riego. Esto deberá realizarse dos veces al año (agosto y diciembre). Una vez inyectado el producto (hipoclorito de sodio o ácido nítrico), a inicios del siguiente riego, se deberá imprimir la mayor presión al sistema y luego abrir en forma secuenciada las colas de los laterales de riego. Luego regar normalmente.

4.5.6. Embalses

La acumulación de agua en la zona norte del país, donde la radiación solar es alta, se hace propicia para el desarrollo de algas, las que, de no implementar medidas de mitigación, llegan a colmatar el embalse y taponear tuberías de alimentación del sistema de riego. Las medidas recomendables son las siguientes:

- **Cubrir.** Cubrir la totalidad de la superficie del embalse con malla negra de no menos de 80% de sombra.

- **Prevenir.** Mantener una descarga permanente junto al llenado del tranque de una solución de sulfato de cobre (10 g/metro cúbico de agua).
- **Corregir.** Cuando exista desarrollo evidente de algas aplicar 35 g de sulfato de cobre por cada metro cúbico de agua almacenada, para lo cual se recomienda realizar la aplicación a menor capacidad del tranque. Esto se debe mantener por 12 h, luego llenar el estanque y continuar con los riegos.
- **Control con peces.** Incorporar peces llamados Carpas, para lo cual se deberá tener un ambiente de semi sombra para su sobrevivencia y no aplicar productos químicos al agua. Ellos se alimentan de las algas, manteniendo limpia el agua de riego.

La observación permanente del sistema de riego y la implementación de un programa de mantención, permitirá prolongar la vida útil del sistema de riego, haciendo más eficiente la entrega de agua y de fertilizantes al cultivo, traduciéndose ello en mejor productividad.



Figura 4.6. Embalse de acumulación de agua de riego.

CAPÍTULO 5.

PODA

Francisco Tapia C.
Ing. Agrónomo, M. Sc.
INIA Intihuasi

"Quien ara el olivar, le pide frutos; quien lo abona, se lo pide con insistencia; el que lo poda, le obliga a que se lo dé"

Columela

Se entiende por poda todas aquellas operaciones que modifican la forma natural del árbol, dando vigor o restringiendo el desarrollo de sus ramas, con la finalidad de darle una forma adecuada y conseguir en el menor tiempo posible la máxima producción, así como renovar o restaurar parte o la totalidad del árbol.

Las prácticas de poda realizadas a lo largo de la vida de un olivar siempre deben equilibrar el crecimiento y la fructificación, no debilitar o envejecer prematuramente el árbol y ser de bajo costo. Para precisar la intensidad de la poda, e incluso la realización o no de la misma en un determinado año, se debe tener en cuenta la edad del huerto, cosecha del año anterior, el destino de la cosecha (mesa o aceite), la densidad de plantación y el tamaño de los árboles.

En lo fundamental, con la poda se pretende conseguir un mínimo de madera estructural con un gran número de ramillas jóvenes, de largo medio entre 20 y 30 cm y con una permanente emisión de ellas. Además, se busca crear espacios para la entrada de luz y ventilación.

- En el período improductivo prácticamente no se poda. El objetivo en esta etapa es formar la estructura o armazón del árbol para lograr un olivo equilibrado que soporte cosechas abundantes en el menor tiempo posible. Esto es lo que se conoce como poda de formación.
- En el período adulto se poda ligeramente. En esta etapa el objetivo es mantener el equilibrio entre una buena producción, de buena calidad y, un desarrollo vegetativo adecuado del árbol, alargando al máximo su período productivo y retrasado su decadencia. En definitiva, lo que se realiza es una poda de producción.
- Por último, en el período de vejez se busca renovar o sustituir las ramas que muestran signos de decadencia o vejez, regenerándolas y haciéndolas más productivas mediante podas intensas, pero espaciadas por períodos relativamente largos para la reconstitución de la copa del árbol. Se le denomina poda de renovación o rejuvenecimiento.

5.1. Poda de formación

Corresponde a las primeras labores de poda orientadas a definir la arquitectura del árbol, la cual dependerá de la variedad, distancia de plantación y sistema de cosecha. Se inicia al momento de recibir las plantas de vivero, donde se hace una poda de selección de eje y eliminación de ramillas secundarias; la que debe estar concluida una vez plantado en terreno. De allí hasta el inicio de la producción no se realizan cortes de poda de ningún tipo, salvo en la mantención del eje, bajo la cruz del árbol (Figura 5.1), pues en la medida que se intervenga, se extiende el estado inmaduro del árbol, haciéndolo menos productivo en el corto plazo.



Figura 5.1. Poda de conducción durante el primer año de crecimiento en la formación del eje.

Una vez realizada la primera cosecha se retoma la poda, con lo que se da forma a la copa, eje o seto, según sea el sistema de conducción, cortando por la base de las ramas a eliminar. Éstas serán parte de las ramas madres, las cuales deben estar distribuidas equilibradamente tanto en orientación según los puntos cardinales y en altura, dando el espacio suficiente para evitar sombreado entre ellas y evitando que la altura que alcancen en su base no entorpezca labores de cosecha futura.

En huertos pequeños y medianos, donde el dueño es el que generalmente realiza gran parte de las labores, se debe aprovechar al máximo la altura del follaje, permitiendo que a partir de los 50 a 80 cm se desarrollen las ramas madres en sistemas abiertos (copa) y en seto, lo que se puede iniciar a no menos de 30 cm y que dependerá también de la variedad.

5.2. Poda de producción

Se inicia luego de que el árbol ha entrado en producción. En la medida que esta labor se realice anualmente, los cortes de poda serán suaves, sólo limitados a eliminar ramillas dañadas por la cosecha y aquellas que ya han cumplido su ciclo productivo (mayor de tres años), lo que permitirá mantener la arquitectura base del árbol y una permanente renovación de la zona productiva del follaje.

En aquellos huertos en que no ha sido costumbre realizar poda, se recomienda iniciar con la formación y apertura de follaje, debiéndose realizar gruesos cortes en troncos secundarios, favoreciendo sólo un tronco principal. También es común apreciar ramas madres torcidas y cruzadas, con abundante madera improductiva. Al abrir la copa (Figura 5.2), es decir, al eliminar ramas que impiden el ingreso de luz y ventilación en su interior, aquellas ramas leñosas, sin follaje, comenzarán a desarrollar nuevos brotes, los cuales deben ser guiados seleccionando los mejor ubicados, tanto para su iluminación como para la cosecha posterior.



Figura 5.2. Copa ideal para mantener la iluminación y productividad interna en el árbol.

Quizás ésta sea la poda que más le cuesta realizar al agricultor, pues se elimina una parte importante del follaje, la que si bien es productiva, debido a la ubicación en zonas altas, es riesgoso cosechar su fruta y generalmente queda en el árbol.

La realización anual de la poda de producción, además de mantener estable la producción, también sirve para realizar labores de raleo de frutos, favoreciendo aquellas ramas mejor ubicadas, cuyos frutos serán de mayor tamaño, con mayores contenidos de aceite y de maduración más temprana.

Este tipo de poda normalmente se realiza en invierno, inmediatamente después de realizada la cosecha.

5.3. Poda de rejuvenecimiento

Este tipo de poda se realiza en árboles que se encuentran en período de producción decreciente, lo que puede ocurrir entre los 20 y 40 años de edad, según el manejo agronómico que se les haya dado.

El olivo que requiere este tipo de poda es aquel que presenta las hojas más pequeñas, de color verde amarillento, con crecimiento de ramillas débiles (internudos cortos y delgados), baja producción y, en algunos casos, con desfoliación parcial del árbol y que, además, presente un marcado añerismo.

Otra característica notoria de los árboles envejecidos es su baja relación hoja/madera, notándose claramente abundancia de ramillas que generalmente sólo presentan hojas en su extremo apical y sin desarrollo productivo hacia la parte media y basal. El follaje suele ser externo en la copa del árbol y, en su interior, pareciera ser un árbol con ramillas secas, sin hojas.

Existen dos maneras de afrontar el rejuvenecimiento del olivo mediante poda. Una que corresponde a un corte drástico (poda tipo "afrailado"), suprimiendo todo el follaje; y otra, más equilibrada, que se hace eliminando parte del follaje, con cortes drásticos en ramas madres, pudiéndose llamar "poda de recuperación progresiva".

La decisión de optar por uno u otro tipo de poda de rejuvenecimiento se basa primero en el estado nutricional y sanitario del árbol, pues si se encuentra muy debilitado -lo que normalmente está asociado a problemas fitosanitarios- es recomendable una poda drástica. Por el contrario, si la causa de las bajas producciones es el excesivo sombreado, se deberá optar por la poda progresiva.

5.3.1. Poda progresiva

Este tipo de poda corresponde a la eliminación parcial de la copa, la que debe ser practicada en aquellos árboles que muestren una capacidad de recuperación vigorosa. Se comienza con la selección y corte desde su base, de aquella rama de crecimiento erecto, que impida el ingreso de luz hacia el interior de la copa. En la Figura 5.3, se presenta un árbol sometido a este tipo de poda.



Figura 5.3. Árbol sometido a poda progresiva, en su primera intervención.

Para que este tipo de corte sea efectivo en el tiempo, se deberá repetir cada tres o cuatro años durante todo el ciclo productivo del árbol, de manera de ir renovándolo.

La reducción de producción es mínima al comienzo, sin embargo, la calidad de sus frutos es inmediatamente mejorada, pues la energía total del árbol se concentra en las ramas productivas restantes, nutriéndose de mejor manera la fruta que ha quedado. En el primer año ésta puede ser de un 25% menos. Sin embargo, a partir del segundo o tercer año, la producción se ve incrementada considerablemente pues la nueva rama comienza su ciclo productivo en forma creciente, comportándose como un árbol nuevo.

Cuando se han reemplazado las cuatro ramas madres originales, la primera tendrá nueve años. Luego, el objetivo del rejuvenecimiento es tener ramas madres de edad no superior a los 20 años, para lograr una producción estable en el tiempo.

Al realizar la apertura de copa en condiciones de alta insolación, es recomendable pintar la corteza de las ramas gruesas expuestas a los rayos solares para evitar daños por golpes de sol en la madera. El pintado se hace con látex blanco, inmediatamente después de la remoción de la rama vecina.

5.3.2. Poda en cabeza o afrailado

Cuando hay árboles muy debilitados, pocas ramillas, mucho tronco en altura y con una altura de cruz superior a 1,5 m, conviene realizar una poda drástica, denominada en cabeza o afrailado (Figura 5.4). Consiste básicamente en decapitar un árbol a la altura de 1 metro, eliminando todo el follaje. Esto es recomendable realizarlo en invierno, después de la cosecha.



Figura 5.4. Corte afrailado en olivo.

En zonas de abundante humedad ambiental (neblinas o lluvias) el corte debe hacerse ligeramente biselado, para evitar la acumulación de agua en la superficie del corte y el consiguiente daño por hongos.

A fines de primavera, dos y tres meses después de realizada la poda, la brotación será abundante, con un gran número de ramillas en distintos ángulos. Cuando los brotes alcanzan longitudes superiores a 20 cm, dependiendo de la variedad y densidad de plantación, se eligen tres o cuatro ramas definitivas. Ellas deben estar orientadas equidistantemente entre sí, de preferencia diagonal a las líneas de plantación. Las ramas seleccionadas no deben inclinarse a 45° de la horizontal logrando con ello reducir el crecimiento en altura del follaje para facilitar la cosecha de sus frutos.

Una vez elegidas las ramas madres, éstas no deben ser podadas (despuntadas), pudiendo ser ayudadas en su inclinación mediante labores de "ortopedia", reduciendo con ello la dominancia apical de cada rama madre. Sin embargo, cualquier ramilla o chupón que crezca desde el tronco o desde su base es recomendable eliminarlo lo antes posible, concentrando la fuerza del árbol sobre las ramas definitivas.

Una pronta selección y aclareo de ramas madres permitirá formar ramas secundarias lo más cercana al tronco, evitando así el desarrollo en altura del nuevo crecimiento.

Cuando el árbol que se poda presenta escaso crecimiento vegetativo es necesario, junto a la poda, realizar mejoras en el riego y en la fertilización, aunque normalmente no es necesaria la fertilización, pues el árbol podado logra su equilibrio natural entre la parte aérea y raíces durante los dos primeros años siguientes.

En ramas gruesas es importante realizar cortes limpios. Idealmente se recomiendan cortes con sierra o motosierra, dejando una cara lisa, sin astillas.

Finalmente, los cortes gruesos de poda, especialmente los horizontales deben ser pintados con pasta especial para poda (Podexal super, Pasta Poda TPN50, entre otros), previniendo así, el ataque de hongos de la madera, lo que es particularmente importante en zonas de alta humedad ambiental.

Una vez concluida la poda de rejuvenecimiento e iniciada la etapa de producción, se debe seguir con la poda de producción indicada en los párrafos precedentes. Esta labor debe ser realizada todos los años, inmediatamente después de cada cosecha.

CAPÍTULO 6.

SANIDAD

Claudio Salas F.

Ing. Agrónomo, Dr.
INIA Intihuasi

Carlos Quiroz E.

Ing. Agrónomo, M. Sc. Ph. D.
INIA Intihuasi

Fernando Riveros B.

Ing. Agrónomo, M. Sc.

El olivo es un cultivo que en Chile posee pocos problemas sanitarios, destacando las conchuelas y algunos hongos que se presentan puntualmente (y asociados mayormente a la sensibilidad varietal).

En el presente capítulo se abordarán aquellos insectos y enfermedades que han tenido algún efecto económico sobre la producción del olivo, sea disminuyendo su producción o afectando la calidad de sus frutos.

6.1. Plagas

Se citan para Chile diecisiete plagas asociada al olivo (Prado, 1991), sin embargo, las que tienen importancia económica corresponden a conchuelas y escamas blancas. A continuación se entregan antecedentes biológicos de las especies asociadas al olivo en Chile.

6.1.1. Conchuela negra del olivo, *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Hemiptera: Coccidae)

Distribución: es una especie de amplia distribución mundial. En Chile se encuentra desde las regiones de Arica a Los Lagos y también en Isla de Pascua.

Hospederos: tiene un amplio rango de hospederos entre los que se encuentran olivos y cítricos.

Daño e importancia económica: una población alta de conchuelas produce caída de hojas y fructificación pobre debido a la succión de savia. Asociada a la excreción de mielecila por parte de este insecto, produce infecciones por el complejo de hongos conocido como fumagina, el cual reduce la capacidad fotosintética de las hojas con consecuencias negativas para floración y producción.



Figura 6.1. Efecto de la conchuela negra en ramas de olivo.

Descripción: la hembra adulta es un insecto con una caparazón dura de color negro o café, en cuyo dorso se aprecia un relieve en forma de H (Figura 6.2).

Los huevos son ovales, anaranjados cerca de la eclosión, puestos bajo el caparazón. Las ninfas pasan por tres estadios que miden desde 0,3 a 1,3 mm de largo.



Figura 6.2. Vista dorsal de hembra adulta parasitadas de *S. oleae*.

Biología y hábitos: el insecto pasa el invierno al estado de hembra joven para alcanzar su madurez entre agosto y febrero. Cada hembra coloca un promedio de 2.000 a 2.500 huevos en forma partenogenética (reproducción asexual). La máxima ocurrencia de huevos se presenta a mediados de diciembre, aunque se pueden encontrar desde agosto hasta marzo, lo cual origina un gran traslape de los distintos estadios debido al prolongado período de eclosión.

Puede presentar dos generaciones en el año. La principal población de los estadios ninfales (I a III) ocurre en pleno verano aunque pueden encontrarse hasta entrada de invierno. El primer estadio tiene gran movilidad y generalmente se ubica en brotes tiernos y hojas nuevas para fijarse. Este estadio (crawlers) es el que tiene la acción de dispersión del insecto, siendo el viento y las aves los medios para llegar a otros árboles o áreas.

El parasitismo varía fuertemente y en huertos bien manejados puede ser un factor clave en la reducción de las poblaciones.

Control: las hembras adultas protegidas bajo el caparazón son de difícil control, siendo principalmente el primer estadio el más susceptible a control. El uso de aceites, además de ser un control selectivo, es una eficiente forma de eliminar la plaga, pero no debe aplicarse a fines de febrero hasta cosecha en olivos para aceitunas en verde, debido al riesgo de manchas en el fruto.

Se ha ensayado detergentes aniónicos (tipo lavalozas) en dosis de 0,5% para el control de los primeros estadios de la conchuela. Éstos han sido efectivos y son una excelente alternativa a los productos tradicionales. Como carecen de efecto residual es necesario repetir la aplicación al menos tres veces en la temporada, durante diciembre, enero y febrero. Estos productos, además, tienen la ventaja de lavar el árbol del polvo y fumagina.

Tanto aceite como detergentes agrícolas controlan eficientemente los estadios ninfales, no así los adultos que sobreviven por la protección que les ofrece su caparazón. Sólo en condiciones de alta infestación y presencia de fumagina se justifica el uso de insecticidas con buen poder de penetración, como aquellos con base en los ingredientes activos clorpirifos e imidacloprid. Éstos deben aplicarse en el momento de eclosión de las ninfas migratorias, lo cual debe ser adecuadamente monitoreado.

6.1.2. Conchuela hemisférica, *Saissetia coffeae* (Walker) (Hemiptera: Coccidae)

Distribución: en Chile se distribuye desde las regiones de Arica a la Región Metropolitana e Islas de Pascua y Juan Fernández.

Hospederos: los principales hospederos son: olivos, limoneros, guayabos, lúcumos, naranjos, mangos y varias especies ornamentales.

Daño e importancia económica: la alimentación de la conchuela hemisférica, al igual que la conchuela negra, reduce el vigor de los árboles y la secreción de mielecilla afecta la tasa fotosintética y reduce la calidad de fruto. Con altas poblaciones del insecto ocurre caída de hojas, frutos y muerte de brotes.



Figura 6.3. Ramilla con presencia de conchuela hemisférica.

Descripción: hembra adulta con caparazón hemisférico, ovalado, de superficie lisa brillante, color pardo rojizo a pardo oscuro de alrededor de 3,5 mm (Figura 6.4).



Figura 6.4. Vista dorsal hembras adultas *S. coffeae*.

Los huevos son oblongos de coloración beige-rosados, muy pequeños y protegidos bajo el cuerpo de la madre.

Las ninfas de primer estadio, llamadas ninfas migratorias, son aplanadas, beige rosado, de 0,3 mm de largo.

Las ninfas pasan por tres estadios ninfales que miden entre 0,3 y 1,5 mm. Éstas son semi-transparentes a rosadas o amarillo claras.

Biología y hábitos: la escama hemisférica inverna principalmente en sus últimos estadios ninfales y como hembra joven. Al igual que en el caso de la conchuela negra, las hembras maduran sexualmente a partir de agosto, pero en este caso la mayor ovipostura ocurre a mediados de enero, es decir, un mes más tarde que *S. oleae*. Esto podría indicar que la conchuela hemisférica es más exigente en temperatura que la conchuela negra. También se presenta un desplazamiento del "peak" de eclosión de ninfas migratorias hacia fines de verano.

La reproducción es partenogénética y cada hembra puede depositar más de 1.000 huevos. Aparentemente esta especie presenta una sola generación al año.

Control: se recomienda la misma forma de control descrito para conchuela negra, dada la similitud entre ambas especies.

Se ha determinado alta eficacia de control de los primeros estadios de estas conchuelas con detergentes al 1,5%.

Al igual que lo señalado para la conchuela negra, sólo en condiciones de alta infestación y presencia de fumagina se justifica el uso de insecticidas. Un ingrediente activo que ha mostrado buena eficacia de control de estas conchuelas al ser aplicado vía riego por goteo o cinta es imidacloprid.

6.1.3. Escama Blanca de la Hiedra, *Aspidiotus nerii* Bouche (Hemiptera: Diaspididae)

Distribución: es un insecto polífago y cosmopolita que tiene en Chile una amplia distribución, desde las regiones de Arica a la de Los Lagos.

Hospederos: entre los hospederos preferidos del insecto se encuentran: caqui, kiwi, limonero, olivo, palto, papayo, manzano y mango, así como numerosas especies forestales y ornamentales.

Daño e importancia económica: infestaciones severas causan daños en la calidad de la fruta y sus rendimientos. Además, retrasan la madurez. En frutos produce manchas y deformaciones en aquellos puntos donde se establece. También se ha determinado que disminuye la calidad de la aceituna para aceite, porque éste baja hasta 25% en los frutos infestados.



Figura 6.5. Frutos con escama blanca.

En frutales, esta escama es considerada de importancia primaria, ya que se ubica tanto en frutos como en hojas y madera, pudiendo ocasionar daños severos en la calidad de la fruta, así como en los rendimientos del árbol con infestaciones severas.

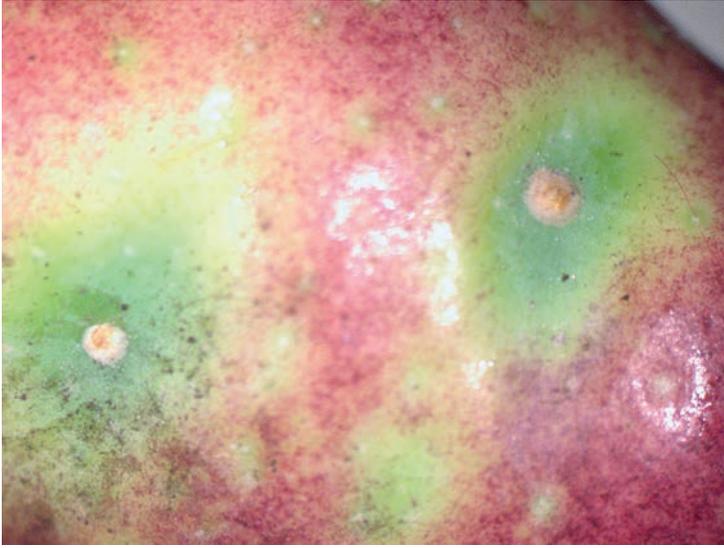


Figura 6.6. Oliva con daño provocado por infestación de *A. nerii*.

Descripción: el insecto adulto se encuentra protegido por una escama de aproximadamente 2 mm de diámetro, de forma circular de color blanco a grisáceo (con un punto amarillo a café casi al centro), bajo la cual se encuentra el cuerpo del insecto, de color amarillo brillante y de aspecto redondeado a piriforme (Figura 6.7).

Biología y hábitos: la escama blanca de la hiedra es una especie ovípara. Cada hembra coloca un promedio de 10 - 12 huevos.

En Atacama y Coquimbo ocurren tres generaciones. La primera aparición de ninfas sucede en agosto. Posteriormente, la segunda generación aparece en pleno verano, que es la más importante, y luego una última generación, que se desarrolla a fines de otoño.

Las ninfas migratorias, cuando encuentran un lugar apropiado, se establecen e introducen su aparato bucal a través del tejido de la planta para alimentarse de la savia.



Figura 6.7. Cuerpo de hembra adulta de *A. nerii* con presencia de huevos bajo escudo.

Control: al igual que en el caso de las conchuelas, el estado más susceptible de ser controlado es el primer estadio ninfal mediante el uso de detergentes agrícolas al 1,5%.

6.1.4. Mosquita Blanca del Fresno, *Siphoninus phyllireae* (Haliday) (Hemiptera: Aleyrodidae)

Descripción: la mosquita blanca del fresno es un insecto de aproximadamente 2 mm de longitud al estado adulto, vive agrupado en colonias, principalmente en el envés de las hojas en todos sus estados de desarrollo.

Como otras mosquitas blancas, esta especie excreta mielecilla, sustancia que favorece la colonización del complejo de hongos que provocan la fumagina. Asimismo, en altas poblaciones genera debilitamiento del árbol.

Con temperaturas entre 15°C y 25°C las hembras pueden depositar de 60 a 140 huevos y presentar 7 o más generaciones al año, dado que su ciclo de vida es en promedio de 85 a 72 días.

Este insecto ataca alrededor de 60 especies vegetales, incluyendo manzanos, perales, cítricos, granados y olivos, además de otras especies de uso ornamental como ligustrinas y crateagus. Sin embargo, entre las especies cultivadas, el olivo es su hospedero preferido.

Origen y distribución: en América fue detectada por primera vez en California, Estados Unidos, en el año 1988. En Chile fue reportada por primera vez en 1994 en follaje de fresnos (*Fraxinus excelsior*) de la Región Metropolitana.

Hospederos de la plaga: en Chile se ha detectado su presencia en peral europeo y asiático, manzano, granado y membrillero.

Daño: en altos niveles de infestación puede llegar a producir defoliación, causando una lenta disminución de la producción pudiendo incluso reducir la producción de flores y frutos.

En la Figura 6.8 se observan hojas de olivos con ataque de mosquita blanca del fresno.



Figura 6.8. Hoja de olivo infestada con *S. phyllireae*.

Biología y desarrollo: la hembra es capaz de colocar entre 66 a 140 huevos, en el envés de la hoja. Las ninfas atraviesan por cuatro estados. El primer estadio ninfal (ninfa migratoria) posee apéndices motrices por algunas horas, luego se asientan en el sustrato y permanecen inmóviles. Los últimos estados ninfales son ovales y aplanados como una pequeña escama, las patas y antenas se van reduciendo a través de sus estadios.

Control: una buena alternativa es establecer programas de monitoreo en los campos o huertos, remover restos de poda infestados u hojas muy afectadas y, realizar lavados con agua y detergente para botar adultos y fumagina que se adhiere a la mielecilla.

El **control químico** no es muy eficiente para la mosquita blanca, produciendo un descenso en sus poblaciones que no siempre impiden el daño. Al realizarse aplicaciones es importante que las aspersiones sean dirigidas al envés de la hoja y con un buen cubrimiento de gotas.

6.2. Enfermedades

Las enfermedades que a continuación se presentan corresponden a problemas que en su mayoría se producen en el huerto, sin embargo, siempre es aconsejable hacer revisiones en las plantas que provienen del vivero al momento de su plantación.

Las enfermedades están relacionadas también con la susceptibilidad o el grado de tolerancia de las variedades.

6.2.1. Verticilosis o peste rayo (*Verticillium dahliae*)

En función de su amplia distribución y las importantes pérdidas que provoca, la verticilosis o “peste rayo”, causada por el hongo del suelo *Verticillium dahliae*, es prácticamente la única enfermedad que en Chile puede causar la muerte del olivo.

El potencial infectivo de este hongo sobre numerosas especies cultivadas y no cultivadas, su capacidad para sobrevivir prolongadamente en el suelo y su facultad de crecer confinado en el xilema de las plantas, dificultan enormemente su control.

En Chile no se ha determinado el nivel de daño causado por la enfermedad. En Grecia el patógeno presenta una incidencia de 2 a 3% de las plantas, con una tasa de mortalidad superior al 1%. En Marruecos se ha estimado una incidencia entre 10 y 30%. Información publicada en 1998, indica que en España cerca del 3% de los olivares estarían afectados por la verticilosis con una incidencia de entre 10 y 90% de árboles enfermos, al tiempo que se señala que por lo menos el 27% de la mortalidad detectada en plantas de 4 a 10 años de edad podrían ser atribuibles a *V. dahliae*.



Figura 6.9. Olivo con ataque de *Verticillium*.

Sintomatología: la peste rayo, causada por *V. dahliae*, se puede presentar de dos formas. En algunos casos las plantas enfermas experimentan desde primavera a principios del verano un decaimiento lento, generalmente acompañado de necrosis en las inflorescencias, las cuales mantienen sus flores momificadas por un tiempo prolongado sobre la planta. Junto con ello se produce un cambio de color en las hojas desarrolladas sobre el brote afectado (adquieren un color verde mate), las cuales caen antes de secarse. Una segunda forma de expresión de la enfermedad corresponde a una muerte rápida de brotes, ramas principales y ramas secundarias, generalmente entre fines de invierno e inicios de primavera.

Ciclo del patógeno: *V. dahliae* es un hongo saprófito que pertenece al grupo de los deuteromicetes, capaz de sobrevivir en el suelo bajo condiciones adversas y en ausencia de hospederos por largos períodos, mediante estructuras de resistencia llamadas microesclorocios. Estas estructuras son de forma globosa o alargada y de color negro, se desarrollan sobre tejido muerto. Puede infectar numerosos cultivos herbáceos y hortícolas, así como plantas leñosas y malezas dicotiledóneas.

Las principales fuentes de propagación de la enfermedad son el suelo y las plantas infectadas. Los microesclerocios se diseminan mediante herramientas agrícolas, maquinaria y agua de riego superficial. La dispersión del patógeno a grandes distancias se ve facilitada por el establecimiento de plantas infectadas en las nuevas plantaciones.

V. dahliae no tiene un crecimiento significativo en el suelo, los microesclerocios, permanecen quiescentes hasta que son estimulados a germinar por los exudados radiculares que secretan las plantas susceptibles a la enfermedad.

La invasión del hongo a la planta tiene lugar, probablemente, a través de la epidermis intacta de las estructuras radiculares, en los puntos de inserción de las raíces secundarias con la raíz principal y por heridas de diversa naturaleza. Una vez alcanzado el xilema, el patógeno se extiende a lo largo del eje de la planta por medio de conidias que son trasladadas por los capilares vasculares ascendentes y por el micelio que crece transversalmente a través de los poros existentes entre los vasos xilemáticos. La descomposición de los restos de plantas infectadas en el suelo, libera una gran cantidad de microesclerocios constituyendo nuevas fuentes de inóculo para posteriores infecciones.

Epidemiología: *V. dahliae* desarrolla un sólo ciclo patogénico durante un ciclo de crecimiento del olivo. El desarrollo de la enfermedad está relacionado con la densidad de inóculo inicial y con la eficiencia del inóculo para establecer infección y, posteriormente, causar enfermedad.

Un aspecto característico de la verticilosis es la recuperación sintomática de la planta infectada y la disminución aparente de la enfermedad dentro de una plantación en el curso de los años. El patógeno es fácilmente recuperado desde árboles enfermos, tanto en invierno como en primavera. En comparación, su aislamiento durante el verano es más difícil, probablemente debido a la muerte del hongo en el tejido infectado y a la formación de nuevo xilema en plantas enfermas. Esta situación sugiere que la continuidad y avance de la enfermedad dentro de la planta en el tiempo, requiere de la ocurrencia de nuevas infecciones a través de sus raíces.

A pesar que la enfermedad puede afectar a plantas de olivos de 50 años o más, se ha comprobado que los ataques más severos casi siempre ocurren en plantaciones nuevas, siendo más susceptibles aquellas plantaciones de entre 5 a 6 años de edad.

Uno de los factores que ejerce mayor influencia sobre el desarrollo de la enfermedad es la alta humedad en el suelo. Se supone que en un suelo muy

húmedo, se mantienen por largos períodos condiciones de temperatura favorables para la infección. Es así como las plantaciones establecidas en suelos de riego, presentan una mayor incidencia de *V. dahliae* que aquellas establecidas en condiciones de seco.

El manejo del suelo es otro factor relacionado con la enfermedad. Los huertos donde se ha realizado un mayor número de labores en el suelo presentan una mayor incidencia del patógeno. Esta situación es bastante clara cuando en las labores se ha utilizado cultivador de disco, cuchillas u otro tipo de implemento que provoque heridas en el sistema radicular, las cuales facilitan la invasión del patógeno y su acceso al sistema vascular.

Control: al igual que la mayoría de las enfermedades vasculares causadas por organismos fungosos, la verticilosis del olivo, es difícil de controlar. Entre los factores que dificultan su control están su amplia gama de hospederos, su capacidad para sobrevivir prolongadamente en el suelo y su ubicación en el xilema, que dificulta el acceso para efectuar tratamientos químicos.

En el caso particular del olivo, el control de *V. dahliae* debe ser considerado en un contexto de manejo integrado, donde se apliquen secuencialmente una serie de medidas que se inician antes de establecer la plantación y que deben continuar durante el desarrollo del cultivo.

Medidas de pre-plantación

Elección de suelos no infectados: la elección de suelo para establecer una nueva plantación de olivos debe estar basada en la información histórica de las rotaciones de cultivos establecidas previamente en esos suelos. Eventualmente se podría realizar una prospección para determinar la densidad de inóculo inicialmente presente en el suelo. En todo caso una nueva plantación de olivo no debe ser establecida en suelos donde previamente se ha cultivado hortalizas, especialmente cucurbitáceas (melón) o solanáceas (tomate), las cuales son susceptibles a *V. dahliae* y por consiguiente han contribuido a incrementar el inóculo del patógeno en el suelo.

Recuperación de suelos fértiles infectados: la recuperación de aquellos suelos donde se ha detectado niveles peligrosos de inóculo se puede realizar utilizando medios físicos, como la solarización o mediante métodos químicos, como por ejemplo, aplicaciones de formol o methamsodio. Ambos métodos de control pueden ser empleados en toda la superficie o localizados en sectores de la futura plantación.

En condiciones adecuadas de radiación, la solarización de suelo ha demostrado

ser eficiente para erradicar *V. dahliae*. El calentamiento de suelo por un lapso de 4 a 6 semanas, cubriendo el suelo húmedo con plástico transparente en los meses de mayor radiación (en Atacama podría ser entre mediados de octubre y finales de diciembre), debería ser un método útil para erradicar el patógeno de suelos ligeramente infectados.

Uso de material de plantación libre de inóculo: el establecimiento de programas de inspección y certificación fitosanitaria de viveros en olivo por organismos fiscalizadores, debiera ser una de las prácticas necesarias para el establecimiento de huertos tecnológicamente avanzados. La presencia asintomática de *V. dahliae* en material de plantación es un riesgo para las nuevas plantaciones. Esta situación debe ser manejada por los viveristas, multiplicando el material sobre sustratos previamente desinfectados que disminuyan las probabilidades de establecer plantas infectadas en el vivero.

Uso de cultivares tolerantes: en el mediano plazo deberá ser una de las medidas de mayor éxito para el control de la verticilosis del olivo. En países que mantienen líneas de investigación permanentes, se ha detectado la existencia de variabilidad genética frente a *V. dahliae*. En España, la evaluación de cultivares del olivo inoculados artificialmente, con aislamientos de tipo defoliante y no-defoliante, demostraron que Arbequina, Cornicabra, Hojiblanca, Manzanilla, Picual y Verdial de Alcaudete fueron susceptibles al tipo defoliante. Mientras que Empeltre y Frantoio fueron resistentes.

En las inoculaciones con el tipo no defoliante, Arbequina, Cornicabra y Picual presentaron un grado de susceptibilidad superior al de Empeltre y Frantoio, las cuales demostraron ser resistentes a estos biotipos del patógeno.

Medidas de posplantación

Prácticas de cultivo desfavorables para el patógeno: es de vital importancia no establecer cultivos intercalados o asociaciones de olivo con especies susceptibles a *V. dahliae*. Esta situación ha sido observada con bastante frecuencia en huertos de entre 1 ó 2 años establecidos en el valle del Huasco.

Reducir el uso de rastras o cultivadores de discos o cuchillas, que habitualmente son empleados para el control de malezas, provocando heridas en el sistema radicular de las plantas. En su reemplazo se debe recurrir al uso de herbicidas.

Evitar la propagación de la enfermedad a suelos eventualmente libres del patógeno, mediante el uso de maquinaria e implementos que previamente han sido utilizados en suelos donde se ha detectado infección del patógeno. En estos

casos es recomendable efectuar una cuidadosa limpieza, lavando con agua y retirando las partículas de suelo adheridas a la herramienta.

En árboles infectados la poda debe ser efectuada antes de la caída de las hojas. Una vez realizada esta labor, la totalidad del material vegetal debe ser retirado del huerto para evitar la incorporación de nuevo inóculo al suelo.

Uso de materia orgánica y solarización en plantas adultas: la recuperación sintomática de las plantas y la necesidad de realizar nuevas infecciones radicales para el progreso del patógeno dentro de la planta, sugieren la posibilidad de reducir el inóculo de *V. dahliae* en la rizósfera de la planta, mediante la incorporación al suelo de residuos orgánicos que incrementen la actividad de antagonistas microbianos y estimulen el desarrollo de nuevos elementos radiculares. Adicionalmente, en plantas de tres años se comprobó que al ser sometidas a solarización no son afectadas por el patógeno, presentando un incremento en el perímetro del tronco, una mejor brotación y floración. Con esta práctica se redujo en forma significativa la densidad de microesclerocios de *V. dahliae* en el suelo.

Control químico: el control químico de *V. dahliae* ha creado grandes expectativas, por la ventaja estratégica que puede presentar para el manejo y protección de plantas de olivo frente a la enfermedad. Sin embargo, los resultados de numerosos estudios indican que los fungicidas disponibles en la actualidad no son eficaces para controlarla.

6.2.2 Repilo, mancha ocular del olivo u ojo de pavo, *Spilocaea oleagina* (*Cycloconium oleaginum*)

El agente causal del ojo de pavo es el hongo *Spilocaea oleagina* (*Cycloconium oleaginum*). Este patógeno, específico del olivo, es un parásito obligado que se desarrolla exclusivamente en el interior de la cutícula de las hojas. Pertenece al grupo de hongos imperfectos o deuteromicetes, los cuales se reproducen exclusivamente por esporas asexuales llamadas conidias.

Sintomatología: las infecciones causadas por *S. oleagina* se caracterizan por el desarrollo de manchas circulares de tamaño variable y de color café oscuro en el haz de la hoja. En primavera, estas manchas presentan un halo amarillento que puede extenderse al resto de la hoja. En invierno, las manchas oculares son más oscuras debido a la abundante producción de esporas. Las lesiones son fácilmente distinguibles en el haz foliar. También pueden ser detectadas sobre la nervadura central en el envés de la hoja, en el peciolo foliar o en el pedúnculo del fruto (oliva). Las características de las lesiones dependen de la variedad, la edad de la lesión y de las condiciones ambientales en las que se desarrollan.



Figura 6.10. Hojas de olivo afectadas por Repilo.

Ciclo del patógeno: *S. oleagina* es un parásito obligado que sobrevive fundamentalmente en las hojas infectadas que permanecen en el árbol, las que si bien caen al suelo, tienen escasa importancia epidemiológica.

La multiplicación y dispersión del patógeno se realiza a partir de conidias producidas sobre las lesiones en las hojas, las cuales en condiciones de alta humedad relativa o en presencia de agua libre, germinan y se dispersan a corta distancia mediante salpicaduras de gotas de agua y viento. El proceso de infección se desarrolla principalmente en hojas jóvenes, muy susceptibles a la enfermedad, en presencia de agua libre y temperaturas de entre 8 y 20°C, con una temperatura óptima de 15°C.

A fines de primavera, en huertos con abundante inóculo, puede haber condiciones especialmente favorables para la infección del patógeno. En esa época, la presencia de un ambiente fresco y húmedo generalmente coincide con la abundancia de hojas nuevas susceptibles, las cuales al no estar protegidas darán origen a una severa infección. Las infecciones primaverales generalmente

permanecen latentes durante el verano, sin producir caída de hojas. Su importancia, sin embargo, radica en que constituirán la principal fuente de inóculo para futuras infecciones de otoño e invierno. El período de incubación, es decir, el tiempo que transcurre desde la infección hasta la aparición de los primeros síntomas, puede oscilar entre 4 y 15 semanas. La duración de este período dependerá de la temperatura, humedad relativa, cultivar y edad de las hojas. Generalmente las ramas bajas e interiores reciben una mayor cantidad de inóculo y permanecen mojadas por períodos más prolongados, por consiguiente, es la zona de la planta que presenta el nivel de infección más alto.

Control

Medidas culturales: en función de la importancia que tiene la humedad relativa alta y el agua libre para la multiplicación y dispersión del patógeno, el manejo de la enfermedad debe considerar diversas medidas culturales que favorezcan la ventilación de las plantas y disminuyan el tiempo de humectación foliar. Dentro de esta estrategia, las podas selectivas y el empleo de marcos de plantación que eviten la formación de copas densas o muy juntas son prácticas muy recomendables.

La información disponible indica que las plantas sometidas a programas nutricionales que incluyen altos niveles de nitrógeno o plantas que presenten deficiencias de potasio, son más susceptibles a los ataques del patógeno. Esta información debe ser empleada para diseñar programas nutricionales equilibrados.

Control químico: fungicidas cúpricos son los más utilizados en el manejo de la enfermedad. Este tipo de tratamiento es de carácter preventivo y debe ser aplicado con volúmenes de mojamiento que aseguren el cubrimiento completo de la copa, ramas bajas e interiores de la planta.

Los fungicidas benomilo, dicofenazol y tebuconazole-trifloxistrobina (ingredientes activos), por su calidad de sistémicos, han demostrado ser eficientes contra *S. oleagina*, especialmente en función del crecimiento sub cuticular que presenta el hongo en hojas de plantas enfermas.

En áreas de producción donde se utiliza control químico, se ha demostrado que la mejor época de aplicación para tratamientos con fungicidas es otoño y finales del invierno. Estos períodos coinciden con la época de mayor producción de esporas y condiciones favorables para la infección de *S. oleagina*.

6.2.3. Emplomado o repilo plumizo, *Mycrocentrospora cladosporioides* (*Cercospora cladosporioides*)

El término “repilo” se utiliza para designar diversos estados patológicos de la planta de olivo caracterizados por una intensa defoliación en ramas y ramillas.

En el valle del Huasco, especialmente en sectores de cultivo con alta humedad relativa, el emplomado o repilo plumizo, causado por *Mycrocentrospora cladosporioides* (*Cercospora cladosporioides*) fue detectado en forma simultánea con la “mancha ocular” u “ojo de pavo”. Aun cuando la defoliación es un efecto común de ambas enfermedades, existe una serie de características específicas que deben ser consideradas para el manejo del “repilo plumizo”.

El hongo *M. cladosporioides* es específico del olivo. Es un patógeno saprófito, pero presenta una fase parásita importante durante la colonización en el envés de las hojas. Se reproduce por conidias o espora asexual.

Sintomatología: los síntomas del “emplomado” se presentan tanto en el haz como en el envés de las hojas. Sobre el haz se producen manchas cloróticas de forma irregular, las cuales posteriormente se necrosan. En el envés de la hoja, las manchas son difusas de color grisáceo o plumizo, las cuales acentúan su coloración gris durante el proceso de esporulación. En el fruto, el hongo provoca lesiones necróticas, deprimidas, de tamaños variables y formas irregulares.



Figura 6.11. Hojas afectadas por “emplomado”.

Epidemiología: las hojas que caen al suelo juegan un papel importante en el ciclo de vida de *M. cladosporioides*, puesto que en esas estructuras el patógeno desarrolla una gran cantidad de esporas.

La dispersión del hongo se produce a partir de conidias desarrolladas en las lesiones. La producción de conidias depende de la presencia de agua libre o de una alta humedad relativa. Su dispersión a corta distancia se produce por el viento y por las salpicaduras de gotas de lluvia. En este caso, la infección es favorecida por la presencia de agua libre, como rocíos o neblinas, y temperaturas cercanas a los 18°C.

A diferencia de *S. oleagina* (mancha ocular), *M. cladosporioides* coloniza de preferencia las hojas maduras. Su período de incubación es de 4 a 15 semanas.

Control: en su fase saprófita el patógeno produce una gran cantidad de esporas. Este fenómeno hace aconsejable la permanente eliminación en el huerto de las fuentes de inóculo, tales como hojas y frutos infectados que han caído al suelo.

Dada la importancia que tiene la alta humedad relativa y la presencia de agua libre para la infección, multiplicación y dispersión del patógeno, las medidas culturales que se apliquen deben estar orientadas a favorecer la ventilación de las plantas y a disminuir el tiempo de humectación, para dificultar el desarrollo de nuevas infecciones. Al igual que la mancha ocular, la poda selectiva y los marcos de plantación que eviten la formación de copas muy cercanas, permitirán mantener un ambiente menos favorable al patógeno.

CAPÍTULO 7.

PROGRAMA DE MANEJO DEL CULTIVO

Francisco Tapia C.
Ing. Agrónomo, M. Sc.
INIA Intihuasi

En particular, la estrategia de manejo agronómico de un cultivo de olivo debe considerar la programación de las diferentes labores, las cuales están asociadas a tiempo y período fenológico. En el Cuadro 7.1, se presenta un programa de manejo general, el cual deberá ser adaptado de acuerdo a las condiciones propias del huerto (edad, variedad, orgánico o tradicional, etc.) y a la zona agroclimática en que se encuentre.

Cuadro 7.1. Programación de manejo base en huertos de olivo.

Actividades	Mes											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Riego						■						
Programación de riego							■					
Mantenimiento de sistema	■						■					
Programación de fertilización						■						
Muestreo análisis foliar y suelo	F							S				
Fertilización de suelo							■			■	■	■
Aplicación de estiércol							■					
Fertilización foliar		■	■	■	■							
Acciones de control de plagas						■	■					
Acciones de control repilo				■	■					■		
Cosecha			■	■	■	■						

F= Foliar. S= Suelo.

CAPÍTULO 8. INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS PARA OLIVOS

Patricio Abarca R.

Ing. Agrónomo. M. Sc.
INIA Rayentué

Jorge Riquelme S.

Ing. Agrónomo, Mg. Dr.
INIA Raihuén

8.1. Introducción

En la actualidad el uso de plaguicidas (también llamados biocidas, pesticidas, agroquímicos, fitosanitarios) es una de las prácticas más habituales en la agricultura convencional para combatir organismos perjudiciales. El no uso de ellos en muchos cultivos, perjudicaría considerablemente la productividad y calidad de los alimentos provenientes de frutales, hortalizas y praderas, principalmente por daños ocasionados por plagas (insectos y ácaros) y enfermedades (hongos, bacterias y virus) e incluso por el no control de malezas en los huertos.

La labor de pulverización es una tarea compleja, pese a ser una práctica habitual y periódica en muchos huertos, ya que ésta puede carecer de eficiencia y presentar irregularidades en su uso, reduciendo el control, aumentando los costos y la contaminación medioambiental. Actualmente, un gran número de productores agrícolas no sabe con exactitud todos los parámetros que deben considerar para lograr resultados eficientes en la aplicación de un producto, desconociendo la estrecha relación entre el equipo pulverizador, el cultivo, el plaguicida, las condiciones climáticas y el organismo a controlar.

Entre los principales problemas asociados al uso de plaguicidas destacan: la resistencia de organismos a un ingrediente activo; baja eficiencia de control por aplicaciones en momentos inapropiados; elevados volúmenes de aplicación al no considerar el tipo de maquinaria, la condición del cultivo o el tipo de tratamiento, repercutiendo en un alto costo y contaminación medioambiental; por último, intoxicación de aplicadores y trabajadores agrícolas.

Todos estos factores son el reflejo del desconocimiento de quienes utilizan los plaguicidas y de la ausencia de aspectos legales que ayuden a la eficiencia del uso de estas sustancias, como mejoramiento de la información de etiquetas de plaguicidas e incorporación de inspecciones obligatorias de equipos de aplicación, entre otros.

8.2. Aplicación de plaguicidas en olivos

La eficiencia de las aplicaciones de plaguicidas en cultivos frutales depende de una serie de factores. La despreocupación de uno de éstos conlleva a una pulverización deficiente y a un posible fracaso en el control. A continuación se mencionan los aspectos más relevantes a considerar.

8.2.1. Condiciones atmosféricas

Las condiciones climáticas o ambientales al momento de realizar las aplicaciones son fundamentales en la efectividad del producto. Pulverizar con condiciones desfavorables, aumenta las pérdidas por evaporación, deriva y contaminación ambiental. Los principales factores ambientales son el viento, humedad relativa y temperatura.

Se recomienda que las aplicaciones NO se realicen cuando el viento sobrepase los 6,5 km/h, la humedad relativa sea inferior al 40% y la temperatura sea mayor a 25 °C. Cuando no se consideran las condiciones climáticas las pérdidas por estos tres factores pueden alcanzar hasta un 30% del volumen aplicado (Gil, 2010).

8.2.2. Oportunidad de aplicación

La oportunidad se relaciona con momentos específicos del cultivo y plaga, como por ejemplo, el estado de desarrollo o estado fenológico del cultivo; la densidad poblacional de una plaga y su estado y/o estadios fenológicos más susceptibles; o las condiciones climáticas para que una enfermedad se desarrolle y pueda ser controlada preventivamente.

Para el caso de las plagas insectos, ácaros y enfermedades, el monitoreo es una herramienta apropiada para la toma de decisiones. Para ello, se hace necesario conocer bien al organismo a controlar, el estado y el umbral de daño económico según el cultivo e identificar sus enemigos naturales y la distribución de la plaga dentro del huerto. De este modo se podrán realizar aplicaciones completas o dirigidas (Ripa y Larral, 2008).

8.2.3. Tipo de plaguicida y dosificación

Es esencial que en la elección del plaguicida se considere el cumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) y, por supuesto, que cuente con la autorización legal correspondiente para el cultivo y agente plaga que se desea controlar.

Las principales deficiencias respecto al plaguicida dicen relación con la dosificación, ya que erróneamente se piensa que a mayor dosis del producto, mayor es su eficacia, sin respetar las indicaciones de las etiquetas.

Cuando se sobrestiman los volúmenes de aplicación, se incrementan considerablemente las cantidades de plaguicida por hectárea, ya que la mayoría

de los plaguicidas utilizados en frutales presentan su dosificación expresada como concentración (g o cc/100 litros de agua = g o cc/hl).

8.2.4. Condición del cultivo y diseño del huerto

Para realizar una aplicación de plaguicidas en frutales, la regulación de un pulverizador debe considerar la condición del cultivo y el diseño del huerto. Para obtener una mejor eficiencia, se debe comenzar con la determinación del volumen de aplicación correcto según las dimensiones de las plantas, densidad foliar, tipo de cultivo, tipo de maquinaria y el tipo de tratamiento a realizar.

El conocimiento de la condición del cultivo es fundamental para estimar el volumen de aplicación, por lo que realizar una pulverización en un huerto joven de olivos de alta densidad es completamente distinto a un huerto antiguo con árboles de gran envergadura y con gran marco de plantación, y si el estado vegetativo presenta baja, media o alta densidad de hojas y brotes nuevos.

Una de las técnicas más utilizadas y sencillas para estimar el volumen de aplicación es el TRV (Tree Row Volume). Para ello, se debe considerar cada hilera de árboles como una caja rectangular, a la que se determina su volumen estableciendo la altura de árbol (ADA), el ancho de copa (ADC) y la distancia entre las hileras (DEH), todas las dimensiones expresadas en metros (Figura 8.1).

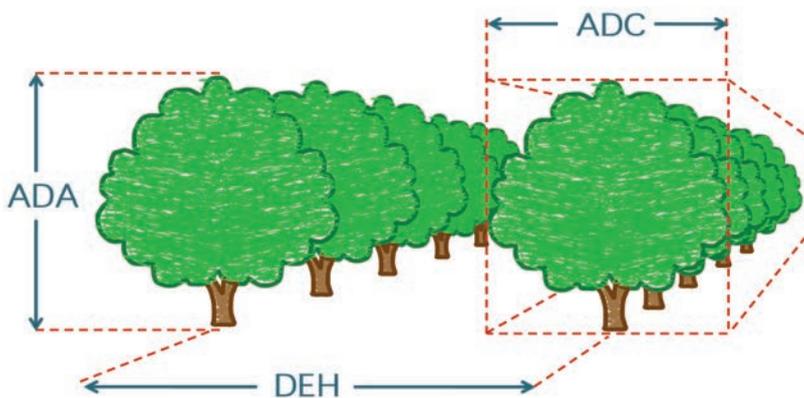


Figura 8.1. Esquema de las dimensiones en un huerto frutal para la estimación de TRV (Fuente: elaboración propia basada en Hardi, 1993).

$$\text{TRV} = \frac{\text{ADA} \times \text{ADC} \times 10.000}{\text{DEH}}$$

Donde:

- TRV : volumen de vegetación o de follaje (m³/ha).
- ADA : altura de árbol promedio (m).
- ADC : ancho de copa promedio (m).
- DEH : distancia entre hileras (m).
- 10.000 : factor de conversión de unidades (expresado en m²/ha).

Una vez determinado el volumen de vegetación (TRV) se debe ajustar el volumen de líquido o mezcla requerida según las características propias del cultivo como: densidad foliar, tipo de tratamiento (fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares) y tipo de maquinaria (pulverizadores neumáticos, hidráulicos, hidroneumáticos).

En el Cuadro 8.1, se presentan relaciones estándares entre dosis de aplicación y volumen de vegetación, comprendidos desde 10 hasta 120 litros por cada 1.000 metros cúbicos de vegetación. Para cultivo de olivos los volúmenes varían entre 60 hasta 90 L por cada 1000 m³ de vegetación.

Cuadro 8.1. Dosis de pulverización estándar de acuerdo al volumen de vegetación en frutales.

Volumen de pulverización	D (L/1.000 m ³ de vegetación)
Muy alto	120
Alto	100
Medio	70
Bajo	50
Muy bajo	30
Ultra bajo	10

Fuente: Shigueaki y colaboradores, 2011.

Por lo tanto, el volumen de aplicación por hectárea se obtiene:

$$\text{VDA} = \frac{\text{TRV} \times \text{D}}{1.000}$$

Donde:

- VDA : volumen de aplicación (L/ha).
- TRV : volumen de vegetación (m³/ha).
- D : dosis a aplicar por cada 1.000 m³ de vegetación (L) - (ver Cuadro 8.1).

Por ejemplo:

Se desea aplicar un insecticida para control de mosquita blanca del fresno en cultivo de olivo con una densidad foliar baja, árboles de 3,5 metros de altura; 2,6 metros de ancho de copa; y una distancia entre hileras de 4,5 metros. Entonces:

$$\text{TRV} = \frac{3,5 \text{ m} \times 2,6 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{4,5 \text{ m}} = 20.222 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{VDA} = \frac{20.222 \text{ m}^3/\text{ha} \times 60 \text{ (L)}}{1.000 \text{ m}^3} = 1.213 \text{ L/ha}$$

Para las condiciones propuestas, el volumen adecuado de aplicación sería de **1.213 L/ha**. Por tanto, en base a estas condiciones se debe regular el pulverizador, en lo que respecta principalmente la elección de boquillas y velocidad de avance si se trata de un pulverizador hidroneumático (turbo, nebulizador, atomizador). Si el trabajo se realiza con pulverizador hidráulico de pitón, se debe elegir el tamaño de boquilla adecuado de acuerdo a la velocidad de avance del o los operadores, que permita entregar un buen cubrimiento en todo el árbol.

Cuando los árboles no forman un seto continuo en la hilera o se encuentran aislados y la pulverización se realiza de forma individual, se puede determinar el volumen a pulverizar para cada árbol.

Por ejemplo:

Se desea aplicar un insecticida para el control de mosquita blanca del fresno en cultivo de olivo con una densidad foliar media, árboles de 4,5 metros de altura y 3,6 metros de ancho de copa. Entonces:

$$\text{TRV} = 4,5 \text{ m} \times 3,6 \text{ m} \times 3,6 \text{ m} = 58 \text{ m}^3/\text{árbol}$$

$$\text{VDA} = \frac{58 \text{ m}^3/\text{árbol} \times 70 \text{ (L)}}{1.000 \text{ m}^3} = 4,1 \text{ L/árbol}$$

Para las condiciones propuestas, se necesitaría un volumen de 4,1 litros por árbol. En base a esto, se podría determinar el volumen total requerido con el número de árboles con que se cuenta.

8.3. Inspección y regulación de pulverizadores agrícolas

En este apartado se describirán aquellos elementos y parámetros importantes a considerar en el pulverizador para lograr aplicaciones eficaces y eficientes, y enfocados principalmente en equipos hidráulicos de pitón (Figura 8.2) por ser éstos los de mayor uso en la pequeña agricultura en este tipo de cultivo.

Los pulverizadores hidráulicos (ya sean de mochila, accionados por tractor o con motor independiente de tiro o carretilla) se caracterizan por generar gotas por presión de líquido y que son transportadas hasta el follaje por la misma energía que reciben al formarse en la boquilla.

Por una parte, los pulverizadores hidráulicos de pitón presentan menor eficacia que un pulverizador hidroneumático, principalmente por no contar con asistencia de aire. Esto obliga al uso de elevadas presiones de trabajo para mejorar la entrada del producto al interior de las plantas. Por otra parte, la aplicación depende de más de un operador (normalmente de tres), la velocidad de avance es dependiente de la apreciación visual del aplicador, y cuando las boquillas no son las más adecuadas, existe un gran porcentaje de pérdida por escurrimiento.



Figura 8.2. Pulverizador hidráulico con motor independiente: de tiro (a la izquierda) y de tipo carretilla (a la derecha).

La condición y regulación de los pulverizadores es fundamental para obtener aplicaciones eficaces de plagas y enfermedades. Las pérdidas de producto por equipos en mal estado, sin regulación y por mal uso de ellos, pueden superar el 30% del volumen aplicado. Por ello la mantención y regulación de los equipos de pulverización son las principales vías para mejorar la eficiencia y reducir el uso de plaguicidas en la agricultura.

8.3.1. Inspección de pulverizadores

La inspección de pulverizadores busca principalmente que los elementos tanto del equipo como del tractor (si se cuenta con él) funcionen correctamente. De este modo, se podrá mejorar la eficiencia de las aplicaciones, reducir la contaminación ambiental y proteger al operador de accidentes, exposición a los productos y eventual intoxicación.

8.3.2 Mejoramiento de la eficacia de la pulverización a través de la inspección

Uno de los aspectos más relevantes de la inspección de pulverizadores es mejorar los resultados de control, con el volumen y cubrimiento adecuado. Para ello, se debe considerar una serie de aspectos, tanto en el tractor como en el pulverizador (Cuadro 8.2).

Cuadro 8.2. Elementos a considerar en un pulverizador hidráulico de pitón, para mejorar la eficacia de las aplicaciones en olivos.

Elemento	Condición ideal
Tractor (si presenta)	<ul style="list-style-type: none">• Igual o superior a 60 HP.• Que sea capaz de generar sobre 450 r.p.m a la TDF.
Bomba hidráulica	<ul style="list-style-type: none">• Flujo continuo de líquido.
Tacómetro del tractor	<ul style="list-style-type: none">• En funcionamiento.
Manómetro	<ul style="list-style-type: none">• En funcionamiento, aguja en posición cero cuando el equipo no está en uso.• Rango de visualización de 0 a 40 bar y con graduación por cada 1 bar.• Visible por el operador.
Filtros	<ul style="list-style-type: none">• Sin roturas. Limpios. Graduación según ubicación en el equipo (Mesh).
Comando de regulación	<ul style="list-style-type: none">• Abertura de sectores de pulverización de forma independiente y conjunta (si existe más de uno).• Regulador de presión en funcionamiento.• Para pitones corte individual a la salida.
Agitador	<ul style="list-style-type: none">• Tamaño suficiente para el volumen del estanque.• Agitación constante durante toda la aplicación.
Boquillas	<ul style="list-style-type: none">• Boquillas de cono ajustable en el pitón.• Caudal ajustado al tamaño de los árboles.• Normalmente boquillas de cerámica con numeración entre 1.2 y 2.5.

8.3.3. Disminución de la contaminación ambiental a través de la inspección

Uno de los aspectos más importantes a considerar en la inspección obligatoria que actualmente rige en gran parte de Europa, es reducir la contaminación medioambiental; impidiendo para ello fugas de producto en el circuito hidráulico y uso de sistema corta-gotas, entre otras cosas.

En el **Cuadro 8.3** se mencionan aquellos elementos a considerar para evitar la contaminación del medio ambiente.

Cuadro 8.3. Elementos a considerar para disminuir la contaminación medio ambiental en pulverizadores hidráulicos de pitón.

Elemento	Condición ideal
Tractor	<ul style="list-style-type: none">• Sin fugas de aceite y/o combustible.• Mantenión de cambios de aceites de acuerdo al número de horas.• Mantenión periódica de filtros de aire, aceite y combustible.
Estanque y circuito hidráulico del pulverizador	<ul style="list-style-type: none">• Sin fugas de líquido.• Unión de mangueras con abrazaderas (no usar, alambres, gomas u otro material no apropiado).
Tapón de vaciado	<ul style="list-style-type: none">• Funcional y accesible.
Boquillas	<ul style="list-style-type: none">• De caudal ajustado según tratamiento.

8.3.4. Disminuir riesgo de accidentes del operador a través de la inspección

La despreocupación de seguridad en maquinarias y equipos agrícolas, no sólo provoca accidentes laborales al o los operadores, sino también, intoxicaciones a causa de pulverizadores en mal estado o que no cumplan con los requisitos básicos de seguridad.

Para el caso de accidentabilidad, la norma europea de pulverizadores agrícolas no permite, por ejemplo, que la junta cardánica se encuentre sin funda protectora (cuando se trabaja con tractor). También obliga a que el pulverizador cuente con un recipiente con agua limpia para el lavado de manos del operador, entre otras cosas. En el Cuadro 8.4, se mencionan los aspectos más importantes a considerar para evitar accidentes e intoxicaciones en labores de pulverización.

Cuadro 8.4. Elementos de la maquinaria a considerar para disminuir los riesgos de accidentes e intoxicación de operadores agrícolas.

Elemento	Condición ideal
Tractor	<ul style="list-style-type: none"> • Sin fugas de aceite en peldaños, palancas, pedales o apoyos. • Neumáticos con tacos en buen estado. • Adhesivos de seguridad, peligro y advertencias pegados en el tractor.
Junta cardánica	<ul style="list-style-type: none"> • Con funda plástica protectora completa. • Sujeción de funda en ambos extremos.
Estanque y circuito hidráulico del pulverizador	<ul style="list-style-type: none"> • Sin fugas de líquido ni derrames. • Visor externo en buen estado para observar contenido de líquido.
Comando regulador	<ul style="list-style-type: none"> • Al alcance de la mano desde el tractor, sin mayor esfuerzo.
Estanque agua limpia	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de un estanque de agua limpia con al menos 10 litros, con dispensador funcional y adherido al estanque principal.
Neumáticos pulverizador	<ul style="list-style-type: none"> • En buen estado e inflados a la presión correcta según indicaciones del fabricante.

8.3.5. Regulación de pulverizadores

La regulación de pulverizadores busca principalmente que los parámetros de la maquinaria, tanto del tractor como del pulverizador, se encuentren regulados para ajustar el volumen de aplicación determinado según TRV y aplicar la misma cantidad de plaguicida uniformemente y con buen cubrimiento en todo el huerto.

Los parámetros a regular en la maquinaria para mejorar la eficacia de control, se mencionan en el siguiente cuadro:

Cuadro 8.5. Regulaciones a considerar en un equipo hidráulico de pitón para mejorar la eficacia de la pulverización en olivos.

Regulación	Condición óptima (*)
Velocidad de avance	<ul style="list-style-type: none"> Definida al obtener un cubrimiento adecuado apreciado con papeles hidrosensibles (velocidad sujeta a condiciones del terreno y al tamaño de las plantas, como también la densidad foliar al momento de la aplicación).
Revoluciones a la TDF	<ul style="list-style-type: none"> Con 450 r.p.m. a la TDF es suficiente.
Presión de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Desde 7 hasta 20 bar (100 a 290 PSI).
Boquillas	<ul style="list-style-type: none"> Boquillas de pitón numeración desde 1.2 hasta 2.5.

(*) La condición ideal del uso de la maquinaria, dependerá de las condiciones propias de cada huerto, pudiendo variar de acuerdo al terreno y específicamente al diseño del cultivo (tamaño de plantas, formación, densidad foliar, etcétera).

8.3.5.1. Regulación del pulverizador hidráulico de pitón

Como se mencionaba anteriormente, los pulverizadores de pitón presentan menor eficiencia de trabajo en comparación a los pulverizadores hidroneumáticos, así también, menor eficacia de control por su baja capacidad de penetración de gotas al interior del follaje. No obstante, el trabajo con estos equipos se puede mejorar considerablemente regulando los volúmenes de aplicación a través de boquillas y presiones recomendadas.

Para determinar el volumen de aplicación de un pulverizador hidráulico de pitón, se utiliza la siguiente ecuación:

$$VDA = \frac{q \times t}{DEH \times DSH \times NA \times 0,006}$$

Donde:

- VDA : volumen de aplicación (L/ha).
- q : caudal del pitón o suma del caudal de los pitones (L/min).
- t : tiempo que demora el aplicador en pulverizar un número determinado de árboles (s).
- DEH : distancia entre hileras (m).
- DSH : distancia sobre hileras (m).
- NA : número de árboles aplicados.
- 0,006 : factor de conversión de unidades.

Pasos a seguir:

- a) Seleccionar el tipo de cono y la presión habitual de trabajo (en lo posible no sobrepasar los 20 bar), luego aplicar en un recipiente (balde) por un minuto de tiempo. Medir el contenido en un vaso calibrado o en una pesa digital para obtener el caudal del pitón (si el equipo cuenta con dos o más pitones se realiza la medición individual y luego se suman).
- b) Definir un número representativo de árboles de una hilera (en lo posible más de 5).
- c) Medir la distancia entre y sobre la hilera.
- d) Aplicar de forma habitual a los árboles definidos y tomar el tiempo que el operador demora en pulverizarlos.

Por ejemplo:

El caudal del pitón es de 7,56 L/min a una presión de 15 bar y el operador demora 120 segundos (2 minutos) en pulverizar 5 árboles que están plantados a 3,5 m por 4,5 m en la sobre hilera y entre hileras, respectivamente. Entonces:

$$\text{VDA} = \frac{7,56 \text{ (L/min)} \times 120 \text{ (s)}}{3,5 \text{ (m)} \times 4,5 \times 5 \times 0,006} = 1.920 \text{ L/ha}$$

Con las condiciones propuestas, el volumen de aplicación obtenido es de 1.920 L/ha. Si se desea aplicar un menor volumen de aplicación, se debe determinar un nuevo caudal de pitón, y un consecuente cambio de boquilla a una más pequeña, para ello, se obtiene de la siguiente forma:

Ejemplo:

Se necesitan 1.213 L/ha de acuerdo al TRV y en terreno se ha determinado que el aplicador demora aproximadamente 120 segundos en pulverizar 5 árboles de olivos que se encuentran en un marco de plantación de 4,5 m entre hileras y 3,5 m en la sobre hilera, por lo tanto, la boquilla adecuada sería:

$$q = \frac{1.213 \text{ (L/ha)} \times 4,5 \text{ (m)} \times 3,5 \text{ (m)} \times 5 \times 0,006}{120 \text{ (s)}} = 4,78 \text{ L/min}$$

Para las condiciones propuestas, el caudal de boquilla debe ser 4,78 L/min. Luego de determinado el caudal adecuado, se busca en el catálogo de boquilla correspondiente, la numeración y presión que coincida con lo deseado. No

obstante, la nueva boquilla elegida debe ser comprobada en la práctica con el pulverizador que normalmente se utiliza, y de este modo corroborar el caudal teórico indicado por el fabricante.

8.3.6. Comprobación de la calidad de aplicación

Una vez regulado el pulverizador en forma práctica y de acuerdo al TRV, se debe realizar la comprobación de la pulverización en terreno, por lo que un buen cubrimiento no implica observar “goteo” o “chorreo” en el follaje, ya que esta condición sólo genera contaminación y un gasto excesivo de agua, producto, tiempo de aplicación, combustible, entre otros.

La comprobación de la calidad de una pulverización en terreno, tiene estrecha relación con el tamaño y número de gotas aplicadas uniformemente en toda la planta y en todo el huerto; esto efectivamente es denominado como “cubrimiento”. Para determinar el cubrimiento de una aplicación se debe utilizar papeles hidrosensibles, los cuales son de color amarillo y se tiñen de azul al contacto con las gotas de la pulverización (Figura 8.3).

La cantidad de gotas y su tamaño obedece exclusivamente al tipo de tratamiento (fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares, herbicidas, etc.). No obstante, posterior a la aplicación, un papel que quede sin teñir indica deficiencia de la aplicación, un papel totalmente azul indica exceso y un papel con muchas y pequeñas manchas de color azul indica una buena pulverización.



Figura 8.3. Uso de papeles hidrosensibles para comprobación de cubrimiento. (Izquierda) Antes de la pulverización. (Derecha) Después de pulverización.

Se recomienda colocar trozos de papel hidrosensible cuadrados de al menos 2,5 cm de lado. Éstos se instalan en una vara que sobrepase el tamaño de los árboles. Los papeles deben ir distanciados a 50 cm como máximo uno de otro, desde la

base hasta un metro por sobre el follaje. Idealmente se utilizan tres varas por árbol, ubicadas al centro y dos a media profundidad. Sin embargo, dependiendo de la densidad foliar y el tamaño de los árboles, se puede utilizar sólo una al centro del árbol con al menos tres repeticiones (en tres árboles de la sobre hilera). Recordar que la hilera que contenga los papeles debe ser pulverizada por ambos lados.

Conclusión

Una maquinaria en buen estado, bien regulada con volumen ajustado según TRV, aplicando un plaguicida adecuado con buenas condiciones climáticas, en el momento correcto y con buen cubrimiento comprobado con papeles hidrosensibles, son la clave para el éxito en el control de plagas y enfermedades en cualquier cultivo agrícola.



Boletín INIA / Nº 16
www.inia.cl



1. Introducción

La producción de aceituna de mesa chilena se basa en una superficie cultivada de aproximadamente 3.000 hectáreas. Más del 50% de esta superficie está en manos de productores que manejan predios de más de 100 hectáreas. El 85% de los productores son pequeños propietarios, donde la mayoría utiliza huertos de no más de 3 hectáreas, con plantaciones mayores a 50 años, cuyos árboles se encuentran envejecidos prematuramente debido a problemas de manejo, reflejándose con baja producción y gran alternancia productiva (añerismo).

El cultivo del olivo ha sido considerado un cultivo marginal, cuyo manejo ha sido mínimo, sufriendo permanentemente



por falta de agua de riego, fertilizantes y ausencia de labores de poda.

Esta pauta debe ser complementada con el manual del cultivo del olivo, el cual indica en mayor profundidad los aspectos mencionados en el presente documento técnico.

2. Componentes del rendimiento

Para la determinación de la producción esperada para un año en proceso, es clave conocer índices del estado productivo en el que se encuentra el árbol. En el Cuadro 1 se definen dichos índices, los cuales permitirán realizar un análisis y definir el manejo posterior para maximizar la producción de esa temporada y/o de la siguiente.

3. Relación entre estados fenológicos y componentes de rendimiento

Cuadro 1: Relación entre estados fenológicos y componentes de rendimiento.

Estados Fenológicos	Receso Invernal	Floración	Cuaja (5 mm diámetro)	Cosecha
				
Crecimiento de ramillas				
Floración				
Cuaja				
Cosecha				

4. Puntos de Chequeo

Corresponde al momento fenológico en que se encuentra el cultivo y manifiesta el estado productivo que, de acuerdo a su grado de cumplimiento, se verá reflejado en la producción final de las olivas. En base a ello, se presentan medidas correctivas para maximizar la producción según la zona en que se cultiva.

Cuadro 2: Puntos de chequeo.

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Medidas correctivas ^e
Edad del huerto	Receso invernal.	Años.	< 50 años	Verificar estado sanitario del árbol y dependiendo de ello: <ul style="list-style-type: none"> - Árbol sano: realizar poda de rejuvenecimiento. - Árbol enfermo (Vericosis o Peste rayo): replante.
Mapeo del huerto	Receso invernal.	% de plantas productivas.	Mayor a 90	Verificar las causas de la falta de plantas y completar la densidad adecuada.

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Medidas correctivas ^e
Ramillas de escaso crecimiento	Receso invernal.	<p>Conteo de nudos de ramillas de crecimientos del año.</p> <p>Considerar al menos 5 árboles por hectárea distribuidos al azar.</p>	5 y 8 nudos por ramilla.	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la sanidad de árboles (verticilosis, Hoja de Hoz). Estos árboles deben ser reemplazados. - Mejorar la esponjosidad y capacidad de retención de humedad del suelo (incorporación de materia orgánica). - Realizar podas de rejuvenecimiento durante el invierno. - Realizar un plan de riego y nutricional en base a demanda hídrica y a estado nutricional del cultivo.
Formación de estructuras reproductivas	Pre-floración hasta inicio de pinta de fruto.	<p>Nº de nudos florales/Nº total de nudos por brotes de la temporada.</p> <p>Considerar al menos 5 árboles por hectárea distribuidos al azar.</p>	70%-80%	<ul style="list-style-type: none"> - Ajuste de carga mediante uso de raleadores químicos en la temporada precedente. - Realizar cosecha temprana en temporada precedente (no más tarde al 1 de julio). - Ajustar dosis de fertilización nitrogenada (no más del 2% de nitrógeno foliar). - Apertura de copa mediante labor de poda (iluminación).
Cuaja de frutos	Fruto cuajado (enero).	<p>Porcentaje de cuaja. Esto se mide por ramillas (4 por árbol) tomada a la altura del hombro para cada punto cardinal en 5 árboles al azar por hectárea.</p>	60%-70%	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar estado nutricional del cultivo. - Revisar cumplimiento del programa de riego. - En caso de existencia de viento por sobre 10 km/h, instalar medidas de protección (cortinas). - En caso de humedad relativa del aire inferior a 60% en período de cuaja, utilizar variedades polinizadoras.

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Medidas correctivas ^e
Tipos de cosecha al barrer: definido el punto de cosecha mayoritario, se recoge el 100% de los frutos del árbol y en bodega se realiza la selección según tipo de proceso. Floreo: la cosecha se realiza escogiendo el fruto según su estado de madurez (índice de cosecha) para su elaboración posterior	Índice de cosecha: <ul style="list-style-type: none"> - Fruto estado lechoso, de coloración verde amarillo pajizo. - Pinta, fruto con tintes violáceos en su piel. - Negro, madurez plena con piel totalmente negra o tonos violáceos y ³/₄ pulpa violácea. 	Kg totales cosechados.	6.000-8.000 kg/ha	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de color: realizar copa de apertura de follaje; reducir fertilización nitrogenada; realizar raleo de frutos; reducir ciclos de añerismos (poda, ajuste de carga, manejo de riego, cosecha temprana). - Frutos manchados: control de plagas y enfermedades (insectos chupadores, conchuela blanca de la hiedra, emplomado).

¹ Caso ficticio

^a **Punto crítico:** momento decisivo y priorizado del proceso productivo agrícola, el cual debe ser abordado para lograr el o los resultado (s) esperado (s).

^b **Estado fenológico:** estadio de crecimiento de la especie involucrada, en la cual se pueda reconocer un momento específico y diferenciador y que se encuentra relacionada con los puntos críticos.

^c **Verificador:** indicador cuantificable y verificable, que permita definir una situación determinada, asociada al correspondiente punto crítico.

^d **Rango o umbral óptimo:** valor del indicador sobre o bajo el cual se ven seriamente comprometidos los resultados esperados.

^e **Medidas correctivas:** manejos agronómicos que permitan revertir, mitigar o mejorar situaciones adversas que vayan en desmedro de la producción, asociado al correspondiente verificador.

Esta pauta de chequeo fue confeccionada en el marco del convenio de colaboración y transferencia de recursos entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), para la ejecución de un programa de apoyo y fortalecimiento de técnicos expertos. Su objetivo es identificar los puntos críticos más relevantes del cultivo abordado e implementar oportunamente acciones básicas, que permitan tanto al extensionista como al agricultor, producir de la forma más eficiente y sustentable posible.

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor.

La mención o publicidad de productos no implica recomendación de INIA.

Más información: [Cornelio Contreras S., INIA Intihuasi, cornelio.contreras@inia.cl](mailto:cornelio.contreras@inia.cl)

Para descargar el boletín completo visite nuestra biblioteca digital: <http://biblioteca.inia.cl/link.cgi/Catalogo/Boletines/>

www.inia.cl / www.indap.gob.cl

