



Manual del cultivo del Palto

Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / N° 378



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

Editora:

Andrea Torres P.

Ing. Agrónoma / INIA La Cruz

Autores:

Jaime Salvo Del P.

Ing. Agrónomo, Ph. D. / INIA La Cruz

Luis Leris G.

Téc. Agrícola / INIA Intihuasi

Andrea Torres P.

Ing. Agrónoma / INIA La Cruz

Fernando Rodríguez A.

Biólogo, Mg. / INIA La Cruz

Natalia Olivares P.

Ing. Agrónoma, Mg. / INIA La Cruz

Patricio Abarca R.

Ing. Agrónomo. M. Sc. / INIA Rayentué

Jorge Riquelme S.

Ing. Agrónomo, Mg. Dr. / INIA Raihuén

Comité Editorial:

Ernesto Cisternas A.

Ing. Agrónomo. Dr. / INIA La Cruz

Andrea Romero G.

Periodista / INIA Dirección Nacional

Andrea Torres P.

Ing. Agrónoma / INIA La Cruz

Eliana San Martín C.

Periodista / INIA La Cruz

Diseño y diagramación:

Carola Esquivel

Ricardo Del Río

Boletín INIA N° 378

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 cultivo del palto.

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

©2017. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

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

Santiago, Chile, 2017.



Manual de cultivo del Palto

Boletín INIA
INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



ÍNDICE

PRÓLOGO	9
 CAPÍTULO 1.	 11
FERTILIZACIÓN EN HUERTOS DE PALTO	
1.1. Introducción al manejo de la fertilización de paltos	11
1.2. Importancia de los macro nutrientes N, K y P en el crecimiento de brotes, flores y frutos del palto.....	12
1.3. Requerimientos nutricionales estacionales en el ciclo de producción de paltas	13
1.4. Recomendaciones para la fertilización del palto	16
Bibliografía consultada	21
 CAPÍTULO 2.	 24
PODA DEL PALTO	
2.1. Características de la poda en paltos	24
2.1.1. Importancia de la poda del palto	24
2.1.2. Épocas de poda del palto	24
2.1.3. Intensidad de la poda del palto	25
2.2. Hábitos de crecimiento y desarrollo del palto relevantes para la poda	26
2.2.1. Desarrollo y crecimiento vegetativo del palto.....	26
2.2.2. Hábito de producción del palto	28
2.3. Etapas de desarrollo del palto.....	29
2.3.1. Etapa principal de desarrollo N° 0	29
2.3.2. Etapa principal de desarrollo N° 1	29
2.3.3. Etapa principal de desarrollo N° 2	30
2.3.4. Etapa principal de desarrollo N° 3	30
2.3.5. Etapa principal de desarrollo N° 4	30
2.3.6. Etapa principal de desarrollo N° 5	31
2.3.7. Etapa principal de desarrollo N° 6	31
2.4. Sistemas de poda	32
2.4.1. Poda de formación del palto	32
2.4.2. Poda de producción del palto	32

2.4.3. Poda de rejuvenecimiento del palto.....	36
Bibliografía consultada	37

CAPÍTULO 3.

PROGRAMACIÓN Y MANEJO DEL RIEGO EN EL PALTO..... 40

3.1. Introducción.....	40
3.2. Requerimiento de agua de los árboles.....	44
3.3. Períodos críticos del palto en relación con el riego.....	48
3.4. Determinación de la humedad del suelo	50
3.5. Control del riego.....	51
3.5.1. Pauta de trabajo seguimiento práctico en terreno.....	52
Bibliografía consultada	54

CAPÍTULO 4.

PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL PALTO Y SU MANEJO 55

4.1. Introducción.....	55
4.2. Tristeza del palto: <i>Phytophthora cinnamomi</i>	56
4.2.1. Sintomatología	56
4.2.2. Condiciones que favorecen la enfermedad.....	58
4.2.3. Formas de diseminación	58
4.2.4. Prevención y control	58
4.3. <i>Dothiorella</i> spp.	59
4.3.1. Sintomatología.....	59
4.3.2. Condiciones predisponentes	59
4.3.3. Prevención y control	60
4.4. <i>Antracnosis: Colletotrichum</i> sp.	60
4.4.1. Sintomatología	60
4.4.2. Condiciones que la favorecen	62
4.4.3. Prevención y control	62
4.5. Pudrición Negra de Raíces: <i>Cylindrocarpon destructans</i>	63
4.5.1. Sintomatología	63
4.5.2. Condiciones que la favorecen	64

4.5.3. Prevención y control	64
Bibliografía consultada	65

CAPÍTULO 5.

USO DE ABEJA DE MIEL EN LA POLINIZACIÓN DEL PALTO..... 68

5.1. Introducción	68
5.2. Floración	68
5.3. Polinizadores	71
5.4. Polinizantes	73
5.5. Cantidad de abejas	73
5.6. Ubicación de colmenas	74
5.7. Otros manejos	75
5.8. Introducción y distribución de las colmenas	76
5.9. Atractividad de flores	77
5.10. Roles del agricultor/apicultor	78
Bibliografía consultada	78

CAPÍTULO 6.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DEL PALTO..... 81

6.1. Introducción	81
6.2. Implementación del MIP en huertos del palto	82
6.2.1. Araña roja del palto. <i>Oligonychus yothersi</i> (Mc Gregor)	82
6.2.2. Trips del palto. <i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>	86
6.2.3. Complejo de escamas blancas. <i>Hemiberlesia lataniae</i> , <i>Hemiberlesia rapax</i> , <i>Aspidiotus nerii</i>	88
6.2.4. Conchuela negra del olivo. <i>Saissetia oleae</i> (Olivier)	93
6.2.5. Chanchitos Blancos. <i>Pseudococcus calceolariae</i> y <i>Pseudococcus longispinus</i>	95
6.2.5.1. Chanchito Blanco de Cola Larga. <i>Pseudococcus longispinus</i> (Targioni y Tozzetti)	95
6.2.5.2. Chanchito Blanco citrícola. <i>Pseudococcus calceolariae</i> (Maskell)	96
Bibliografía consultada	100

CAPÍTULO 7.
INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS EN
HUERTOS DE PALTO 101

7.1. Introducción 101

7.2. Aplicación de plaguicidas en huertos de palto 102

7.2.1. Condiciones atmosféricas 102

7.2.2. Oportunidad de aplicación 102

7.2.3. Tipo de plaguicida, dosificación y calidad del agua..... 102

7.2.4. Condición del cultivo y diseño del huerto 103

7.2.5. Inspección y regulación de pulverizadores agrícolas 106

7.2.5.1. Inspección de pulverizadores..... 107

7.2.5.2. Regulación de pulverizadores..... 110

Bibliografía consultada..... 117

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 palto.

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 palto, 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 palto.

CAPÍTULO 1.

FERTILIZACIÓN EN HUERTOS DE PALTOS

Jaime Salvo Del P.
Ing. Agrónomo, Ph. D.
INIA La Cruz

1.1. Introducción al manejo de la fertilización de paltos

El enfoque actual para el manejo de la fertilización del palto se orienta a proveer fertilizantes en épocas y cantidades específicas en cada predio, de acuerdo a los requerimientos nutricionales que el palto tiene para sostener un determinado nivel de producción de paltas. De esta forma, se propone aumentar los rendimientos sin incrementar innecesariamente los costos de producción, disminuir los riesgos de contaminación de la napa subterránea cuando estos percolan en profundidad, bajo el nivel de las raíces y, se busca mantener un suelo con suficiente materia orgánica, que provee microorganismos que en forma natural crean condiciones adecuadas para el desarrollo y buen funcionamiento de las raíces.

Es ampliamente reconocido que los microorganismos participan de los procesos de mineralización de nutrientes, de formación de humus y de formación de redes de células para trasladar hacia las raíces los nutrientes que no se movilizan fácilmente en el suelo, tales como el fósforo (P). Asimismo, se reconoce que las prácticas de fertilización que son excesivas tienden a reducir la cantidad y diversidad de organismos presentes en el suelo, afectando el equilibrio ecológico que se asocia con los atributos del suelo requeridos para dar sostenibilidad a la producción agrícola de paltos en los huertos.

La falta de producción, con frutos de gran volumen, es un problema recurrente en huertos de palto. En los años de gran producción ("on") el tamaño promedio de los frutos se reduce y, en los años de baja producción ("off") se observa una mayor proporción de frutos grandes, pero el volumen total es menor. Este fenómeno se denomina añerismo y, se asocia a la disponibilidad de una cantidad suficiente de nutrientes orgánicos e inorgánicos para el crecimiento de raíces, brotes, flores y frutos en diferentes épocas del año.

En los sistemas de producción de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), los bajos rendimientos de paltas (menores a 6 t/ha) normalmente se asocian a árboles que han crecido con escaso vigor. Esta situación ocurre normalmente como consecuencia del efecto de las deficiencias hídricas y/o nutricionales que se presentan durante los primeros años de formación de los paltos.

La cantidad de nutrientes que extrae un huerto con bajos rendimientos, es menor si se compara con la cantidad de nutrientes que extraen huertos vigorosos con rendimientos superiores a 15 toneladas cada año. Asimismo, en huertos poco vigorosos con bajos rendimientos, la cantidad de nutrientes requeridos para formación de nuevos brotes y raíces, es menor que en los huertos de mayor vigor. Cabe destacar que en huertos con poco vigor, no se realizan labores intensas de poda y, la mayoría de los nutrientes contenidos en las hojas se reciclan sin abandonar el predio, por lo tanto, en este caso se debe considerar este aporte para ajustar las necesidades nutricionales del huerto. En huertos vigorosos con altos rendimientos, los requerimientos de macronutrientes N, P y K para formación de nuevos brotes vigorosos, se recomienda aplicar nutrientes en forma proporcional a las expectativas de rendimiento y de crecimiento vegetativo cada año. De esta forma, se necesita efectuar un programa de fertilización ajustado a la edad de los árboles y a las expectativas de rendimiento en cada predio.



Figura 1.1. Desarrollo y crecimiento conjunto de flores, nuevos frutos cuajados y paltas del año anterior en paltos vigorosos.

1.2. Importancia de los macro nutrientes N, K y P en el crecimiento de brotes, flores y frutos del palto

Es ampliamente reconocido el rol que el nitrógeno cumple en la promoción del vigor en el crecimiento de brotes y frutos. Sin embargo, el excesivo vigor puede inhibir el desarrollo de yemas florales en otoño, reducir la cuaja de nuevos frutos en primavera y la calidad de la fruta cosechada. Un excesivo nivel de nitrógeno en la pulpa puede inducir problemas de deterioro interno de la fruta, a su vez

se asocian con la reducción de los niveles de calcio requeridos en la palta para prolongar su capacidad de transporte.

El potasio es un elemento mineral que contribuye en los procesos de transporte de agua al interior de las células del árbol y de sus frutos, por lo cual tiene un importante rol en el crecimiento vigoroso de raíces, brotes y frutos. En forma específica el potasio facilita los procesos de transporte de carbohidratos hacia las raíces y frutos en crecimiento, esencial para una adecuada acumulación de materia seca para un alto rendimiento de frutos de tamaño comercial. Además es importante en los mecanismos de protección de la planta frente a condiciones de heladas o sequías. El potasio participa en la regulación de los contenidos de agua en las hojas del palto, lo que posibilita que las hojas se inclinen hacia abajo cuando hay estrés hídrico.

El cambio del ángulo de exposición al sol permite proteger la hoja cuando las temperaturas son tan altas y el dosel no es capaz de transpirar adecuadamente y reducir su temperatura a niveles fisiológicos adecuados. Asimismo, el potasio contribuye a aumentar la concentración de solutos contenidos en las células de brotes y hojas del palto, lo que es útil para reducir el punto de congelamiento del agua en sus tejidos y reducir el nivel de daño de heladas de fines de invierno o inicios de primavera.

El fósforo es un importante nutriente que está asociado a los procesos de transporte de la energía química, durante la fotosíntesis, para la producción de carbohidratos. Posteriormente estas moléculas son requeridas durante la floración y para incrementar la acumulación de aceites en el fruto.

El fósforo también cumple un importante rol en la formación de membranas celulares que regulan el tráfico de agua y otros nutrientes entre las células de brotes, flores y frutos. Se sabe que la disponibilidad de fósforo está fuertemente asociada al desarrollo de raíces y condicionada por el pH del suelo.

1.3. Requerimientos nutricionales estacionales en el ciclo de producción de paltas

La época del año cuando se produce una mayor demanda de nutrientes es primavera. Si en este período hay escasez de agua o de nutrientes, se limita el crecimiento de frutos y de los brotes que dan soporte a la producción de flores para la temporada siguiente. La determinación de los requerimientos nutricionales del árbol debe tomar en cuenta que el ciclo de producción de frutos presenta tres etapas (Figura 1.2).

La primera etapa se inicia en primavera, cuando se desarrollan brotes vigorosos que pueden dar origen a la producción de brotes cortos con menor vigor en verano, estos brotes forman yemas florales durante el otoño y llegan a florecer en la siguiente temporada.

La floración que ocurre durante la nueva primavera da inicio a la segunda etapa del ciclo de producción de fruta, las flores son polinizadas y, los frutos que cuajan en la primavera y en el verano siguen creciendo durante los meses de otoño e invierno. En esta etapa los frutos en crecimiento acumulan la mitad (50%) de sus requerimientos totales de N, P, Mg y S, 30% de sus requerimientos de K y B y 100% de sus requerimientos de Calcio.

Durante la tercera etapa se produce el crecimiento final del fruto durante la primavera y verano, antes de su cosecha. En esta etapa los frutos completan el 100% de la acumulación de los nutrientes, alcanzan niveles de materia seca de 20 a 25% y niveles de aceite de 10 a 15% en zonas mediterráneas.

Los niveles de aceite corresponden aproximadamente al 50% de la materia seca total del fruto. Si la palta se cultiva en zonas húmedas subtropicales, la humedad del fruto aumenta, se reduce el nivel de materia seca y el contenido proporcional de aceite, por lo cual, condiciones climáticas de la zona central de Chile posibilitan la obtención de frutos con más altos contenidos de aceite, que confieren excelentes atributos de calidad organoléptica a la producción de paltas.

En la variedad Hass, la semilla, la pulpa y la cáscara de la palta contienen 13, 67 y 20% de la materia seca total del fruto, respectivamente. Los macronutrientes N, P y K representan 1,19 %, 0,35 % y 1,96 % de la materia seca total del fruto, respectivamente. De tal forma que una producción de 10 toneladas de paltas con 21% de materia seca extrae desde el campo un volumen de 25 kg de nitrógeno, 7,5 kg de fósforo y 40 kg de potasio. Sin embargo, para incluir como parte de los requerimientos necesarios para el desarrollo vegetativo, la cantidad que se pierde por percolación profunda y, otros procesos naturales se estima que la producción de 1 tonelada de paltas requiere 8,2 kg de N, 2,5 kg de P_2O_5 y 13,1 kg de K_2O (Cuadro 1.1). Si la producción total sube a 20 t/ha (año "on"), los requerimientos para alimentar la fruta se duplican. En cambio, en años con rendimientos bajos de 5 t/ha (año "off"), los requerimientos se reducen proporcionalmente a la mitad.

NUTRICIÓN PALTOS	
Rendimiento 1.000 (Kg/ha)	
Nitrógeno	8.2 Kg
Fósforo	2.5 Kg
Potasio	13.1 Kg

Cuadro 1.1. Requerimientos para la nutrición de paltos.

Por la competencia de nutrientes entre el crecimiento de brotes, yemas florales, frutos de la temporada anterior y nuevos frutos recién cuajados, el palto necesita producir suficientes carbohidratos y proveer cantidades de nutrientes necesarios para los requerimientos de cada una de las tres etapas (Figura 1.2). Si no son suficientes para estas demandas, normalmente se produce una caída natural de frutos cuajados, un menor crecimiento de brotes vigorosos y no vigorosos requeridos para formar yemas florales en verano, una significativa disminución del rendimiento o una reducción del tamaño del fruto, que normalmente se determina durante los primeros 3 meses después de la cuaja.



Figura 1.2. Los frutos antiguos en crecimiento compiten con las flores por carbohidratos y nutrientes.

La demanda de agua y nutrientes del árbol cambia de acuerdo con la cantidad de estructuras vegetativas y reproductivas formadas en cada etapa, las cuales

se consideran componentes críticos de la producción total de paltas cada año (Cuadro 1.2). El manejo de la fertilización requiere proveer los nutrientes de acuerdo a la intensidad de los requerimientos demandados para el desarrollo de un número determinado de estos componentes críticos en cada estación del año. Por lo tanto, las fechas de aplicación de nutrientes se ajustan de acuerdo con los requerimientos estacionales.

Cuadro 1.2. Componentes críticos de la producción de paltas.

Componentes críticos de la producción de paltas
1. Número de nuevas raíces desarrolladas durante otoño (volumen de suelo del palto).
2. Número de yemas vegetativas desarrolladas con brotes silépticos en primavera.
3. Número de yemas terminales y laterales desarrolladas con brotes de tipo proléptico en verano.
4. Número de yemas florales formadas en otoño (% yemas florales versus yemas vegetativas)
5. Número de flores en invierno y primavera.
6. Número de frutos cuajados y retenidos en primavera y verano (% cuaja).
7. Número de frutos en desarrollo que el palto retiene durante 15 meses hasta cosecha.
8. Peso y contenido de aceite de los frutos en la cosecha de primavera y verano (según % M.S.).

1.4. Recomendaciones para la fertilización del palto

Huertos con bajos rendimientos, se asocia a falta de vigor de los árboles, lo cual se presenta como consecuencia de problemas de calidad de las plantas o de errores en el manejo agronómico. También puede ser causado por problemas de sequías, de salinidad, de falta de aireación o de insuficiente drenaje en los suelos, los que resultan limitantes para el ensanchamiento del grosor de los brotes.

Esto se evidencia en el diámetro basal del tronco del árbol. Si en una plantación de 10 años de edad hay troncos con una diámetro basal menor a 21 cm (equivalente a una tubería de 8 pulgadas) es probable que el dosel del árbol presente un vigor histórico reducido. En este caso, se recomienda identificar la causa para aplicar una estrategia de solución, la cual puede ser ajustar la plantación a la disponibilidad real de agua de riego, calibración y regulación del sistema de

riego; estrategias de poda para desarrollar nuevos brotes con suficiente vigor, previo a la aplicación de fertilizantes nitrogenados que aumentan el vigor del árbol.



Figura 1.3. Los nutrientes contenidos en las hojas se reciclan en el campo y reducen los requerimientos de fertilización cada año.

Cuadro 1.3. Unidades mínimas de nutrientes requeridas para la nutrición del huerto en distintos niveles de rendimiento total.

kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
5.000	41	12	65
6.000	49	15	79
7.000	57	17	92
8.000	65	20	105
9.000	74	22	118
10.000	82	25	131
11.000	90	27	144
12.000	98	29	157
13.000	106	32	170
14.000	115	34	183
15.000	123	37	196
20.000	164	49	262
25.000	205	61	327

Para la producción de 11 toneladas de paltas, se requiere una dosis aproximada a 90 unidades de Nitrógeno/ha, pero se debe proyectar qué cantidad de fruta espera cosechar cada año. Si la producción esperada es menor a 6 t/ha no debe aplicar más de 50 unidades de N/ha (Cuadro 1.3), ya que, la cantidad de nutrientes destinados a producción de brotes y hojas es baja.

El exceso de nitrógeno es un costo extra que no aprovecha y genera riesgo de contaminación de la napa subterránea con nitratos. Se recomienda aplicar fertilizantes nitrogenados que combinen amonio y nitratos, debido a que la aplicación exclusiva de urea reduce la absorción de calcio y la aplicación exclusiva de nitratos aumenta el riesgo de lixiviación hacia la napa subterránea. Estos riesgos se disminuyen si el suelo contiene adecuados niveles de materia orgánica, que permite reducir la dosis de nitrógeno aplicado. La materia orgánica aporta nitrógeno a medida que poblaciones de microorganismos aumentan en el suelo y descomponen la materia orgánica (Figura 1.3).

Si las plantas son vigorosas y presentan un adecuado crecimiento de raíces, brotes y hojas, se estima que se necesita duplicar la cantidad de nitrógeno aplicado, especialmente en el mes de octubre después de la cuaja. En esta época del año, además de la demanda para el desarrollo de nuevos brotes vigorosos, de frutos antiguos en crecimiento y de nuevos frutos recién cuajados, por una mayor disponibilidad de nitrógeno se estimula la producción de citoquina en las raíces, que se desplazan a los brotes y promueven el desarrollo de brotes laterales silépticos, que normalmente son inhibidos por la producción de auxinas de la yema terminal que presenta una fuerte dominancia apical (Figura 1.4).



Figura 1.4. Huerto de paltos vigorosos con desarrollo de brotes silépticos, flores y frutos en crecimiento.

Por los requerimientos nutricionales de la fruta, la demanda de potasio equivalente a 160 % de los requerimientos de nitrógeno de las paltas. La palta acumula potasio de manera más acelerada durante el segundo año de crecimiento del fruto, por lo que, la dosis de potasio (K_2O) debe ser ajustada anualmente en función de la cosecha esperada en ese año en particular. Se recomienda aplicar potasio, zinc y boro a inicios de la primavera, antes de la floración y desarrollo de brotes vigorosos.

En el caso del fósforo, se estima una demanda equivalente a 30% de los requerimientos de nitrógeno de las paltas. De acuerdo con las características estacionales de acumulación de nutrientes en el fruto es recomendable realizar la aplicación de N, P_2O_5 , Mg, S, Fe y Zn después de la cuaja en la primavera de cada año. La dosis de fertilizantes debe ajustarse cada año en función de la expectativa de cosecha sumada a la expectativa de cuaja de nueva fruta, debido a que la acumulación de estos nutrientes en el fruto se produce en partes iguales en el primer y segundo año de crecimiento de la fruta.

La cantidad de fósforo que se aplica cada año corresponde a una dosis de mantención de las reservas disponibles en el suelo. Normalmente hay una disponibilidad suficiente de este nutriente en el suelo debido al pH alcalino (7 – 8) que tiene el agua de riego en la zona central de Chile.

En zonas subtropicales donde el suelo es más ácido (6 – 7) se realiza un encalado con $CaCO_3$ para aumentar la disponibilidad de P. Sin embargo, las prácticas de acidificación del agua en sistemas de riego presurizado imponen el riesgo de reducir la disponibilidad temporal de fósforo.

Prácticas de encalado han sido usadas con éxito en un huerto de palto con buenos rendimientos, sin limitaciones hídricas en la zona de La Ligua, junto a la aplicación de materia orgánica de origen animal, uso de coberturas vegetales de pasto chépica e incorporación de lombrices en los suelos.

Respecto de micronutrientes relevantes para la producción de paltas, el boro también se acumula de forma más acelerada durante la segunda temporada de crecimiento del fruto. Esto es importante porque el boro es requerido temprano en primavera para apoyar el desarrollo del tubo polínico, en un momento en que la fruta antigua en crecimiento está realizando una fuerte demanda de boro (Figura 1.5). Por lo tanto, en años de alta carga frutal (“on”) resulta útil aumentar la dosis de boro proporcionalmente a la cosecha esperada. La gran cantidad de calcio en el suelo reduce la disponibilidad de boro en el suelo, en condiciones de pH ácido (<7) o básico (>7). Aplicación de 300 g de bórax al suelo logran aumentar los niveles de boro foliar, lo cual es una estrategia adecuada para resolver

deficiencias de este nutriente. La aplicación se reparte en ambos lados del árbol, cercano a las raíces en el mes de enero.

Es interesante destacar que todo el calcio que contiene el fruto se acumula durante los primeros 5 meses de desarrollo inicial. Esto se explica porque el calcio sólo se moviliza a células en activo crecimiento, tal como ocurre en el desarrollo inicial de la semilla. Por esta razón, los frutos antiguos que crecen en primavera no logran acumular más calcio del que pudieron almacenar durante sus primeros meses de desarrollo. En cambio, los nuevos brotes vigorosos desarrollados en la primavera compiten fuertemente por este nutriente, reduciendo la disponibilidad para los nuevos frutos en crecimiento. En la zona central de Chile la disponibilidad de calcio en el suelo no es problema. Sin embargo, hay antecedentes de que la aplicación de nitrato de calcio (300 kg/ha) a fines de noviembre, puede aumentar la concentración de calcio de la palta Hass en la zona de Cabildo, mejorando la calidad de postcosecha en almacenaje refrigerado.



Figura 1.5. El nutriente boro es requerido en el proceso de fecundación y cuaja de los frutos.

Cuando los niveles de Zn en el suelo son bajos, se puede mejorar su disponibilidad cuando los contenidos de materia orgánica son altos. En cambio los suelos arcillosos y la presencia de carbonatos reducen su disponibilidad. Cabe destacar que las estrategias de fertilización foliar de Zinc son inefectivas. En plantaciones mexicanas, plantadas a 8 x 8 metros, sobre suelo con pH ácido (6) bastan dos aplicaciones de 0.75 kg ZnSO_4 para aumentar los rendimientos y corregir las deficiencias observadas.

En la zona de producción de paltas en Chile el pH es básico (8), por lo que para aplicar esta estrategia resulta necesario, en forma conjunta, acidificar el suelo con ácido fosfórico. Durante enero es una fecha oportuna de aplicación, porque la fruta está recién cuajada. Una segunda fecha corresponde al inicio de la primavera (en septiembre), cuando se produce una alta demanda hídrica y nutricional para el desarrollo de nuevos brotes. Alternativamente puede ser relevante proveer una dosis tarde en otoño para crear reservas que puedan aportar a la floración que ocurre temprano en invierno.

Cuando se acidifica con ácido fosfórico, baja el pH y el fierro que está retenido en el suelo, se hace más disponible. Si el análisis de suelo indica que el suelo tiene baja disponibilidad de fierro, se puede aplicar sulfato de fierro. Es interesante notar que altos contenidos de nitratos reducen el ingreso de cloro a las raíces induciendo síntomas de deficiencia de fierro. Cuando se elevan los niveles de cloro disuelto en la solución del suelo, se corrigen las deficiencias de fierro. Para corregir deficiencias de fierro se recomienda aplicar 150 g/árbol de quelato de fierro (Fe-EDDHA).

Para verificar los resultados de los programas de fertilización propuestos en los predios se recomienda realizar análisis foliar de nutrientes en marzo o abril, para lo cual se colectan hojas maduras antiguas desarrolladas en los brotes de primavera.

Bibliografía consultada

- G. Adar. 1999. The annual production and utilization of dry matter of an avocado (*Persea americana* Mill.) tree. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5:89-94.
- Balemi, T. & Negisho, K. (2012). Management of soil phosphorus and plant adaptation mechanisms to phosphorus stress for sustainable crop production: a review. *Journal of soil science and plant nutrition*, 12(3), 547-562.
- Boldingh, H. L., Alcaraz, M. L., Thorp, T. G., Minchin, P. E. H., Gould, N., & Hormaza, J. I. (2016). Carbohydrate and boron content of styles of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) flowers at anthesis can affect final fruit set. *Scientia Horticulturae*, 198, 125-131.
- Castillo y González, A. M., Tirado y Torres, J. L., Rubí y Arriaga, M., & Avitia y García, E. (2000). Seasonal variation in nutrient concentration in leaves and inflorescences of avocado. *Journal of plant nutrition*, 23(5), 663-671.

- De Freitas, S. T., & Mitcham, E. I. (2012). 3 Factors Involved in Fruit Calcium Deficiency Disorders. *Horticultural reviews*, 40, 107.
- Garner, L. C., & Lovatt, C. J. (2008). The relationship between flower and fruit abscission and alternate bearing of 'Hass' avocado. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133(1), 3-10.
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., & Ahmed, I. (2010). Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Annals of Microbiology*, 60(4), 579-598.
- Kiggundu, N., Migliaccio, K. W., Schaffer, B., Li, Y., & Crane, J. H. (2012). Water savings, nutrient leaching, and fruit yield in a young avocado orchard as affected by irrigation and nutrient management. *Irrigation Science*, 30(4), 275-286.
- Merfield, C. N. (2012). Directions for research in the certified organic management of *Phytophthora cinnamomi* in avocados. Disponible en: <https://www.bhu.org.nz/future-farming-centre/ffc/information/crop-management/diseases/directions-for-research-in-the-certified-organic-management-of-phytophthora-in-avocados-2012-ffc-merfield.pdf>. Consultado en junio 2016.
- Montoya, S. (2013). Evaluación química de la fibra en la semilla, pulpa y cáscara de tres variedades de aguacate. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1).
- Osorio Vega, N. W., Serna Gómez, S. L., & Montoya Restrepo, B. E. 2012. Use of soil microorganisms as a biotechnological strategy to enhance avocado (*Persea americana*)-plant phosphate uptake and growth. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*; Vol. 65, núm. 2 (2012) 2248-7026 0304-2847.
- Rengrudkij, P., & Partida, G. J. (2003). The effects of humic acid and phosphoric acid on grafted Hass avocado on Mexican seedling rootstocks. In *Actas V Congreso Mundial del Aguacate* (pp. 395-400).
- Römheld, V., & Kirkby, E. A. (2010). Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and Soil*, 335(1-2), 155-180.
- Rosecrance, R., Faber, B., & Lovatt, C. (2012). Patterns of nutrient accumulation in 'Hass' avocado fruit. *Better Crops*, 96(11), 12-13.

- Serna, S. L., Montoya, B., & Osorio, N. W. (2012). Monitoreo del pH y fósforo soluble en la rizosfera de árboles de aguacate en el Norte y Oriente Antioqueño. *Suelos Ecuatoriales*, 42(2), 93-97.
- Smith, H. M., & Samach, A. (2013). Constraints to obtaining consistent annual yields in perennial tree crops. I: Heavy fruit load dominates over vegetative growth. *Plant Science*, 207, 158-167.
- Wang, W., Bostic, T. R., & Gu, L. (2010). Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. *Food Chemistry*, 122 (4), 1193-1198.
- Witney, G. W., Hofman, P. J., & Wolstenholme, B. N. (1990). Effect of cultivar, tree vigour and fruit position on calcium accumulation in avocado fruits. *Scientia Horticulturae*, 44(3-4), 269-278.
- Ziv, D., Zviran, T., Zezak, O., Samach, A., & Irihimovitch, V. (2014). Expression Profiling of FLOWERING LOCUS T-Like Gene in Alternate Bearing 'Hass' Avocado Trees Suggests a Role for PaFT in Avocado Flower Induction. *PLOS ONE*, 9(10), e110613. Disponible en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0110613>.

CAPÍTULO 2. PODA DEL PALTO

Jaime Salvo Del P.
Ing. Agrónomo, Dr.
INIA La Cruz

2.1. Características de la poda en paltos

2.1.1. Importancia de la poda del palto

Huertos de paltos con limitaciones en la disponibilidad oportuna de agua y de nutrientes, presentan rendimientos menores a 9 t/ha y una producción anual que varía mucho en ciclos de añerismo, con años de poca o de mucha carga frutal.

El ciclo de añerismo se inicia normalmente en un año de muy baja producción, por ejemplo, si las heladas o las sequías producen la caída anticipada de los frutos en crecimiento. A continuación el árbol desarrolla una gran cantidad de flores en la siguiente primavera, lo que puede dar origen a una mayor producción al año siguiente. Sin embargo, este incremento excesivo en la producción de paltas reduce la cantidad de yemas florales disponibles en el siguiente otoño y consecuentemente, reduce la producción de flores en la siguiente primavera. Quince meses después, se reduce también la producción de paltas en el verano y se da inicio a un nuevo ciclo. Este ciclo se repite en períodos alternados con un año de mucha producción (on) y uno o más períodos de poca producción (off), hasta que el árbol logra un balance adecuado entre su vigor y su capacidad estructural para dar soporte hídrico y nutricional a la producción de paltas cada año. El productor debe hacer un ajuste de los manejos del riego, de la fertilización y de la poda para promover este balance, tomando en cuenta las limitaciones climáticas que se presentan cada año y que pueden dar origen al inicio de un nuevo ciclo de añerismo.

2.1.2. Épocas de poda del palto

Para definir la época de poda cabe recordar que el palto es un frutal de hoja persistente. Las hojas desarrolladas en verano pueden permanecer activas durante el otoño y el invierno hasta el desarrollo de nuevas hojas durante la primavera, pero con significativas diferencias en su capacidad de intercambiar gases CO_2 y H_2O en el proceso de fotosíntesis.

De esta forma, no hay ningún período del año donde el árbol exponga su

arquitectura, sin interferencia visual de las hojas, para disponer de una época cuando se pueda efectuar fácilmente las tareas de poda, tal como ocurre en el caso de los árboles frutales de hoja caduca durante el receso vegetativo en otoño e invierno. En cambio, el palto mantiene el crecimiento de sus frutos y la formación de nuevas yemas florales durante esta época, por lo que, la remoción de brotes mediante poda también remueve una cantidad proporcional de paltas en crecimiento, elimina un porcentaje de las flores disponibles para cuajar nuevos frutos en la siguiente primavera y, reduce la calidad de las yemas vegetativas utilizadas para reinjertación, lo cual indica que puede ocurrir una interrupción de la distribución normal de carbohidratos a las yemas cuando se poda en otoño.

Por lo expuesto, se recomienda programar las podas en los meses que quedan disponibles después de la cosecha. En años de baja producción se sugiere podar a inicios de invierno para aprovechar el desarrollo vigoroso de brotes de primavera en la formación de nuevas ramas productivas, luego se necesita realizar podas de rebaje en primavera para promover el desarrollo de brotes laterales en verano y la formación de yemas florales en otoño. Si el huerto está ubicado en sectores planos con riesgo de heladas es conveniente desfasar la poda para fines de invierno. Normalmente, después de remover las yemas terminales de los brotes mediante poda, se reduce el nivel de sustancias inhibidoras de la brotación, tales como auxinas, acumuladas en las yemas laterales de los brotes. En forma conjunta, la fertilización nitrogenada promueve en la raíz la producción de sustancias promotoras de la brotación de yemas vegetativas, tales como citoquinas, que generan brotes silépticos. Estos procesos biológicos pueden extenderse por más de un mes, especialmente cuando las temperaturas se mantienen bajas a inicios de primavera. De tal forma que las podas tempranas en otoño dan oportunidad de lograr una brotación temprana en primavera que permite desarrollar brotes vigorosos, en cambio, si la poda es tardía en invierno no se cumple este propósito, pero se logra proteger estos brotes del daño por heladas tempranas en primavera.

2.1.3. Intensidad de la poda del palto

Los rendimientos son directamente proporcionales al volumen de follaje disponible para generar los carbohidratos requeridos en la producción de paltas, por lo que, se recomienda diseñar estrategias de poda mínima de acuerdo con las necesidades de cada predio. Además, cuando se realizan podas para iluminar el interior del dosel mediante “apertura de ventanas” el palto tiende a desarrollar rápidamente nuevos brotes que ocupan el espacio disponible y que cierran nuevamente el espacio de luz anteriormente creado.

La poda de reducción del tamaño de los paltos debe realizarse en varias etapas, removiendo sólo algunas ramas cada vez. Esto permite un aumento proporcional del rendimiento de las ramas que quedan en el palto, sin afectar el rendimiento total. Este tipo de poda permite que la mayor cantidad de fruta se distribuya en zonas de altura media en el árbol y no en la parte alta como es usual. Este manejo también mejora los índices de madurez de cosecha de la fruta ubicada a media altura en el dosel. En los sistemas de plantación actual, con mayor cantidad de árboles por hectárea, las estrategias de poda se orientan a mejorar el rendimiento, el tamaño de las paltas y su calidad comercial en postcosecha. Los sistemas de poda también tienen por objetivo disminuir el añerismo y facilitar el manejo cultural del huerto (aplicaciones de plaguicidas, cosecha, etcétera), a través de un balance entre el desarrollo vegetativo y reproductivo. Además, se considera que los sistemas de alta densidad se ajustan de mejor forma a las condiciones climáticas de la zona central de Chile, donde el palto tiende naturalmente a ser menos vigoroso que en zonas donde las precipitaciones superan los 800 mm anuales.

Por esta razón, la intensidad de la poda del palto en cada predio debe ajustarse en concordancia con el vigor del huerto. Se recomienda mantener un equilibrio entre el vigor del árbol y la producción de paltas cada año, promover el desarrollo de brotes vigorosos en primavera para dar soporte a la generación de brotes cortos, promover el desarrollo de brotes laterales en verano con yemas florales en otoño, limitar el crecimiento del palto en altura, remover ramas envejecidas del árbol, eliminar partes del árbol dañadas por heladas, quemaduras de sol o enfermedades.

2.2. Hábitos de crecimiento y desarrollo del palto relevantes para la poda

2.2.1. Desarrollo y crecimiento vegetativo del palto

El palto presenta un tronco central que se engrosa vigorosamente si recibe suficiente agua y nutrientes durante los primeros 5 años de vida. El desarrollo de los brotes también es vigoroso durante este período, por lo que, predominan los brotes de tipo siléptico (chupones), los cuales desarrollan un eje central y brotes laterales en forma simultánea. El brote principal del palto presenta un crecimiento vegetativo continuo en altura, que se denomina monopodial, el cual da origen a una conformación arquitectónica de Eje Central. Si en esta etapa de formación estructural del árbol se presentan restricciones hídricas, nutricionales o daño de la yema terminal del brote principal, se detiene el predominio del eje central, dando paso al desarrollo de una yema lateral que retoma la posición

predominante. Esta forma de desarrollo se denomina simpodial. Si esto ocurre muy temprano en la vida del árbol, se puede desarrollar más de una yema en forma simpodial dando origen a una conformación arquitectónica en forma de copa, vaso o multi-eje.



Figura 2.1. Palto Hass con sistema de conducción de eje central.



Figura 2.2. Palto Hass en sistema de conducción de copa, vaso o multi-eje.

A medida que el árbol envejece y disminuye el vigor, la dominancia apical se intensifica y disminuye el desarrollo simultáneo de un brote principal junto a los brotes laterales. El desarrollo de nuevos brotes es estacional en primavera, verano y otoño, en zonas de clima templado Mediterráneo (C) o semidesértico (BS) que son predominantes en la zona central de Chile. Cuando el árbol tiene más de 10 años, predomina el desarrollo de brotes cortos que se alargan mediante el desarrollo de la yema terminal con escaso desarrollo lateral. El brote lateral corto que se desarrolla a partir de una yema en reposo y recibe el nombre de proléptico.



Figura 2.3. Brotes laterales silépticos (S) y prolépticos (P).

2.2.2. Hábito de producción del palto

El hábito de producción del palto en esta zona agroclimática consiste en el desarrollo de brotes vegetativos durante la primavera, seguido del desarrollo de brotes laterales durante el verano y formación de yemas florales en los brotes laterales durante el otoño.

Así la floración ocurre en la primavera siguiente en brotes formados en verano con más o menos 9 meses de edad. La floración también puede ocurrir en forma anticipada en el invierno si las condiciones meteorológicas se presentan más

cálidas y se acumulan suficientes horas de calor para el desarrollo de las yemas florales. Estas flores pueden cuajar y dar origen a una fruta con forma más redonda de tipo inverniza. Sin embargo, en otoño la formación de yemas florales puede ser escasa si el árbol tiene una carga excesiva de fruta o si el riego y la fertilización nitrogenada son excesivos y promueven el desarrollo de brotes vegetativos vigorosos durante el verano.



Figura 2.4. Yemas florales.

2.3. Etapas de desarrollo del palto

Se describen las etapas de desarrollo estacional del palto (*Persea americana* Mill.) en la zona central de Chile de acuerdo con las categorías identificadas en la escala BBCH.

2.3.1. Etapa principal de desarrollo N° 0

Desarrollo de yemas vegetativas: formación de yemas vegetativas latentes (primavera, verano, otoño), yema vegetativa hinchada (invierno, otoño), yemas brotadas (invierno, primavera, verano).

2.3.2. Etapa principal de desarrollo N° 1

Expansión de la hoja primaria (primavera, verano). Las nuevas hojas presentan

un color rojizo distintivo, debido a la falta de pigmentos de la clorofila y se distribuyen en forma espiral en torno al tallo principal, de modo de maximizar la exposición del grupo de hojas a la exposición solar, captando así la energía requerida para la fotosíntesis y proporcionando un mecanismo de protección de los frutos en contra de los daños por quemadura de sol.



Figura 2.5. Disposición radial de hojas en cada brote.

2.3.3. Etapa principal de desarrollo N° 2

La formación de brotes axilares de tipo siléptico (primavera). El brote principal es originalmente de tipo proléptico porque emerge desde una yema vegetativa completamente formada. Luego el brote principal aumenta en grosor y desarrolla brotes silépticos a partir de yemas no visibles formadas sin desarrollo tejido vegetativo protector.

2.3.4. Etapa principal de desarrollo N° 3

Extensión primaria del brote (primavera, verano).

2.3.5. Etapa principal de desarrollo N° 4

Desarrollo reproductivo: yemas reproductivas en estado latente visibles (otoño), yema reproductiva hinchada (invierno, primavera), brotación de yema floral (invierno, primavera).



Figura 2.6. Elongación de inflorescencias.

2.3.6. Etapa principal de desarrollo N° 5

Floración: primeras flores abiertas (invierno, primavera), 100% flores abiertas (primavera).

2.3.7. Etapa principal de desarrollo N° 6

Desarrollo de la fruta. Se considera que en los primeros 3 meses de desarrollo inicia queda determinado el tamaño final de la fruta. En otoño del año siguiente la fruta puede alcanzar el 80% de su tamaño final pero aún no acumula suficiente aceite para ser considerado un fruto maduro: No hay crecimiento visible del ovario (primavera), crecimiento inicial de semilla (primavera verano), primer abscisión de frutos (verano), 30% de su tamaño final fruta (verano); 80% de su tamaño final (otoño), 90% o más del tamaño final de fruta (invierno-nueva primavera).



Figura 2.7. Paltas en desarrollo a fines de invierno.

2.4. Sistemas de poda

2.4.1. Poda de formación del palto

En la etapa de formación del palto se puede definir qué sistema de conducción que se va a favorecer en el huerto: sistema en vaso o en eje central. Si no se hace una elección, el huerto se desarrolla en forma natural combinando paltos con ambos sistemas de conducción. En huertos vigorosos, una copa multi-eje posibilita la mayor entrada de luz al centro del árbol, lo que estimula el desarrollo de brotes, flores y frutos en el interior del árbol. Sin embargo el vigor de los nuevos brotes tiende a provocar el cierre de la copa rápidamente, generando nuevos requerimientos de podas de rebaje de la punta del brote en crecimiento para mantener el centro iluminado. Este sistema puede ser implementado de buena forma en plantaciones donde la disponibilidad de mano de obra no es limitante, en cambio resulta difícil de implementar en plantaciones de gran envergadura.

Alternativamente se puede promover un sistema de eje central de tipo piramidal,

donde el crecimiento de brotes laterales favorece el incremento del volumen de la copa. Para favorecer el sistema de conducción en eje central, la poda de formación se limita a la remoción de ejes verticales secundarios, si estos emergen junto al brote central principal. Si no realiza una poda de formación, normalmente se termina con un huerto que en forma natural combina arboles con formación en eje central o en copa, que no se distinguen a simple vista desde el exterior del árbol porque el desarrollo de follaje exterior cubre todo el dosel.

La tendencia actual es lograr un desarrollo vigoroso del árbol durante los dos primeros años sin limitación hídricas o de fertilizantes, de modo de lograr formar estructuras de conducción de agua y nutrientes a través de xilemas gruesos, en un tronco vigoroso, que pueda generar nuevos brotes vigorosos de tipo silépticos con brotes laterales que crecen en forma simultánea con el brote principal. Si este requisito no se cumple se limita la capacidad del árbol para sostener buenos rendimientos en forma permanente.



Figura 2.8. Remoción del ápice del brote.

2.4.2. Poda de producción del palto

La cantidad de fruta que produce el palto depende inicialmente del número y tamaño de hojas maduras que presenta el árbol y de la cantidad de luz que reciben estas hojas. En este sentido la podas se orientan a lograr un dosel con altos índices de área foliar y, con suficiente iluminación para realizar la producción de carbohidratos a través de la fotosíntesis. En la etapa de formación lo que interesaba era promover el desarrollo vigoroso de brotes. En cambio en la poda de producción lo que interesa es lograr un equilibrio o balance entre el desarrollo vegetativo y reproductivo de acuerdo con el hábito de producción del palto ya descrito.

La poda de producción se orienta a favorecer el crecimiento de brotes vigorosos en primavera, que desarrollan brotes cortos en verano y yemas florales en otoño. Este tipo de desarrollo se consigue con facilidad en árboles entre 5 y 10 años. Si no hay deficiencias hídricas o de fertilización nitrogenada el árbol desarrolla por sí mismo, nuevos brotes vigorosos silépticos cada temporada. La poda de producción consiste en realizar una reducción del largo de estos brotes cuando no tienen más de 40 cm de largo en primavera, de modo de estimular el desarrollo de los brotes laterales.

Es importante que este rebaje se realice inmediatamente sobre un brote lateral, sin dejar una yema en la porción terminal. Si se deja una yema en la punta el brote, esta yema se desarrolla con fuerza en desmedro del desarrollo lateral.

Además, la poda de producción se enfoca a remover partes del dosel que impiden una iluminación adecuada de su parte interior, donde también se ubican hojas que contribuyen a la producción de frutos y el desarrollo equilibrado de brotes y raíces.

Las hojas que permanecen bajo la sombra de dosel son eficientes en mantener activos los procesos de fotosíntesis en bajos niveles de iluminación, por lo que no deben ser removidas mediante poda. Más aún, cuando el viento mueve las ramas y la luz ingresa en forma intermitente, los cloroplastos capturan rápidamente estos niveles crecientes de energía solar y los niveles de fotosíntesis aumentan en forma temporal.



Figura 2.9. Corte de poda sobre un brote lateral.

El dilema que enfrenta el productor al efectuar una poda de primavera es que los brotes tienen paltas en crecimiento, flores o nuevos frutos cuajados. Por lo que, se recomienda efectuar la remoción de algunas ramas, las cuales impiden una adecuada iluminación, inmediatamente después de la cosecha, reduciendo así la pérdida de fruta ya desarrollada. Si la cosecha se estima abundante y, las ramas presentan una gran cantidad de yemas florales en otoño, la remoción de brotes o ramas vigorosas que impiden la adecuada iluminación del interior del árbol se puede hacer en otoño con cortes cercanos a la base de los brotes, pero dejando dos yemas, que puedan desarrollar nuevos brotes vigorosos a partir de la siguiente primavera. Estos nuevos brotes normalmente vuelven a cerrar la entrada de luz, pero con nuevo vigor pueden reemplazar a las ramas más antiguas que serán reemplazadas en los siguientes años.

Una forma alternativa de producir yemas de reemplazo es la poda de brotes laterales que se ubican cercanos a la base de una rama principal vigorosa. Si se rebaja un brote lateral erecto hacia arriba dejando dos yemas, el desarrollo de

estas yemas llega a ser dominante si la parte terminal de la rama se dobla hacia abajo producto del peso de la fruta. Este sistema de poda es más adecuado en palto con conducción en eje central donde las ramas productivas se orientan lateralmente entre 90° y 120° y el peso de la fruta tiende a bajar las ramas en forma natural, posibilitando el desarrollo de nuevas yemas que bien iluminadas son capaces de desarrollar nuevos brotes. Tomando en consideración el balance vegetativo y reproductivo de cada palto se pueden efectuar diferentes tipos de cortes de poda:

- Despunte o pellizco de la punta del brote en cualquier época del año. Promueve el desarrollo de la brotación lateral.
- Poda de rebaje del largo de un brote principalmente en primavera y verano. Detiene el crecimiento en altura de un brote mediante un corte en la posición ubicada sobre un brote lateral.
- Remoción basal de rama sin fruta y con poco vigor que impide transmisión de luz al interior del dosel del palto en otoño e invierno. Aumenta la brotación de yemas vegetativas ubicadas al interior del árbol. Estos nuevos brotes deben ser rebajados oportunamente para promover su brotación lateral y mantener por más tiempo las nuevas condiciones de iluminación logradas.
- Remoción parcial de un brote vigoroso dejando 2 yemas bien formadas cercanas a la base preferentemente en primavera. Da origen a nuevos brotes vigorosos que pueden reemplazar una rama envejecida. Se efectúa directamente en brotes vigorosos que emergen de una rama madre principal, o bien se pueden efectuar en brotes vigorosos laterales en la parte basal de una rama que presenta fruta en su porción distal.
- Remoción total de brote vigoroso en crecimiento dejando grupo de yemas ubicadas en su base pero con buena exposición al sol, se realiza preferentemente en primavera. Detiene la dominancia apical de la yema principal en crecimiento y da origen a numerosos brotes que pueden inducir yemas florales en otoño.

2.4.3. Poda de rejuvenecimiento del palto

El envejecimiento de los paltos se manifiesta como una reducción del vigor y de su capacidad de producir brotes de tipo siléptico. Cuando esto ocurre la producción se concentra en brotes cortos que emergen en forma terminal desde otros brotes cortos, que en forma secuencial conforman estructuras no vigorosas durante 2 a 3 años. Estas estructuras presentan gran cantidad de entrenudos y acumulan una gran cantidad de nutrientes en desmedro de la nutrición de los

frutos. Como consecuencia normalmente los frutos que se desarrollan en estas estructuras son de tamaño pequeño.

Por lo que se sugiere seguir las siguientes recomendaciones de poda para palto:

- Cuando la falta de vigor se debe a sequía, se recomienda adecuar la superficie del huerto a lo que es posible regar, disminuyendo la superficie de la plantación o reducir el tamaño de los árboles.
- Si la falta de vigor se debe al envejecimiento del árbol se recomienda realizar una poda de rejuvenecimiento durante otoño-invierno, para desarrollar nuevos brotes vigorosos en primavera de tipo silépticos. Luego, para inducir el desarrollo de yemas florales, se requiere efectuar una poda de rebaje justo sobre un brote lateral orientado hacia fuera del árbol.
- En árboles con escasa cantidad de yemas florales debido a un excesivo vigor, conviene reducir la fertilización nitrogenada lo que posibilita la inducción de yemas florales.



madres.

Bibliografía Consultada

- Alcaraz, M. L., Thorp, T. G., and Hormaza, J. I. 2013. Phenological growth stages of avocado (*Persea americana*) according to the BBCH scale. *Scientia Horticulturae*, 164, 434-439.
- Darrouy Palacios, N., Castro Valdebenito, M., Cautín Morales, R., Kort Silva, L., and

- Bozzolo Artaza, R. 2010. Efecto de la posición de la yema y de la poda en plantas de aguacate destinadas a la clonación. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(3), 249-256.
- Clair-Maczulajtys, D., Sarthou, C., and Bory, G. 1994. Effects of pruning on carbohydrate distribution in the trunk of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 59(1), 61-67.
- Fabres, M. A. R. 2007. Plan de negocio para una pequeña empresa productora de paltas. Tesis de Magister. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago, Septiembre 2007.
- Finn, G. A., Straszewski, A. E., and Peterson, V. 2007. A general growth stage key for describing trees and woody plants. *Annals of Applied Biology*, 151(1), 127-131.
- Kiggundu, N., Migliaccio, K. W., Schaffer, B., Li, Y. and Crane, J. H. 2012. Water savings, nutrient leaching, and fruit yield in a young avocado orchard as affected by irrigation and nutrient management. *Irrigation Science*, 30(4), 275-286.
- Liu, X., Robinson, P. W., Madore, M. A., Witney, G. W. and Arpaia, M. L. 1999. Hass' avocado carbohydrate fluctuations. I. Growth and phenology. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124(6), 671-675.
- Lovatt, C. J. 2010. Alternate bearing of 'Hass' avocado. *California Avocado Society Year book* .93, 125-140.
- Martin, G. and Witney, G. 1995. Avocado tree structuring. In: *Proceedings of The World Avocado Congress III* Vol. 245, p250.
- McCarty, C. D., Platt, R. G., and Lewis, L. N. 1962. Pruning avocado trees. *Calif. Avoc. Soc. Yrbk*, 46, 42-43.
- Measham, P. F., Quentin, A. G., and Mac Nair, N. 2014. Effects of Summer Pruning and Crop load on Summer and Winter Bud Carbohydrates in Sweet Cherry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 139(4), 478-486.
- Menzel, C. M., and Le Lagadec, M. D. 2014. Increasing the productivity of avocado orchards using high-density plantings: A review. *Scientia Horticulturae*, 177, 21-36.

- Mickelbart, M. V., Miller, R., Parry, S., Arpaia, M. L., and Heath, R. 2000. Avocado leaf surface morphology. California Avocado Society Year book, 84, 139–150.
- Muñoz, D. 2004. Desarrollo de una metodología de muestreo para la medición de aceite en palta (*Persea americana* Mill.) en dos cultivares. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 41p.
- Salvo, J. and J. Martínez. 2007. Characterization of ‘Hass’ avocado proleptic and sylleptic shoot proportion in Valparaíso Region. In: Proceedings VI World Avocado Congress. Viña del Mar, Chile. 12 – 16 Nov.
- Schaffer, B., and Wilely, A. W. 2003. Environmental regulation of photosynthesis in avocado trees–A mini-review. In Proceedings V World Avocado Congress. pp. 335–342.
- Snijder, B., and Stassen, P. J. C. 1995. Strategies for renewal of unproductive older avocado orchards with severe encroachment problems. South African Avocado Growers’ Association Year book, 18, 56–58.
- Snijder, B., and Stassen, P. J. C. 1999. Training and manipulation of young avocado trees. South African Avocado Growers’ Association Yearbook, 22.
- Stassen, P. J. C., Davie, S. J., and Snijder, B. 1995. Training young Hass avocado trees into a central leader for accommodation in higher density orchards. In: Proceedings of The World Avocado Congress III . Vol. 251, p. 254.
- Thorp, T. G., and Stowell, B. 2001. Pruning height and selective limb removal affect yield of large ‘Hass’ avocado trees. Hort Science, 36(4), 699–702.
- Vidiella, A. 2014. Managing avocado tree balance by pruning. NZ Avocado Best Practice Guidelines.
- Wolstenholme, B. N., and Sheard, A. 2012. Avocado tree vigour and size dictate orchard planting density: a South African perspective. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262494704_AVOCADO_TREE_VIGOUR_AND_SIZE_DICTATE_ORCHARD_PLANTING_DENSITY_A_SOUTH_AFRICAN_PERSPECTIVE

CAPÍTULO 3. PROGRAMACIÓN Y MANEJO DEL RIEGO EN PALTO

Luis Leris G.
Téc. Agrícola
INIA Intihuasi

3.1. Introducción

La programación del riego tiene por finalidad cuantificar, relacionar y equilibrar la cantidad de agua disponible en el suelo, con la evapotranspiración del cultivo para luego proveer, vía riego, el agua necesaria para satisfacer adecuada y oportunamente las exigencias del cultivo.

El crecimiento vegetativo del palto está directamente relacionado con la disponibilidad de agua, pues el déficit hídrico afecta el número de flujos de crecimiento por estación. Otros crecimientos vegetativos afectados por falta de agua son la altura del árbol, el diámetro del tronco y los cambios diurnos de éste último.

Con el riego se puede controlar el crecimiento vegetativo tanto de árboles jóvenes como adultos. En adultos, el crecimiento excesivo inducido por riego frecuente puede causar un menor rendimiento, principalmente debido al sombreamiento de rama. Controlando el régimen de riego se puede acelerar el crecimiento de árboles jóvenes y adelantar la producción o cambiar el equilibrio entre crecimiento y productividad. Actualmente es más común acelerar el crecimiento de los árboles a través del manejo del riego y restringirlo con reguladores de crecimiento.

Una planta necesita “tomar agua” como cualquier ser viviente para completar su ciclo de vida.

Las plantas **absorben** el agua que necesitan a través de las raíces. Luego el agua es **conducida** por el tallo o tronco hacia ramas, ramillas y hojas, donde se elimina hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, este proceso se conoce como **transpiración**.

Se presentan tres procesos o etapas posteriores a un riego (Figura 3.1).

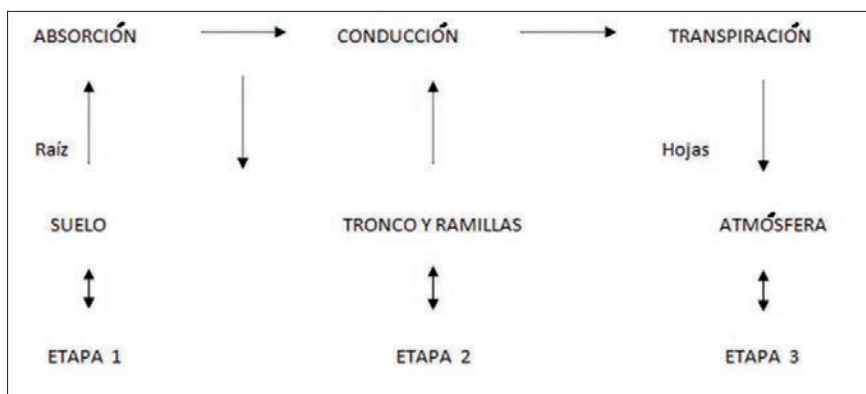


Figura 3.1. Esquema de las etapas posteriores a un evento de riego.

Cada una de estas etapas es fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que, utilizan el agua para formar los tejidos, posibilitar a la planta absorba los nutrientes y mantener la temperatura de ella (sirve de refrigerante).

Del total de agua que la planta absorbe elimina alrededor de un 80 % como transpiración, a través de los **estomas** que existen en las hojas. Sin embargo, la transpiración varía en cada momento y ello depende de muchos factores tales como radiación solar, humedad relativa del aire, viento, temperatura y la humedad que se disponga en el suelo. Todos los conceptos anteriores, conllevan a la importancia que tiene el riego para los cultivos.

Para determinar la cantidad de agua que necesita la planta es necesario realizar algunos cálculos y que se relacionan específicamente con la estimación de la **transpiración** y la **evaporación** de agua (la pérdida del agua que ocurre desde el suelo). Para ello se calcula la **evapotranspiración** (evaporación + transpiración).

Debemos conocer la evapotranspiración del cultivo, en este caso palto. El método más sencillo es el evaporímetro clase A o Bandeja de evaporación clase A, como también, se puede obtener en forma directa desde estaciones meteorológicas.



Entonces, la evapotranspiración de un cultivo es:

$$Et_c = EB \times K_p \times K_c$$

mm/día

Et_c = Evapotranspiración del cultivo deseado en mm/día.

EB = Evaporación desde la bandeja en mm/día.

K_p = Coeficiente de la bandeja (depende de las condiciones donde esté instalado y varía generalmente entre 0.6 y 0.8).

K_c = Coeficiente del cultivo deseado. Este es un factor que depende de cada cultivo y de las etapas de desarrollo en que se encuentre (Cuadro 3.1).

Figura 3.2.

Entonces, ¿qué pasa en el suelo y cuánta agua puede aportar el suelo a la planta?

Depende del tipo de suelo donde está el cultivo y puede ser arcilloso, arenoso o intermedio (franco).

Siendo el palto una especie nativa de América Central y, zonas adyacentes del norte y sur de América, donde los suelos son generalmente muy permeables, capaces de drenar con rapidez los excesos de agua y proporcionar altos niveles de aireación al cultivo. La especie está adaptada a condiciones de alta disponibilidad de agua en la zona radicular.

Sin embargo, tanto el exceso como el déficit hídrico provocan condiciones que afectan las raíces llegando incluso a la muerte de árboles. Ambas situaciones, cuando no son severas, las producciones son menores, principalmente debido a una menor expansión foliar, una mayor caída de flores y frutos, un menor calibre y un estado deprimido de la planta que favorece el desarrollo de enfermedades bióticas y abióticas.

Los problemas de déficit ocurren en periodos de escasez de agua o por un mal manejo en las frecuencias y tiempos de riego. Pese a que los huertos son cada vez más tecnificados, los suelos de mala permeabilidad y el uso de sistemas de

alta frecuencia aumentan los problemas asociados a la asfixia radicular.

La naturaleza física y química del suelo afecta a la masa radical y su tasa de crecimiento, ya que la proporción de poros, el tamaño de éstos y la movilidad de las partículas del suelo, afecta la resistencia mecánica del suelo a las raíces. A su vez las raíces responden a las presiones en el suelo con cambios en el tejido vascular, el tamaño de las células de la epidermis, el diámetro y el patrón de ramificación.

Cuando un suelo de textura pesada está seco, las raíces además de no absorber la cantidad de agua adecuada para suplir las necesidades hídricas de la planta, tampoco pueden crecer, ya que se impide físicamente su expansión. Pero cuando un suelo de esas mismas características se encuentra con un exceso de agua que restringe la aireación, se provoca una menor actividad radical. Esto porque la ausencia de concentraciones adecuadas de oxígeno produce alteraciones en los procesos metabólicos de la planta por disminución de la energía, que bajo condiciones de anaerobiosis pasa a obtenerse por fermentación.

Al verse afectada la respiración de la raíz, no sólo existe menos energía para los procesos metabólicos básicos, sino que además se produce una menor absorción de agua y nutrientes. También se afecta el proceso de síntesis de reguladores de crecimiento, como por ejemplo auxinas y citoquininas, además de la activación de giberelinas.

Estos reguladores son promotores del crecimiento que se asocian al crecimiento de raíces, brotes laterales y frutos.

Una adecuada combinación entre auxinas y citoquininas promueven la formación de raíces laterales. Además las citoquininas y giberelinas sintetizadas en las raíces, son exportadas hacia los brotes, donde son claves para el crecimiento de brotes y frutos. Las citoquininas, sintetizadas principalmente en la raíz, tienen una importante participación en la primera fase de crecimiento del fruto, ya que su actividad está fuertemente asociada a los procesos de división celular.

Todos los factores que afecten una buena expansión de raíces y un buen funcionamiento de éstas, influyen en los niveles productivos, como también, en el potencial de vida del huerto. Es importante considerar las funciones de las raíces y también la estructura del sistema radical propio del palto, tanto en su distribución, como en su composición y épocas de crecimiento. Estos antecedentes son clave al momento de decidir los sistemas de riego a utilizar en distintas etapas del huerto y según tipo de suelo, así como las frecuencias y tiempos de riego.

La muerte de raíces en palto causada por asfixia radicular se relaciona estrechamente con una baja aireación en el suelo. Suelos muy húmedos (Potencial métrico 10 kPa o menos) fomentan la muerte de raíces.

Este problema se presenta en suelos con alto contenido de agua, y/o arcilla, donde se reduce la difusión de oxígeno.

Disponer de suelos bien drenados y sistemas de riego bien diseñados y manejados es indispensable para prevenir la muerte de raíces debido a *Phytophthora cinnamomi* o por asfixia radicular.

Se debe destacar que del total de agua que el suelo tiene disponible para la planta, ésta no la puede extraer fácilmente, por lo que se dice que sólo la mitad es utilizada por ella. Esto también se relaciona con el tipo de suelo.

Cuadro 3.1. Agua disponible para los cultivos en el suelo.

Textura	Agua total utilizada por el cultivo (mm/m de suelo)	Agua fácilmente utilizable por el cultivo (mm/m de suelo)
Arenoso	80	40
Franco	120	60
Arenoso	170	85
Franco	190	95
Arcilloso	230	115

Cabe destacar que esta agua está disponible después de 24 a 48 horas de un riego o de una lluvia intensa. Cuando el suelo está en estas condiciones se dice que el suelo está en **Capacidad de campo (CC)** y cuando está muy seco se dice que está en condición de **Punto de Marchitez Permanente (PMP)**. Entonces podemos decir que el suelo tiene su punto de saturación cuando aún no han pasado las primeras 24 horas desde un riego o una lluvia fuerte.

¿Cómo se puede relacionar **la evapotranspiración del cultivo con el agua fácilmente disponible en el suelo para regular el riego?**

3.2. Requerimiento de agua de los árboles

La evapotranspiración del cultivo es controlada por factores climáticos y la cobertura foliar del árbol (índice de área foliar). La cantidad aproximada de agua a aplicar en climas como el de Quillota deben ser ajustados de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de los predios.

1º Determinar la demanda de agua del cultivo (palto).

Por ejemplo un cultivo de palto en la fase final del período.

EB = 7 mm/ día

$K_p = 0.7$

$K_c = 0.8$ —————▶ $Et_c = 7 \times 0.7 \times 0.8 = 3.92$ mm/ día.

Es decir el cultivo de palto en el periodo de mayor demanda, está evapotranspirando hacia la atmósfera 3.92 mm/ día. Si quiere saber cuánto demanda una hectárea debe multiplicar por 10 y obtendrá la demanda de agua en metros cubico por hectárea.

2º Cuándo regar si el huerto de palto está en un suelo franco arcilloso y se utiliza riego por surco.

Los datos que se requiere son los siguientes:

- $Et_c = 3.92$ mm/ día (3,92 l/m² de suelo).
- Agua fácilmente utilizable = 95 mm/metro (Cuadro 3.1).
- Profundidad del cultivo = 100 cm.

Se multiplica $95 \times 1 = 95$ mm. Este resultado lo dividimos por Et_c $(3.92) 95 / 3.92 = 24$ días. Entonces, del ejercicio anterior se desprende que se debe regar a los 24 días después de haber efectuado el riego anterior.

Lo que sigue es preguntarse, ¿cómo se pueden transformar los mm/días que usted determinó en litros por plantas por día?

Esto se denomina **Demanda Neta del Cultivo (DNC)**. Se llega a este valor haciendo el siguiente ejercicio:

$$DNC = \frac{Et_c \times MP \times C}{100}$$

Dónde:

Et_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/ día).

MP = Distancia de plantación ($3 \times 5 = 15$ m²).

PC = Porcentaje de cubrimiento (80 %).

$$DNC = \frac{3.92 \times 15 \times 80}{100} = 47.04 \text{ litros / árbol / día}$$

Pero, como los métodos de riego utilizado no son 100 % eficientes, debemos determinar la demanda real de agua del cultivo de acuerdo a la eficiencia que tiene nuestro método de riego.

Si estamos regando por goteo, esta eficiencia será cercana al 90 %, es decir, de cada 100 litros de agua que apliquemos al suelo, 90 serán aprovechados por la planta, los otros 10 se perderán. Para poder determinar la demanda bruta del cultivo (**DBC**) se debe hacer el siguiente ejercicio.

$$DBC = \frac{DNC \times 100}{90}$$

Dónde:

DNC = Demanda neta del cultivo (litro / planta / día).

Ef = Eficiencia de riego.

$$DBC = \frac{47.04 \times 100}{90} = 52.27 \text{ litros / árbol / día}$$

Es decir, si estoy regando por goteo la cantidad real de agua que debo aplicar por planta son 52.27 litros por día. Pero si estoy regando por surco, la cantidad de agua a aplicar será mayor, dado que cuando se riega por surco de cada 100 litros que se aplican al suelo, sólo 45 son aprovechados por la planta (la eficiencia del riego por surco es del 45%). Entonces,

$$DBC = \frac{47.04 * 100}{45} = 104.53 \text{ litros / árbol / día}$$

3º Para saber cuántas horas o minutos debo regar un cultivo que está utilizando riego por goteo, realizar el siguiente cálculo de tiempo de riego diario.

$$TR = \frac{DBC}{Ne \times Qe}$$

Dónde:

Ne = 18 (Número de emisores /planta).

Qe = 2 litros (Caudal / emisor).

$$TR = \frac{52.7}{18 \times 2} = 1.46 \text{ horas / día}$$

Cuadro 3.2. Eficiencia de aplicación de agua según el método de riego utilizado.

Método de riego	Eficiencia de aplicación (%)
Tendido	30
Surco	45
Borde recto	50
Borde en contorno	60
Pretilas	60
Taza	65
Californiano	65
Aspersión	75
Microjet	85
Goteo (cinta)	90

Cuadro 3.3. Coeficiente del cultivo del palto K_c .

Fase del cultivo	Coeficiente	% cobertura según fase
Establecimiento inicio	0,60 – 0,70	20
Desarrollo del cultivo	0,60 – 0,70	40
Media estación	0,80 – 0,90	60
Inicio madurez	0,80 – 0,90	80
Madurez fisiológica	0,60 – 0,70	100
Término del período productivo	0,60 – 0,70	20

Cuadro 3.4. Tiempo de riego para paltos.

SECTOR 2	Milímetros de evaporación por día (mm / día)											
Cultivo: palto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Etapas	TIEMPO DE RIEGO (minutos)											
Enero	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61	67	73
Febrero	6	13	19	25	32	38	44	51	57	63	70	76
Marzo	5	11	16	21	26	32	37	42	48	53	58	63
Abril	4	8	11	15	19	23	27	30	34	38	42	46
Mayo	4	7	11	14	18	21	25	28	32	36	39	43
Junio	3	7	10	13	16	20	23	26	29	33	36	39
Julio	3	7	10	14	17	21	24	28	31	35	38	41
Agosto	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Septiembre	5	10	16	21	26	31	37	42	47	52	58	63
Octubre	8	15	23	31	39	46	54	62	69	77	85	93
Noviembre	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Diciembre	12	24	36	48	60	73	85	97	109	121	133	145

Con los datos que aparecen en el Cuadro 3.4, podrá determinar el tiempo de riego para cada una de las etapas de desarrollo del cultivo, a partir de un dato conocido como lo es la evaporación de bandeja.

Cabe destacar que regar es una decisión que se debe tomar en forma oportuna y adecuada, especialmente en lo que se refiere a cantidad, momento y método de riego.

3.3. Períodos críticos del palto en relación con el riego

Se requiere un riego adecuado durante la floración y al inicio del crecimiento de la fruta. El manejo del agua durante floración puede ser crítico para la cuaja.

Sin embargo, en climas mediterráneos, ciclos de riego cortos (riegos continuos) durante primavera, pueden reducir la aireación y enfriar el suelo, con la posibilidad de destrucción de las raíces y una reducción significativa del rendimiento.

La fase de crecimiento rápido de la fruta es el segundo período crítico de riego. Durante este tiempo el manejo efectivo del riego reduce la caída de fruta e incrementa el tamaño final del fruto.

Se recomienda que el intervalo entre riego se acorte en verano cuando el crecimiento de fruta es rápido para asegurar el máximo tamaño de fruta, puesto que el crecimiento en otoño es más lento no se requiere acortar los intervalos de riego. En climas mediterráneos, como en California, Chile e Israel, las necesidades de riego en invierno son bajas excepto en sequía, por lo cual, las necesidades de riego deben ser estimadas a través de un balance entre la evapotranspiración y la lluvia. No hay información respecto al efecto del riego de invierno sobre el rendimiento. En período de sequía cuando las temperaturas son relativamente altas, el crecimiento de fruta se reducirá si el agua falta. El estrés hídrico en otoño, utilizado para mejorar la inducción floral en limones, no es eficaz en paltos.

Por lo tanto, el período más crítico para el desarrollo del palto es primavera, cuando el exceso de agua en suelos de baja aireación afecta el desarrollo radicular, lo que produce muerte de raíces (asfixia), afecta la cuaja, reduce el tamaño de los frutos y aumenta los frutos con desórdenes internos tales como pardea miento de pulpa y bronceado vascular.

En el Cuadro 3.5, se presenta las ventajas y desventajas que se dan entre un riego oportuno, uniforme y suficiente y uno que no ha sido adecuadamente planificado.

Cuadro 3.5. Ventajas y Desventajas de una planificación del riego.

Planificación adecuada del riego	Planificación inadecuada del riego
• Desarrollo uniforme de árboles sobre la hilera. • Mayor desarrollo de raíces. • Plantas sanas y bien nutridas. • Aplicación del agua en cantidades exactas. • Producción más uniforme. • Alto rendimiento.	• Diferentes alturas de los árboles sobre la hilera. • Raíces poco desarrolladas. • Árboles con problemas sanitarios y poco vigor. • Aplicación deficiente del agua de riego. • Producción desuniforme. • Bajos rendimientos.

3.4. Determinación de la humedad del suelo

La determinación de la cantidad de agua existente en el suelo se puede visualizar en forma práctica, utilizando uno de los métodos más antiguos y empleados, es decir, la inspección ocular y el tacto, guiándose por el Cuadro 6.6. Las muestras de suelo extraídas con barrenos, también puede pesarse en una balanza, posteriormente secarlas en estufas a 105°C por 24 horas, luego pesarlas de nuevo y por diferencia de valores obtener el contenido de humedad.

Cuadro 3.6. Estimación de la humedad aprovechable remanente en el suelo.

Humedad aprovechable	Textura gruesa	Textura gruesa moderada	Textura media	Textura fina o muy fina
Capacidad de campo 100%	Al comprimir una bola de suelo, deja huella húmeda en la mano.	Al comprimir una bola de suelo, deja huella húmeda en la mano.	Al comprimir una bola de suelo, deja huella húmeda en la mano.	Al comprimir una bola de suelo, deja huella húmeda en la mano.
75 - 100%	Tiende a pegarse ligeramente. Permite formación de una bola que se disgrega fácilmente.	Permite formación de una bola que se disgrega fácilmente. No se adhiere a la mano.	Permite formación de una bola que se moldea fácilmente. Muy adhesiva a la mano.	Se forma cilindro con facilidad al amasarla entre los dedos. Muy adhesiva.
50 - 75%	Seco en apariencia. No se puede formar una bolita al presionarlo.	Al presionarla tiende a formar una bola, pero no mantiene su forma.	Permite formar bolita relativamente plástica. Algo adhesiva al presionarla fuerte.	Se forma bolita o pequeño cilindro al amasarla entre los dedos.
25 - 50%	Seco en apariencia. No se puede formar una bolita al presionarlo.	Seco en apariencia. No se puede formar una bolita al presionarlo.	Algo desmenuzable, pero se une al someterlo a presión.	Relativamente moldeable, formará bola al presionarla con fuerza.
0 - 25% 0% Punto marchitez permanente.	Seco, suelto, granulado, se escurre entre los dedos.	Seco, suelto, se escurre entre los dedos.	Pulverulento, seco, fácilmente desmenuzable.	Duro, compactado, agrietado con terrones en la superficie.

También es posible determinar el potencial mátrico del suelo, es decir la energía con que el agua está retenida por las partículas de suelo, haciendo uso de instrumentos llamados tensiómetros.

Cuadro 3.7. Coeficiente del cultivo del palto K_c .

Fase del cultivo	Coeficiente	% cobertura según fase
Establecimiento inicio	0,60 – 0,70	20
Desarrollo del cultivo	0,60 – 0,70	40
Media estación	0,80 – 0,90	60
Inicio madurez	0,80 – 0,90	80
Madurez fisiológica	0,60 – 0,70	100
Término del periodo productivo	0,60 – 0,70	20

3.5 Control del riego

Chile presenta niveles productivos bajos en paltos (7 a 10 t/ha), principalmente por problemas de asfixia radicular y presencia de Phytophthora, ya que el palto es muy sensible a la falta de aire en el suelo y la mayoría de las plantaciones se han realizado en terrenos con alta densidad aparente (1,3 a 1,4 g/cc) y baja macroporosidad.

El palto es muy sensible a la asfixia, ya que, es originario de zonas de suelos de baja densidad aparente (0,6 a 0,8 g/cc) y altos contenidos en materia orgánica. Con niveles de oxígeno de 20 (g cm⁻² min⁻¹ las raíces detiene su crecimiento y comienzan a sufrir daños.

La mayoría de los huertos de paltos están establecidos en suelos de texturas finas, situación que junto a un mal manejo de riego aumenta el riesgo de generar problemas de asfixia radicular. Este problema afecta a más de un 20% de la superficie cultivada con esta especie, lo que se refleja en que los predios presentan sectores con producciones altas y otros sectores en suelos más limitantes, donde los rendimientos son deficientes.

Entre las soluciones para superar este problema destaca la búsqueda de portainjertos tolerantes a problemas de aireación y a Phytophthora. Pero en huertos establecidos se debe buscar manejos que permitan disminuir la incidencia del problema y mejorar los rendimientos. Una solución podría ser el manejo del riego con umbrales más altos, que permitan una mejor relación aire – agua en el suelo, sin producir una disminución de los rendimientos. Esto obligaría a controlar el riego en oportunidad y cantidad adecuada de agua a

través de mediciones del estado hídrico de las plantas, como el potencial hídrico xilemático (PHx) o el uso de dendrómetros, cámara de presión, sensores de humedad de suelo. Con los cuales se puede estimar cuando se está aplicando una cantidad de agua inferior o superior a la requerida por el cultivo.

3.5.1. Pauta de trabajo seguimiento práctico en terreno

Determinación del Coeficiente de Uniformidad (CU) del sistema.

A través de la determinación de este parámetro se puede tener una claridad respecto a la eficiencia del funcionamiento del sistema e identificar los posibles problemas de presión y/o taponamiento de emisores. En la pauta adjunta aparece cómo se recoge la información.

A continuación se describe la metodología que se debe seguir para evaluar una subunidad de riego, a través de la obtención del Coeficiente de Uniformidad.

- a. Se pondrá a funcionar la instalación de acuerdo con las condiciones normales de manejo.
- b. En cada subunidad de riego, se elegirá **4 tuberías laterales**:
 - La más cercana al punto de alimentación de la terciaria.
 - La más alejada de este punto.
 - Las otras dos estarán situadas a un tercio y dos tercios de la longitud que separa a las dos primeras.
- c. En cada uno de estos laterales se seleccionarán **4 emisores**:
 - El más cercano al punto de alimentación.
 - El más alejado de este punto.
 - Los otros dos estarán situados a un tercio y dos tercios de la separación entre los dos primeros.
- d. Durante un tiempo de 36 segundos se recogerá en un recipiente el agua que salga por ellos. Estos volúmenes se medirán mediante probeta graduada y el resultado se anotará en el formulario preparado para ello.

Planilla de registro

- Nombre del predio:
- Propietario:
- Fecha:
- Características del emisor:
- Tipo:

- Caudal nominal:
- Tiempo de medición: 36 segundos
- Volúmenes de agua recolectados por emisor (cc)

Ubicación del Lateral	Primer Emisor	Emisor 1/3	Emisor 2/3	Último Emisor	Presión Inicial	Presión Final
Primero						
1/3						
2/3						
Último						
Observaciones:						

Caudales determinados para cada emisor (l/h).

Ubicación del Lateral	Primer Emisor	Emisor 1/3	Emisor 2/3	Último Emisor
Primero				
1/3				
2/3				
Último				
Observaciones:				

- $q_{25\%}$ = Sumar y luego dividir los 4 caudales más bajos.
 Q_a = Sumar y dividir los 16 caudales registrados.
 CU = Dividir $q_{25\%}$ por Q_a y multiplicar por 100.

e. Calcular el Coeficiente de Uniformidad de la subunidad de riego de la siguiente forma:

$$CU = 100 \times (q_{25\%} / Q_a)$$

Dónde:

- CU = coeficiente de uniformidad de riego de la subunidad evaluada (%).
 $q_{25\%}$ = media del 25% de los valores más bajos registrados.
 Q_a = media de todos los valores.

Es importante mencionar que la evaluación debe ser efectuada en condiciones normales de operación del riego. Por ejemplo, si se riegan en forma regular dos o más sectores de riego, estos deben estar funcionando de igual forma durante la evaluación.

Bibliografía consultada

Nathan Roberto. 1997. La fertilización combinada con el riego. Centro de Cooperación Internacional Mashav. Israel.

Armoní Shlomo. El Riego por Goteo. Centro de cooperación para el Desarrollo Agrícola CINADCO. Israel.

Osorio U., Alfonso. 1998. Manejo, operación y mantención de sistemas de riego localizado. INIA Intihuasi, La Serena.

Mata Canga, Ricardo. 1998. Instalación, manejo y mantención de Sistemas de riego presurizado. Universidad de Concepción.

Osorio U., Alfonso. 1997. Programación de riego. Cartilla Divulgativa N° 10. INIA Intihuasi. La Serena.

Osorio U., Alfonso. 1994. El agua de riego y los cultivos. N° 2. INIA Intihuasi, La Serena.

Astorga P., Mario. 1998. Indicadores simples de humedad del suelo. Cartilla Divulgativa INIA Intihuasi, La Serena.

Martínez, Leoncio. Cartilla de fertirrigación. INIA Intihuasi, La Serena.

Manual de bolsillo de NETAFIM.ISRAEL.1998.

“Catálogo de filtros de malla y de anillas”. AMIAD.

Catálogo de materiales de riego “PLASSIM Irrigation Systems”.

Catálogos de bombas “PGIC Ingeniería”.

Catálogo de filtros de anilla y de mallas AZUD Sistemas de filtrado.

Catálogo de válvulas de control de riego BERMAD.

CAPÍTULO 4

PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL PALTO Y SU MANEJO

Andrea Torres P.
Ing. Agrónoma
INIA La Cruz

4.1. Introducción

En nuestro país, el palto (*Persea americana* Mill.) presenta escasa incidencia de agentes fitopatógenos en comparación a otros lugares de producción en el mundo.

Sin embargo, en los huertos se ha determinado agentes que se manifiestan como enfermedad, dependiendo del estado fisiológico de los árboles y de las condiciones particulares del lugar de producción y que tienen importancia económica para este frutal.

Para que una enfermedad se presente, deben conjugarse principalmente tres factores, un agente fitopatógeno, un hospedero susceptible al agente y un medio ambiente propicio; además de un cuarto factor que es la intervención humana con prácticas inadecuadas. Es lo que se conoce como el “tetraedro de las enfermedades”, ya que, si uno de estos aspectos falla o no es favorable, la enfermedad no se presenta (Figura 4.1).

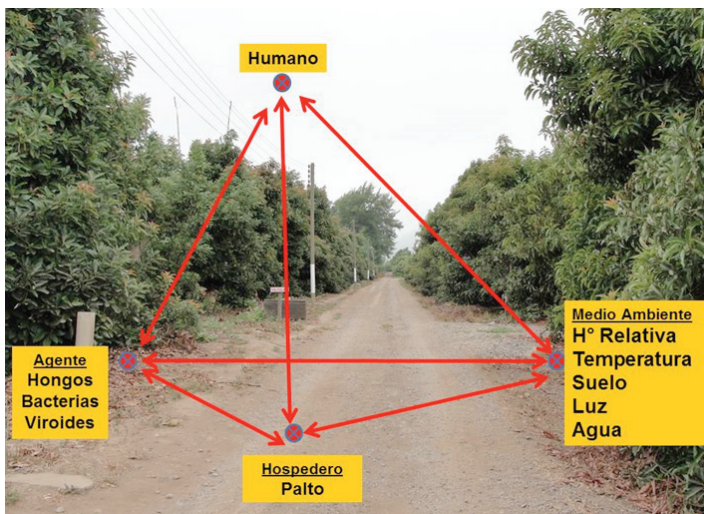


Figura 4.1. Tetraedro de las enfermedades.

El control químico de enfermedades, a través del uso de fungicidas en un huerto tiene como consecuencia directa en el aumento de los costos de producción, contaminación potencial del entorno y, de cursos de agua superficiales y subterráneas, además del mayor riesgo de los aplicadores a la exposición de los químicos, asimismo el efecto sobre la macro y, micro flora y fauna del huerto.

El objetivo de este capítulo es mostrar y conocer la sintomatología de las cuatro principales enfermedades detectadas en el palto para realizar un adecuado diagnóstico, prevenir su aparición y si es necesario realizar un efectivo manejo y control.

4.2. Tristeza del Palto: *Phytophthora cinnamomi*

La Tristeza del Palto es la enfermedad más importante que afecta a esta especie frutal, la que es causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands.

4.2.1. Sintomatología

Esta enfermedad se caracteriza porque los árboles presentan un menor desarrollo, mayor presencia de hojas pequeñas y de color verde más claro, las hojas se curvan, se marchitan y lentamente comienzan a tornarse amarillas, eventualmente se produce la defoliación completa del árbol. Además, la brotación del árbol se reduce o no existe. Se observa una muerte regresiva de ramillas y ramas, una alta floración y fructificación de bajo calibre (Figura 4.2).



Figura 4.2. Sintomatología de *Phytophthora cinnamomi* en huerto.

El hongo infecta principalmente las raíces de absorción de hasta medio centímetro de diámetro, las cuales se tornan negras y quebradizas. Se observan canchros característicos en el tronco, como zonas acuosas marrones oscuras por debajo del nivel del suelo.

Algunos de los efectos que produce este patógeno sobre la planta y fruto son la pérdida de raíces finas, lo que afecta la absorción de agua y nutrientes que se expresa en el vigor de la canopia. Las venas y los márgenes de la hoja se tornan marrón porque las raíces son incapaces de controlar la absorción de sal. En etapas avanzadas de la enfermedad, sólo quedan restos del sistema radicular. Como consecuencia del estrés hídrico, los frutos se marchitan en el árbol y pueden desarrollar una lesión costrosa sobre el pedúnculo a pesar de una adecuada humedad del suelo. Frutos con pedúnculos afectados por estas lesiones de anillo suele caer cuando maduran (Figura 4.3). Además de una muerte rápida por canchrosis si el tronco está completamente infestado.



Figura 4.3. Sintomatología de *Phytophthora cinnamomi* en frutos.

Se debe tener en cuenta que pueden existir algunas causas que lleven a un error en el diagnóstico de esta enfermedad, entre las cuales, se puede mencionar efectos de una helada, una defoliación causada por excesivo viento, falta de riego adecuado, exceso de sales en agua de riego, asfixia radicular, entre otras.

Es preciso observar la base del tronco, las raíces y raicillas e incluso esto debería ser una práctica habitual, ya que, puede presentarse árboles dentro del huerto que no muestran síntomas en la parte aérea. El muestreo debe hacerse en la proyección de la canopia, en cuatro puntos equidistantes. Si en las raíces no hay nuevos crecimiento será importante enviar a laboratorio muestras de raíces enfermas con suelo para análisis fitopatológico, y así, confirmar la presencia del hongo.

4.2.2. Condiciones que favorecen la enfermedad

Existen antecedentes que señalan que este microorganismo sobrevive bien a temperaturas medias, siendo su temperatura óptima de crecimiento entre 21° y 27°C. Asimismo, no se desarrolla bien bajo condiciones de baja humedad. Cabe señalar que se ha observado que en árboles sometidos a períodos de sequía o restricción hídrica, aumentan su susceptibilidad a la enfermedad, comparados con árboles que siempre tuvieron un manejo de agua adecuado. Suelos con pH neutro a ácido favorecen el desarrollo del hongo.

4.2.3. Formas de diseminación

Este hongo se dispersa en forma de esporangios, zoosporas, clamidosporas u oosporas. Se puede diseminar a través de la comercialización de árboles enfermos, por el agua de riego y probablemente a través del arrastre superficial del suelo infestado durante una lluvia. Asimismo, se debe tener en cuenta que la transmisión de este patógeno puede ser por medio de maquinarias y herramientas contaminadas e, incluso el inóculo adherido a las botas de los operarios, que transportan desde un sector enfermo del huerto a otro sin infección.

4.2.4. Prevención y control

Se debe adquirir árboles provenientes de viveros registrados. Por otra parte, es fundamental manejar y controlar el riego y drenaje, evitando excesos y restricciones de agua.

Se recomienda confirmar el diagnóstico con análisis de laboratorio.

Para el control químico se deben usar fungicidas registrados para la especie tales como Metalaxyl (Ridomil), Fosetyl-Al (Aliette), a las dosis recomendadas en la etiqueta y efectuar una óptima aplicación considerando que los equipos pulverizadores estén bien regulados y el volumen de agua utilizado sea el adecuado en base al TRV (Tree Row Volumen).

Asimismo, se puede optar por el uso de patrones resistentes tales como Duke 6, Duke 7, G22, G6, Huntalis, BarrDuke o Thomas.

Se recomienda realizar prácticas que favorezcan el contenido de materia orgánica para incentivar microorganismos benéficos (*Trichoderma* spp. y otros).

4.3. *Dothiorella* spp.

Este patógeno se caracteriza por ser polífago, afecta a numerosas especies frutales y, en nuestro país se encuentra asociado a palto, manzano, peral, nísperos, durazneros, vides y nogal.

4.3.1. Sintomatología

Los árboles afectados se caracterizan por presentar canchros en ramas, donde se observa una exudación de savia que al solidificarse da apariencia salina (polvo blanco) que emana de la corteza (Figura 4.4). Se presenta un agrietamiento y desprendimiento de la corteza. Los tejidos internos bajo esta zona presentan una coloración gris oscura con un área de avance bien definida. Bajo los canchros viejos, la corteza dañada puede ser fácilmente removida y disgregada.

Se produce una muerte regresiva de ramillas y en casos excepcionalmente graves, muerte del árbol. El examen de ramas o troncos afectados mostrará una decoloración marrón de la corteza superficialmente. Se debe considerar que una pudrición gris oscura del fruto no suele ser evidente mientras el fruto está en el árbol. A su vez, pequeñas lesiones superficiales son fácilmente observables cuando el fruto está colgado de ramas muertas o se ha caído al suelo (Figura 4.4).



Figura 4.4. Sintomatología de *Dothiorella* spp. En (a) tronco; (b) ramilla; (c) fruto.

4.3.2. Condiciones predisponentes

La enfermedad es favorecida por condiciones de alta humedad, este hongo se disemina principalmente por el agua de lluvia favorecida por el viento, lo que

produce liberación y transporte de las conidias a partir de sus picnidios. El hongo es capaz de sobrevivir asociado a restos de tejido enfermo o muerto donde esporula abundantemente.

Los cortes de poda y heridas en la madera por heladas son puntos de entrada de las esporas del hongo. Las variedades mexicanas son mucho más resistentes a esta enfermedad que las variedades guatemaltecas.

4.3.3. Prevención y control

Se recomienda durante la temporada mantener un monitoreo periódico de los árboles de forma de detectar a tiempo ramas enfermas y secas que constituyen fuente de inóculo; podarlas tan pronto sean detectadas y tratar los cortes con una pasta protectora. De igual forma, es fundamental retirar y eliminar los restos de poda del huerto. Es clave mantener los árboles con un vigor adecuado y libre de plagas. Bajo este concepto, es importante reducir el impacto del estrés ambiental y nutricional.

4.4. Antracnosis: *Colletotrichum* sp.

Colletotrichum gloeosporioides es un hongo de distribución cosmopolita, con predominancia en zonas tropicales y subtropicales. El hongo puede infectar entre los 20 y 28°C, pero su temperatura óptima de crecimiento es de 27 °C en ambientes con humedad relativa de 80 a 100%. El pH óptimo de crecimiento del hongo ocurre entre 5.5 a 7.

4.4.1. Sintomatología

Hojas muertas o enfermas en la canopia son el síntoma más fácil de visualizar. Las manchas en las hojas comienzan como decoloraciones amarillas y luego se tornan marrón que se funden en grandes áreas muertas. En los márgenes y, más a menudo, en las puntas de las hojas se produce necrosis entre las venas de las hojas. Si la enfermedad es severa, las hojas caen prematuramente. En brotes nuevos se pueden desarrollar lesiones de color marrón o púrpura.

Se puede desarrollar y determinar antracnosis en flores, frutos, hojas o ramillas (Figura 4.5). Los frutos infectados son la mayor preocupación, pero el daño de la fruta no se desarrolla hasta después de la cosecha. Los síntomas externos son difíciles de ver en fruta madura de ‘Hass’ debido al color oscuro de su piel.



Figura 4.5. Sintomatología de *Colletotrichum* sp. (a) hoja y (b) frutos de palto.

Antes de la cosecha, en frutos infectados se desarrollan lesiones de color marrón a negro menores de 5 mm de diámetro alrededor de las lenticelas. Estas pequeñas decoloraciones pueden pasar desapercibidas mientras la fruta está en el árbol. Las lesiones generalmente no crecen hasta que la fruta madura después de cosechada. A veces se producen lesiones mayores después que la fruta infectada es dañada por insectos o roce mecánico.

Eventualmente las lesiones se extienden sobre la superficie de la fruta entera y a lo largo de la pulpa. La pudrición de la pulpa al ser cortada a menudo muestra un diseño semiesférico. La pulpa dañada inicialmente es firme, pero se vuelve suave y putrefacta en la medida que avanza el daño.

Bajo condiciones de alta humedad, una masa viscosa de esporas de color rosado aparece a través de la piel de la fruta.

4.4.2. Condiciones que la favorecen

Una alta humedad relativa y temperaturas sobre 15°C en el invierno favorecen a este hongo. Se debe considerar que la presencia de muchas hojas muertas, ramillas y frutos momificados en los árboles, contribuyen a la dispersión de la enfermedad, por ende favorece la presencia del hongo en el huerto. Es importante tener presente que las esporas son dispersadas por salpicaduras de agua, lo cual pueden causar infección en cualquier momento a la fruta por cosechar.

En frutos infectados, el desarrollo de antracnosis se acelera a temperaturas iguales o mayores de 24°C. Sin embargo, con temperaturas inferiores a 15° la enfermedad se retrasa. La variedad Fuerte es más susceptible a la antracnosis que la variedad Hass.

La antracnosis se convierte en un problema de postcosecha en fruta proveniente de huertos que tuvieron largos períodos con exceso de humedad.

Se ha evidenciado que escasas prácticas culturales en el huerto y una excesiva manipulación de la fruta durante y después de la cosecha aumentan las pérdidas.

4.4.3. Prevención y control

Dentro de las medidas recomendadas para prevenir la presencia de esta enfermedad en el huerto, es fundamental implementar buenas prácticas culturales en pre y postcosecha.

Entre las prácticas se destaca la poda de ramas dañadas y muertas, eliminar del árbol hojas muertas entrelazadas en el dosel, podar las ramas bajas que estén a menos de 60 cm del suelo, para reducir la humedad dentro de la canopia y favorecer una mejor circulación de aire.

Otros manejos apropiados antes de la floración serán desechar la madera muerta y “cosechar” frutos de la temporada anterior. Las labores de poda y cosecha sólo efectuarlas durante condiciones secas. Se debe evitar lesiones en la fruta tanto en huerto como en packing y enfriar la fruta a 5° C una vez cosechada. Una alta temperatura en postcosecha es crítica para el desarrollo de la antracnosis. Siempre mantenga los frutos secos y frescos hasta que se comercialicen.

Los tratamientos con fungicidas en postcosecha no serían necesarios si se maneja correctamente la fruta.

4.5. Pudrición negra de raíces: *Cylindrocarpon destructans*

Este hongo aparece descrito afectando varios hospederos de diversos géneros tales como *Fragaria*, *Juglans*, *Malus*, *Pinus*, *Prunus*, *Solanum*, *Lillium*, *Vitis*, entre otros. Sin embargo, en algunas especies vegetales puede estar asociado sin ser fitopatógeno, es decir, sólo bajo una condición de habitante de la rizósfera.

4.5.1. Sintomatología

Este hongo en un huerto lo podemos detectar porque los árboles enfermos presentan marchitez de hojas apicales, hojas de menor tamaño, frutos pequeños, decaimiento regresivo. Se observan manchas oscuras y acuosas en el tronco y en menor proporción en ramas (Figura 4.6). Al descalzar los árboles se detectan raíces marrón oscuro a negras.



Figura 4.6. Sintomatología de *Cylindrocarpon destructans*. (a) Raíces, (b) ramas, (c) tronco de palto.

Es importante considerar que el desarrollo de la enfermedad es rápido por el daño que causa alrededor del tronco. Cabe señalar que cuando el daño en tronco

supera más de la mitad de la circunferencia se manifiesta un debilitamiento del árbol y en un período menor a un año puede llegar a matar un árbol sin importar su edad.

4.5.2. Condiciones que la favorecen

Entre las condiciones que favorecen la presencia de este hongo están el estrés hídrico, climático y nutricional. Asimismo, los suelos saturados con mal drenaje contribuyen al desarrollo de la enfermedad.

4.5.3. Prevención y control

Como principio básico es importante implementar un sistema de monitoreo y diagnóstico oportuno y preciso de este hongo. De ser necesario, efectuar tratamientos efectivos y eficaces de la enfermedad. A su vez, resulta fundamental ser prolijo en la revisión de los árboles provenientes del vivero con el fin de evitar la dispersión de ésta y otras enfermedades.

Para prevenir la presencia de esta enfermedad es fundamental evitar heridas en troncos y ramas; manejar correctamente el riego (control de humedad). Es importante realizar podas y aclareos que permitan el flujo de aire y luz, evitar sombreado y entrecruzamiento de ramas.

Un manejo apropiado es incorporar materia orgánica.

Se recomienda la eliminación de canchales en el tronco más aplicación inmediata de pasta poda.

Los fungicidas que se pueden utilizar para las diferentes enfermedades que afectan al palto se presentan en la Cuadro 4.1. Es importante que previo a cualquier recomendación se debe revisar los registros SAG y en caso de fruta de exportación los registros ASOEX y específicos de cada exportadora.

Cuadro 4.1. Listado de fungicidas con registro SAG autorizados en palto para las enfermedades antes descritas.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Modo de acción	Enfermedad
Aliette 80 WP	Fosetilo Aluminio	Sistémico (completo: ascendente y descendente)	Putridión de raicillas y/o cuello
Pasta poda TPN 50	Clorotalonilo	Contacto	Putridión del cuello
Metalaxil 25 DP	Metalaxilo	Sistémico	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Defense 80 WP	Fosetilo Aluminio	Sistémico	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Podastik	Clorotalonilo	Contacto	Putridión del cuello
Phostrol	Fosfito mono y dibásico de sodio, potasio y amonio	Sistémico	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Champ DP	Hidróxido de cobre	Contacto	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i> / <i>Phytophthora</i> sp.
Hidro-Cup WP	Hidróxido de cobre	Contacto	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Trichonativa	<i>Trichoderma</i> spp. (<i>Trichoderma harzianum</i> cepa Queue / <i>Trichoderma virens</i> cepa Sherwood / <i>Trichoderma parceramosum</i> cepa Trailes) / Ác. Láctico	Competencia, Antibiosis, Depredación	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Podexal	Piraclostrobina	Contacto	<i>Cylindrocarpon destructans</i>
Champ Formula II FLO	Hidróxido de cobre	Contacto	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>
Podastik MAX	Tebuconazol	Preventivo	<i>Cylindrocarpon destructans</i>
Podastik PRO	Tebuconazol / Clorotalonilo	Preventivo	<i>Botryosphaeria</i> sp.
Podastik TECH	Clorotalonilo	Fungistático, preventivo	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Ridomil Gold 480 SL	Metalaxilo-M (Mefenoxam)	Sistémico	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Harztop	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai cepa T22	Competencia, antibiosis, depredación	<i>Phytophthora cinnamomi</i>
Tazer FLO	Hidróxido de cobre	Contacto	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i> / <i>Phytophthora</i> sp.
Hidróxido de cobre 50 WG	Hidróxido de cobre	Contacto, preventivo	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i> / <i>Phytophthora</i> sp.
Hidróxido de cobre E FLO	Hidróxido de cobre	Contacto, preventivo	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i> / <i>Phytophthora</i> sp.

Bibliografía consultada

Allen, R.N. 2004. Avocado diseases. AGDEX 235/630. New South Wales Department of Agriculture.

Apaza, W.; Villavicencio, Y.; Moreno, R. y Huallanca, C. 2015. Comportamiento de los cinco patrones de palto más utilizados en la irrigación de Chavimochic a la pudrición radicular ocasionada por *Phytophthora cinnamomi*. Libro Resúmenes, capítulo Plagas y Enfermedades- orales. VIII Congreso Mundial de la Palta. pág. 51. Disponible en: http://www.avocadosource.com/WAC8/Section_03/Section_03_Abstracts_Spanish.pdf.

Apaza, W.; Villavicencio, Y.; R. Moreno y Huallanca, C. 2015. Control de la pudrición radicular del palto ocasionada por *Phytophthora cinnamomi* con diferentes cepas de *Trichoderma* en la irrigación de Chavimochic, Perú. Libro Resúmenes, capítulo Plagas y Enfermedades- orales. VIII Congreso Mundial de la Palta. pág. 38. Disponible en: http://www.avocadosource.com/WAC8/Section_03/Section_03_Abstracts_Spanish.pdf.

Consultado en junio 2016.

Besoain, X.; Arenas, C.; Salgado, E. and .Latorre, B. 2005. Effect of the flooding period on the development of avocado (*Persea americana*) root rot caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Ciencia e Investigación Agraria* 32: (2) pp97-103.

Besoain, X. y Piontelli, E. 1999. Pudrición negra en raicillas de palto (*Persea americana* Mill.) por *Cylindrocarpon destructans*: patogenicidad y aspectos epidemiológicos. *Boletín Micológico* Vol. 14: (1-2) pp41-47.

Faber, B. A; Eskalen, A. and Bender, G. S. 2008. Guidelines for Anthracnose on Avocado. UC ANR Publication 3436. Disponible en <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r8100711.html>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2012. Manual fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (*Persea americana* Mill.). Medidas para la temporada invernal. 75p.

Jefferson L. da S. Costa; John A. Menge and Willian L. Casale. 2000. Biological control of phytophthora root rot of avocado with microorganisms grown in organic mulches. *Brazilian Journal of Microbiology*. 31:239-246.

Martínez, R.; Ledesma, J.; Morales, J.; Pedraza, M.; Barcenas, A. y Morales, K. 2015. Control químico y biológico en árboles con síntoma de tristeza del aguacate en Matanguaran Mpio. De Uruapan Michoacán, México. Libro Resúmenes, capítulo Plagas y Enfermedades - orales. VIII Congreso Mundial de la Palta. pág. 46. Disponible en: http://www.avocadosource.com/WAC8/Section_03/Section_03_Abstracts_Spanish.pdf.

- McDonald, V., and Eskalen, A. 2011. Botryosphaeriaceae species associated with avocado branch cankers in California. *Plant Dis.* 95:1465-1473.
- Ramírez, G. y Morales, J.G. 2013. Primer informe de *Cylindrocarpon destructans* (Zinss) Scholten afectando plántulas de aguacate (*Persea americana* Mill) en Colombia. *Rev. Protección Veg.* Vol. 28 (1): 27-35.
- Rodríguez-López, E.S.; González-Prieto J. M. y Mayek-Pérez, N. 2009. La Infección de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. en Aguacatero (*Persea americana* Mill.): Aspectos Bioquímicos y Genéticos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, Volumen 27: (1) 53 - 63.
- Servicio Agrícola y Ganadero. 2016. Lista de Plaguicidas con Autorización Vigente. Actualización 27/07/2016. Disponible en: <http://www.sag.cl/ambitos-de-accion/evaluacion-y-autorizacion-de-plaguicidas/1367/registros>.
- Valencia, A.L. y Gil, P.M. 2015. Condiciones detectadas en huertos de paltos para desarrollar cancrrosis y muerte regresiva causadas por especies Botryosphaeriaceae en Chile. Libro Resúmenes, capítulo Plagas y Enfermedades- orales. VIII Congreso Mundial de la Palta. p53. Disponible en: http://www.avocadosource.com/WAC8/Section_03/Section_03_Abstracts_Spanish.pdf.
- Vidales-Fernández, J. A. y Alcantar-Rocillo, J. J. 1999. Acción de la solarización y de la materia orgánica en el control de la tristeza *Phytophthora cinnamomi* Rands del aguacate *Persea americana* Mill. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 255-259.
- Zilberstein, M.; Noy, M.; Levy, E.; Elkind, G.; Zeidan, M.; Teverovski, E. y Ben Ze'ev, I. 2007. Marchitamiento de árboles jóvenes de aguacate causado por *Neonectria radicola* en Israel. *Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate)*. Viña Del Mar, Chile. 12 - 16 Nov. 2007. Disponible en: <http://www.avocadosource.com/WAC6/en/Extenso/2b-76.pdf>. Consultado en junio 2016.

CAPÍTULO 5.

USO DE LA ABEJA DE MIEL EN LA POLINIZACIÓN DEL PALTO

Fernando Rodríguez A.

Biólogo, Mg.

INIA La Cruz

5.1. Introducción

Actualmente Chile se encuentra entre los principales productores y exportadores de palto a nivel mundial. Posee alrededor de 28.000 hectáreas que se producen bajo diversas condiciones de clima, suelos y altitud, siendo la zona central del país donde se concentra la mayor superficie. La principal variedad producida es "Hass" y existen otras variedades que son usadas normalmente como polinizantes (o donadores de polen) entre las que se encuentran Edranol, Zutano y Bacon, entre otras.

En Chile, el rendimiento promedio de huertos adultos de palto Hass es cercano a 9 t/ha, lo que es considerado bajo. Al respecto, se han planteado diversos factores que inciden en la productividad, alternancia o añerismo y calidad de la fruta, relacionados con características del clima, cultivar y manejos del cultivo, entre estas últimas, el riego y la fertilización. Además de suelos desfavorables para el cultivo por su reducida capacidad de aire, crecimiento y desarrollo de los brotes.

5.2. Floración

Una variable importante en la productividad del palto es su particular modo de floración que se manifiesta con la generación de flores hermafroditas, cuyas estructuras sexuales maduran en momentos diferentes (dicogamia), lo que deriva una doble apertura floral; la primera sólo con el estigma receptivo durante algunas horas (protogínea) para luego cerrarse y abrirse nuevamente en una fase masculina con sus estambres que liberan el polen maduro (Figura 5.1). Cabe señalar que con días nublados o fríos, cuando la temperatura se mantiene por debajo de los 21°C, el comportamiento floral por la mañana es exactamente inverso, el polen es liberado por la mañana y la parte femenina se presenta por la tarde. En un estudio realizado en huertos de la provincia de Quillota, la apertura se inició en estado masculino y las femeninas se presentaron en cortos períodos del día y en general una alta variabilidad entre los días que duró la floración, confirmándose que la naturaleza sincrónica dicogámica de la apertura floral del palto es extremadamente sensible a las condiciones ambientales.



Figura 5.1. Flor de palto en estado femenino.

De acuerdo al ritmo de floración, los cultivares de palto se comportan de manera diferente, distinguiéndose un grupo cuyas flores abren en estado femenino durante la mañana (Figura 5.1) y luego como flor masculina en la tarde del día siguiente (Figura 5.2), a los que se ha denominado tipo A y un grupo tipo B, en los cuales la flor abre como femenina durante la tarde y masculina durante la mañana siguiente, mecanismo que previene la autopolinización y que, usualmente permite la polinización cercana y estimula la polinización cruzada. Para facilitar la polinización en huertos comerciales de Hass que son tipo A, se recomienda también poner árboles de variedades tipo B que florezcan en forma simultánea (polinizantes) (Figura 5.3) e insectos como abejas que transfieran el polen (polinizadores) (Figura 5.4).



Figura 5.2. Flor de palto en estado masculino.



Figura 5.3. Variedad de palto polinizante (lado izquierdo).



Figura 5.4. *Apis mellifera* en flor de palto.

El palto forma una gran cantidad de flores, de las cuales sólo una pequeña proporción es fertilizada, cuaja y llega a fruta madura. Se ha calculado que sólo entre el 0,05 y 0,1% de las flores producen fruta (un fruto de cada 1000 a 2000 flores). Además, usualmente la carga floral está asociada a un fenómeno de añerismo o alternancia productiva que puede darse a niveles de zonas, huertos o árboles individuales. En la zona de Quillota, fue observado que árboles con reducida carga floral mostraron una baja cantidad de visitas de abejas comparados con otros que presentaban una densidad mayor de flores las que eran visitadas en múltiples oportunidades por distintas abejas.

5.3. Polinizadores

En los lugares de origen del palto que son el sur de México y Centroamérica, las flores del palto son visitadas por diferentes especies de insectos. Por ejemplo, en las principales zonas productivas de palto en México fueron identificadas cerca de 70 especies de insectos visitando las flores del palto, siendo varias de ellas abejas nativas. Muchos de los huertos actuales de palto en México son manejados de acuerdo a protocolos exigidos para la producción de fruta de exportación, lo que implica cambios relevantes respecto de las condiciones naturales ancestrales particularmente en cuanto a densidad, distribución espacial e intervenciones con productos químicos que modifican el ambiente.

En un estudio realizado en Yucatán se determinó que los insectos más atraídos a las flores del palto fueron la abeja de miel *A. mellifera*, la mosca *Chrysomya megacephala* y la avispa *Brachygastra mellifica*, especie que según algunos autores sería el polinizador primario y original del palto en las zonas central y oeste de México. Cuando el palto es producido en otros países no existe la correspondiente diversidad de agentes polinizadores especializados que existen en su lugar de origen, lo que ha conducido a la utilización casi exclusiva de *A. mellifera* como polinizador principal, acción que se complementa con otras especies de insectos nativos o endémicos que usan del recurso que provee la flor del palto.

En el sureste de España se determinó que la abeja *A. mellifera* y el abejorro *Bombus terrestris* aparecen como los principales insectos polinizadores del palto. En una localidad de la Región de Valparaíso, fueron determinadas 39 especies de insectos asociadas a flores de palto (Figura 5.5), no obstante, esta gran diversidad, *A. mellifera* fue considerada responsable del 82% de la polinización del palto.

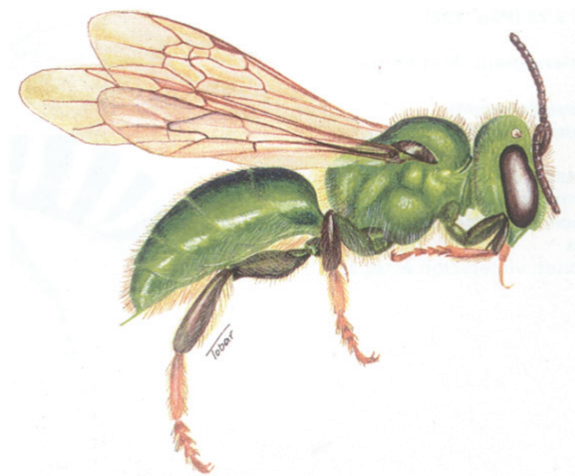


Figura 5.5. *Corynura viridis*, abeja nativa encontrada en flores de palto en Chile.

En la mayor parte de las zonas productoras de palto se ha comprobado que éste es altamente dependiente de la polinización realizada por *A. mellifera*, que tiene la ventaja de ser una de las pocas especies de insectos que ha sido relativamente domesticada, lo que permite manejarla para que desarrolle su conducta alimentaria sobre el palto y como consecuencia ocurra la polinización.

5.4. Polinizantes

Con relación al ritmo de floración del palto Hass, es fundamental la incorporación desde el establecimiento del huerto, que existan árboles polinizantes compatibles con Hass que florezcan en el mismo período de floración en cantidad y distribución adecuadas, siendo lo más efectivo y recomendable contar con un 11% de árboles polinizantes, distribuidos en forma uniforme, así los árboles Hass tendrán siempre un polinizante contiguo (Figura 5.6).

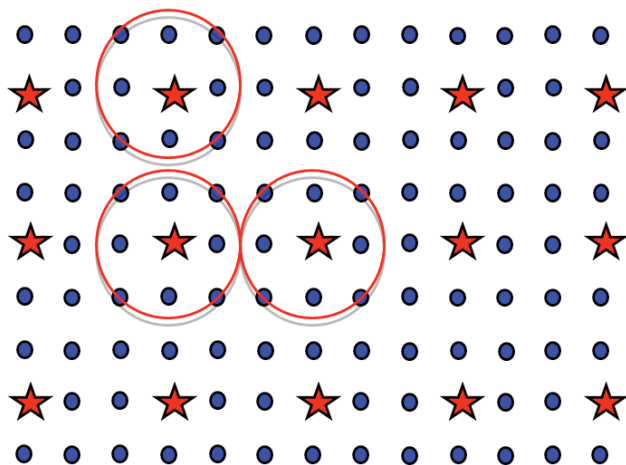


Figura 5.6. Patrón distribución de polinizantes a un 11% (estrellas).

5.5. Cantidad de abejas

Respecto de la cantidad de abejas que se requiere para lograr una efectiva polinización, además de los árboles polinizantes, es importante contar con suficientes abejas forrajeando en los paltos en floración. Se ha determinado que la densidad de abejas sobre las plantas está positivamente correlacionada con la tasa de polinización y que con una densidad de abejas superior a 20 por árbol se logra obtener entre 60 y 80% de estigmas polinizados con 6 a 10 granos de polen y que las tasas de polinización cruzada son muy superiores en los árboles adyacentes a los polinizantes comparadas con aquellos más alejados.

Para tener abejas suficientes pecoreando sobre los paltos, es importante tener una cantidad suficiente de colmenas que cumplan con un criterio de calidad predefinido. En Chile este aspecto fue abordado con la elaboración de la norma

NCh 3255-2011 que establece los requisitos de calidad de una colmena estándar de abeja (*Apis mellifera* L.) para la polinización de cultivos hortofrutícolas que propone las siguientes características: colmena tipo Langstroth con un mínimo de 8 marcos con abejas por ambos lados (Figura 5.7), mínimo de 3,5 marcos con crías (1 marco con cría abierta y 2,5 marcos con cría cerrada) y libre de enfermedades y plagas. También indica que esta colmena cumple una adecuada polinización cuando el número de abejas que entran por la piquera, es superior a 50 abejas por minuto, con temperaturas mínimas de 20°C. Además, esta norma chilena sugiere que se instalen 10 colmenas por hectárea en los huertos de palto.



Figura 5.7. Colmena con 10 marcos con abejas.

Contar con colmenas sometidas a un control de calidad acorde con la norma señalada, puede implicar varios miles de abejas de diferencia entre una colmena estándar y un núcleo de abejas. Mientras más abejas tiene una colmena, mayor es la proporción de su población que se dedica al pecoreo, lo que implica más visitas a las flores y mejor polinización.

5.6. Ubicación de colmenas

La ubicación de las colmenas en el huerto durante la polinización, es una variable que se debe tener presente. Idealmente deben disponerse en lugares soleados, con las piqueras en dirección norte u oriente, sobre banquillos que faciliten su manejo apícola y permita un mejor control de malezas y hormigas, se reduzca

la humedad generada en forma natural o eventualmente por emisores de riego, porque incide en el desarrollo de ciertas enfermedades.

5.7. Otros manejos

Entre los manejos apícolas que deben tenerse presente durante la polinización se encuentran aquellos destinados a monitorear la nutrición y disponibilidad de agua de las colmenas (Figura 5.8) y evitar la enjambrazón con la instalación de alzas (Figura 5.9). Particularmente importante es el manejo de la sanidad, para lo cual se requiere implementar un programa de monitoreo sistemático de enfermedades de mayor prevalencia como la varroasis, nosemosis y acaroposis (Figura 5.10).



Figura 5.8. Provisión de agua para las abejas.



Figura 5.9. Colmenas con alzas.



Figura 5.10. Monitoreo sistemático de la colmena.

5.8. Introducción y distribución de las colmenas

El período de floración del palto Hass en Chile ocurre en plena primavera, entre los meses de septiembre y diciembre, con variaciones importantes en los

predios entre sectores altos y bajos, como entre las diferentes zonas productivas del país. Se observa que donde el clima es más cálido y seco, la floración puede adelantarse hasta un mes respecto de aquellos lugares más cercanos a la costa, que son menos cálidos y más húmedos.

Dependiendo de la superficie del huerto, se recomienda comenzar su instalación cuando exista entre 20 y 25% de floración y contar con la cantidad total recomendada (10 colmenas /ha) ya instaladas en plena floración, agrupándolas en lotes entre 10 y 15, procurando repartirlas uniformemente en la superficie del predio que se poliniza.

5.9. Atractividad de flores

Se debe tener en cuenta que se ha planteado que *A. mellifera* podría disminuir su eficiencia como polinizador del palto cuando simultáneamente cerca del predio también se encuentran en floración plantas más atractivas y en gran cantidad, como podría ser un huerto de cítricos. No obstante lo anterior, también se ha observado que la presencia de una diversidad de plantas en floración cercanas o en el huerto atractivas para las abejas como la mostacilla (Figura 5.11) y otras, tienen un efecto positivo sobre la colmena porque mejora el aporte nutricional y la colmena crece, aumentando las pecoreadoras, incluidas aquellas que van por néctar a las flores de palto, ya que, la recolección de polen corbicular que realiza la abeja de la flor del palto es muy limitada.



Figura 5.11. Flores de mostacilla en huerto de palto.

La polinización se produce con el polen que se adhiere a la pilosidad de su cuerpo, cuando la abeja se encuentra recolectando néctar en diferentes palto. No obstante, el palto secreta néctar con trazas de componentes que afectan su atractividad para la abeja de miel, identificándose algunos minerales (principalmente potasio y fosfatos) que en cierto grado repelen a *A. mellifera*.

5.10. Roles del agricultor/apicultor

El agricultor debe mantener su huerto en condiciones adecuadas de poda, fertilización, riego, plagas, enfermedades, malezas y, comunicar con antelación al apicultor cuando realice alguna aplicación de agroquímicos, para tomar las precauciones que se requieran. Es su responsabilidad, contar en su huerto con los polinizantes suficientes, bien distribuidos y sincronizados con Hass, a su vez, debe velar por la integridad de las colmenas dentro del huerto.

El apicultor es responsable de transportar e ingresar al huerto con el número de colmenas contratadas en las fechas acorde con la floración y utilizar colmenas en condiciones óptimas, para lo cual, puede basarse en la norma antes mencionada, realizando los monitoreos y revisiones periódicas, reemplazando aquellas colmenas que no cumplen con el estándar. Es altamente recomendable que el servicio de polinización esté refrendado por un contrato específico acordado por las partes interesadas.

Bibliografía consultada

Afik O., Dag A., and Shafir S. 2008. Honeybee, *Apis mellifera*, round dance is influenced by trace components of floral nectar. *Animal Behaviour* 75:371-377.

Afik O., Delaplane K., Shafir S., Moo H. and Quezada J. 2014. Nectar minerals as regulators of flower visitation in stingless bees and nectar hoarding wasps. *Journal Chemical Ecology* (2014) 40:476-483.

Cabezas C. y Cuevas J. 2007. Vectores de polinización del aguacate en el sureste español. In: 6th World Avocado Congress 2007 – Conference Proceedings 6th World Avocado Congress Viña del Mar, Chile, 12-16 November 2007.

Castañeda A., Equihua A., Valdés J., Barrientos A., Ish-Am G. y Gazit S. 1999. Insectos Polinizadores del Aguacatero en los Estados de México y Michoacán, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. V (Esp), 129-136.

- Can C., Quezada J., Xiu P., Moo H., Valdovinos G. y Medina S. 2005. Pollination of "criollo" avocados (*Persea americana*) and the behavior of associated bees in subtropical México. *Journal of Apicultural Research* 44:3-8.
- Davenport T. L. 1986. Avocado flowering. In: J. Janick (ed.) *Horticultural Reviews* 8:257-289.
- De La Cuadra S. 1999. Importancia del manejo y calidad de las colmenas de abejas (*Apis mellifera* L.) en la polinización del palto (*Persea americana* Mill). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5:145-150.
- De La Cuadra S. y Rodríguez F. 2006. Manejo de abejas para la polinización de paltos. *Revista Tierra Adentro Instituto de Investigaciones Agropecuarias* 70:22-25.
- De La Cuadra S. 2007. Determination of the pollination activity of honeybees (*Apis mellifera*) in the avocado tree pollination in the central zone in Chile. In: 6th World Avocado Congress 2007 - Conference Proceedings 6th World Avocado Congress Viña del Mar, Chile, 12-16 November 2007.
- Eisikowitch D. 1998. Low attractiveness of avocado (*Persea americana* L.) flowers to honeybees (*Apis mellifera* L.) limits fruit set in Israel. *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73:195-204.
- Farrar C.L. 1937. The influence of colony populations on honey production. *J. Agric. Res.* 54, 945-954.
- Ish-Am G. and Eisikowitch D. 1993. The behaviour of honey bees (*Apis mellifera*) visiting avocado (*Persea americana*) flowers and their contribution to its pollination. *Journal of Apicultural Research* 32 (3-4):175-186.
- Ish-Am G. and Eisikowitch D. 1995. Quantitative Approach to Avocado Pollination. In: 3th World Avocado Congress - Conference Proceedings 3th World Avocado Congress, Tel Aviv, Israel, 22-27 October 1995:46-51.
- Ish-Am G., Barrientos A., Castañeda A. y Gazit S. 1999. Avocado (*Persea americana* Mill.) Pollinators in its Region of Origin. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 5:137-143.
- Ish-Am G. 2005. Avocado pollination - a review. In: New Zealand and Australia Avocado Grower's Conference, Tauranga, New Zealand, 20-22 September 2005. 9p.

- Ish-Am G. 2011. Major role of honeybee pollination in avocado as compared to wind. In: 7th World Avocado Congress 2011. Conference Proceedings 7th World Avocado Congress, Cairns, QLD, Australia, 5-9 September 2011.
- Lahav E. and Zamet D. 1999. Flowers, fruitlets and fruit drop in avocado trees. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5:95-100.
- Peña J.E. 2003. Insectos Polinizadores de Frutales Tropicales: No Solo las Abejas Llevan la Miel al Panal. En: Manejo integrado de plagas y agroecología (Costa Rica): 69:6-20.
- Pérez J., Quezada J., Alfaro R., Medina S., Mckendrick L., Soro A. and Paxton R. 2012. The contribution of honey bees, flies and wasps to avocado (*Persea americana*) pollination in southern México. *Journal of Pollination Ecology* 8(6):42-47.
- Rodríguez F. y Mancilla F. 2012. Actividad polinizadora de las abejas en palto (*Persea americana*) p. 93-120 in P. Estay (ed.), Abejas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): polinización según especie objetivo. Boletín INIA N° 235. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile.
- Sedgley M. and Grant W. 1983. Effect of low temperatures during flowering on floral cycle and pollen tube growth in nine avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 18:207-213.
- Vithanage H. 1990. The role of the European honeybee (*Apis mellifera* L.) in avocado pollination. *Journal of Horticultural Science* 65:81-86.
- Vrecenar-Gadus M. and Ellstrand N.C. 1985. The effect of planting design on out-crossing rate and yield in the 'Hass' avocado. *Scientia Horticulturae* 27:215-221.
- Wysoki M., Van den Berg M.A., Ish-Am G., Gazit S., Peña J.E., and Waite G. 2002. Pests and pollinators of avocado. Pp. 223-293 in J.E. Peña, J. Sharp, and M. Wysoki (eds.), *Tropical Fruit Pests and Pollinators*. CAB International, Wallingford, United Kingdom.

CAPÍTULO 6.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN HUERTOS DE PALTO

Natalia Olivares Pacheco

Ing. Agrónoma, Mg.

INIA La Cruz

6.1. Introducción

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una estrategia sostenible, que combina diferentes herramientas de control. Entre sus características destaca el uso óptimo y reducido de plaguicidas, favoreciendo la acción de los enemigos naturales y el control biológico. Su fundamento está constituido por principios ecológicos que, reconocen e interpretan los cambios en la dinámica poblacional de la plaga y sus relaciones.

La aplicación del MIP requiere de antecedentes sobre la plaga, hospederos y el medio donde se encuentra. Uno de los aspectos fundamentales del MIP es lograr una combinación armónica de los métodos más eficientes de control, con el objetivo de reducir y mantener las poblaciones de las plagas a un nivel bajo el umbral de daño económico. Estos umbrales permiten decidir hasta qué punto el cultivo puede soportar una determinada plaga sin sufrir daño económico. El hecho de establecer tolerancias de daño, por bajas que sean, permite la presencia de pequeñas poblaciones de la plaga sin mayores efectos sobre la producción agrícola.

Una adecuada implementación de un programa de MIP considera:

- Identificación de las plagas y sus enemigos naturales.
- Monitoreo de las plagas, determinando los niveles de infestación de la plaga, la presencia de enemigos naturales y el efecto de las condiciones ambientales sobre éstas.
- Umbral de daño económico.
- Toma de decisión de manejo, en relación a los datos obtenidos desde el monitoreo.
- Herramientas de manejo: control natural, cultural, físico, biológico, químico, entre otros.

6.2. Implementación del MIP en huertos del palto

6.2.1. Araña roja del palto. *Oligonychus yothersi* (Mc Gregor)

La araña roja del palto es un ácaro fitófago de cuerpo ovalado, de aproximadamente 0,5 mm de largo, de color anaranjado en el tercio anterior y rojo negruzco en el resto del cuerpo. La hembra presenta un cuerpo redondeado y el macho presenta una forma ovoide. Los huevos de la araña roja del palto son globosos, color pardo, dispuestos sobre toda la superficie foliar y tornan a rojo previo a la eclosión de las larvas. Se ubica de preferencia en el haz de las hojas maduras, principalmente en la zona cercana a la nervadura.

La araña roja del palto presenta los estados de desarrollo de huevo, larva, ninfa y adulto, de reproducción sexual, con más de dos generaciones en la temporada (multivoltina).



Figura 6.1. Adultos de *O. yothersi*.



Figura 6.2. Huevos de *O. yothersi*.

El daño que provoca, corresponde a decoloración de las hojas desde marrón a bronceado. El ataque se inicia en hojas maduras y bajo condiciones de alta reproducción se traspasa a las hojas nuevas.



Figura 6.3. Daño de *O. yothersi*. en hojas de palto.

Entre los enemigos naturales se encuentran los depredadores *Oligota pygmaea* (Coleoptera: Staphylinidae), estafilínido endémico de Chile y *Parastethorus histrio* (Coleoptera: Coccinellidae). Tanto larvas como adultos se alimentan activamente de los diferentes estados del ácaro. Ambos depredadores comienzan a establecerse y reproducirse con altas densidades de los ácaros fitófagos.

El monitoreo de esta plaga se debe realizar tomando 10 hojas por árbol en el 1 a 2 % de los árboles/hectárea, registrando la presencia de la plaga en una planilla.

Control cultural: podas.

Control biológico: favorecer desarrollo de depredadores.

Control químico: aplicación de acaricidas.



Figura 6.4. Larvas de *P. histrio*.

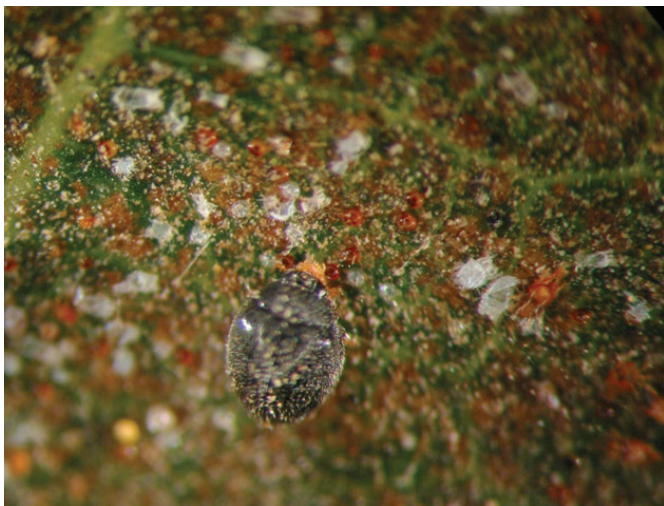


Figura 6.5. Pupas de *P. histrio*.



Figura 6.6. Adulto de *P. histrio*.



Figura 6.7. Aduto de *Oligota pygmaea*.

6.2.2. Trips del palto. *Heliothrips haemorrhoidalis*

Plaga originaria de Brasil, se encuentra distribuido en nuestro país desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Los Lagos.

Los adultos del trips del palto poseen la cabeza, tórax y abdomen de color negro, con patas, antenas y alas de color amarillo claro. Poseen las alas plumosas y experimentan vuelos cortos. Los adultos miden 1,2 mm de largo. Los huevos son de color blanco translúcido y son insertados en el tejido de la lámina de la hoja y en el fruto. Depositán una excreción negra sobre hojas y frutos.

Los estados de desarrollo del trips del palto comprende; huevo, ninfa I, ninfa II, ninfa III, pupoide y adulto. Es de reproducción partenogenética. Este insecto presenta una metamorfosis incompleta y su desarrollo desde huevo a adulto dura alrededor de 38 días en condiciones de laboratorio ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), siendo el estado más largo el huevo, que demora 20,5 días en eclosionar. Se ha observado que en condiciones de campo el ciclo de vida demora alrededor de 4 a 5 semanas en verano.



Figura 6.8. Adultos y ninfas de *H. haemorrhoidalis*.

El daño que realiza corresponde a una decoloración en la superficie afectada, tomando un aspecto de russet en los frutos.



Figura 6.9. Fruto sano y dañado por acción de *H. haemorrhoidalis*.



Figura 6.10. Hoja sana y dañada por acción de *H. haemorrhoidalis*.

Entre los enemigos naturales asociados al trips del palto se encuentran; *Thripobius semiluteus* y *Megaphragma mymaripenne* parasitoides de ninfas y huevos respectivamente y, el depredador de ninfas y adultos *Chrysoperla* sp.

Control cultural: podas.

Control biológico: favorecer desarrollo de depredadores y parasitoides.

Control químico: aplicación de insecticidas.

6.2.3. Complejo de escamas blancas. *Hemiberlesia lataniae*, *Hemiberlesia rapax*, *Aspidiotus nerii*

Tanto la escama del látano (*H. lataniae*), como la escama blanca de la hiedra, son especies cosmopolitas, polífagas presente en frutales, ornamentales y forestales. Ambas especies se encuentran presentes desde la región de Arica y Parinacota hasta la región del Maule, incluida isla de Pascua.

En prospecciones realizadas por INIA La Cruz, la frecuencia de las escamas en el cultivo del palto varía según la localidad (Cuadro 6.1).

Este insecto presenta metamorfosis incompleta y la duración del ciclo de vida depende de la especie, por ejemplo, *Aspidiotus nerii* tiene una duración promedio de 25 días en condiciones de laboratorio a una temperatura de 25+2 °C.

Cuadro 6.1. Especies de escamas blancas colectadas e identificadas desde palto.

Localidad	<i>Aspidiotus nerii</i>	<i>Hemiberlesia lataniae</i>	<i>Hemiberlesia rapax</i>
Ovalle		X	
La Ligua	X	X	
Hijuelas	X	X	X
Nogales		X	
Quillota, La Palma		X	X
Quillota, El Rodadero		X	
<u>Llay-Llay</u>		X	
La Cruz		X	

La reproducción de la escama del látano es partenogenética, a diferencia de la escama blanca de la hiedra, pues en esta última existe participación de machos en el proceso reproductivo.

Las escamas se encuentran presentes en; frutos, hojas, ramas y ramillas. En frutos se ubican en la zona peduncular. El principal daño es de tipo cosmético por presencia de la plaga sobre los frutos, afectando la calidad.

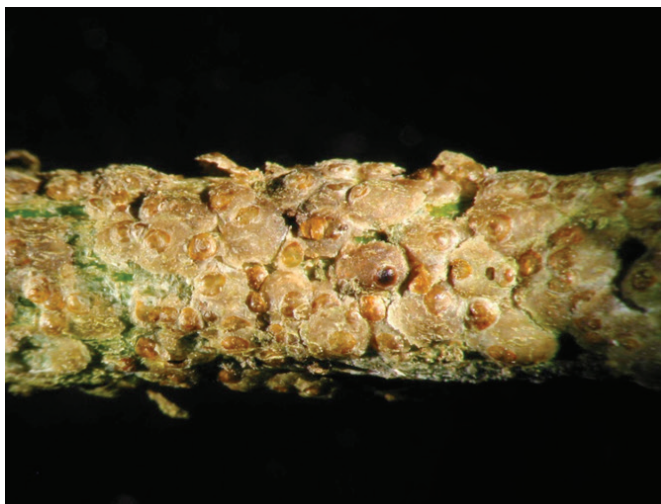


Figura 6.11. Escama *H. lataniae* en ramillas.



Figura 6.12. Hembra y macho de *A. nerii*.

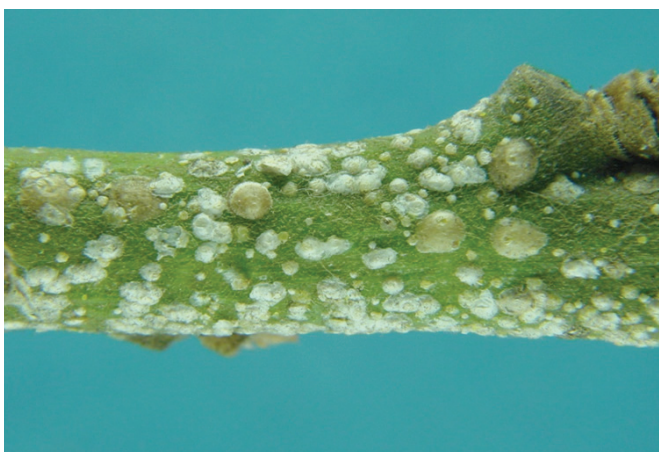


Figura 6.13. Complejo escamas blancas en ramillas de palto.

Entre los principales enemigos naturales del complejo de escamas blancas, se encuentran los depredadores; *Rhizobius lophanthae*, *Coccidophilus citricola* y parasitoides del género *Aphytis*.

El monitoreo de esta plaga se debe realizar muestreando 10 ramillas de 20 cm de largo y 10 frutos por árbol en el 1 a 2 % de los árboles/hectárea.



Figura 6.14. Huevos *R. lophanthae*.



Figura 6.15. Larvas de *R. lophanthae*.



Figura 6.16. Pupas de *R. lophanthae*.



Figura 6.17. Adulto de *R. lophanthae*.

Control biológico: favorecer desarrollo de depredadores y parasitoides.

Control químico: aplicar en período de movimiento de estados juveniles.

Manejo cultural: poda.

Control físico: remover escamas en packing.

6.2.4. Conchuela negra del olivo. *Saissetia oleae* (Olivier)

Las conchuelas se caracterizan por poseer un caparazón rígido, correspondiente al endurecimiento del exoesqueleto en el dorso de la hembra. Se encuentra presente desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de los Lagos.

La hembra adulta tiene forma de una semiesfera, de color pardo oscuro a negro y tamaño que varía entre 3,5 y 4,5 mm en su diámetro mayor. La característica morfológica más destacada es una rugosidad con forma de H sobre el caparazón, la cual se observa a partir de la segunda muda. La coloración de las ninfas varía de amarillo pálido a pardo o marrón oscuro. Los huevos son ovalados, al principio son de color amarillo, en la medida que se desarrolla el embrión se tornan color rosado. Los machos son alados y escasos.



Figura 6.18. *S. oleae* en palto.

El daño es de tipo cosmético debido al desarrollo del hongo fumagina sobre los frutos de palta, afectando la calidad.

Los principales enemigos naturales descritos en Chile son los parasitoides; *Metaphycus helvolus*, *M. flavus*, *M. lonsbury*, *M. stanleyi*, *Coccophagus caridei* y el ectoparásito *Scutellista caerulea*.



Figura 6.19. *Scutellista caerulea* oviponiendo.



Figura 6.20. *Metaphycus* sp.

El **monitoreo** sugerido corresponde al muestreo de 1 y 2 % de los árboles. En cada árbol, se debe extraer al azar 5 ramillas de 20 cm de largo. Además, se debe revisar la presencia de conchuelas en hojas y ramillas.

Manejo cultural: podas de apertura de copa, evitando exceso de fertilización nitrogenada.

Control biológico: permitir acción de enemigos naturales.

Control químico: aplicación de plaguicidas.

6.2.5. Chanchitos Blancos. *Pseudococcus calceolariae* y *Pseudococcus longispinus*

Los chanchitos blancos o pseudocóccidos, son un grupo de insectos-plaga de importancia primaria en la fruticultura nacional, encontrándose dentro de las tres principales plagas que son causal de rechazo cuarentenario en la exportación nacional. El daño está principalmente asociado a la presencia de mielecilla, sobre la cual se desarrolla el hongo fumagina.

6.2.5.1. Chanchito Blanco de Cola Larga. *Pseudococcus longispinus* (Targioni y Tozzetti)

La hembra adulta tiene el cuerpo ovalado con una cubierta de polvo ceroso, miden 5 mm de largo por 2 a 2,5 mm de ancho. Posee filamentos marginales finos, los filamentos caudales son más largos que su cuerpo (130 a 140% del largo del cuerpo), característica que permite su rápida identificación a simple vista. La secreción ostiolar es de color blanco y cristalino. El macho es alado, color oscuro y posee filamentos terminales.

Las hembras son vivíparas, es decir, producen ninfas migratorias, por lo tanto, no hay saco ovígero.

Presentan al menos 3 generaciones en la temporada. La presencia se detecta a partir de la tercera semana de diciembre.



Figura 6.21. *Pseudococcus longispinus*.

6.2.5.2. Chanchito Blanco citrófilo. *Pseudococcus calceolariae* (Maskell)

La hembra adulta tiene el cuerpo ovalado, color rojizo y cubierto con un polvo ceroso, miden entre 4 y 4,5 mm de largo y entre 1,3 y 2 mm de ancho. Posee cuatro franjas longitudinales casi desprovistas de cera. La secreción ostiolar es de color anaranjado. El macho es alado.

Es una especie ovípara y la hembra deposita los huevos en masas algodonosas espesas e irregulares en forma y tamaño. Presenta varias generaciones en la temporada.

Los principales enemigos naturales que se encuentran asociados a estas especie de chanchito blanco corresponden a los parasitoides *Coccidoxenoides peregrina*, *Leptomastidea abnormis*, *Coccophagus gurneyi* y *Tetracnemoidea brevicornis*. Los depredadores *Leucopis* sp y *Ocyptamus confusus*, *Sympherobius marmoratipennis*, *Chrysoperla* sp y *Crypolaemus montrouzieri*.



Figura 6.22. *Pseudococcus calceolariae*.





Figura 6.24. Larva de *S. marmoratipennis*.



Figura 6.25. *Leucopis* sp.

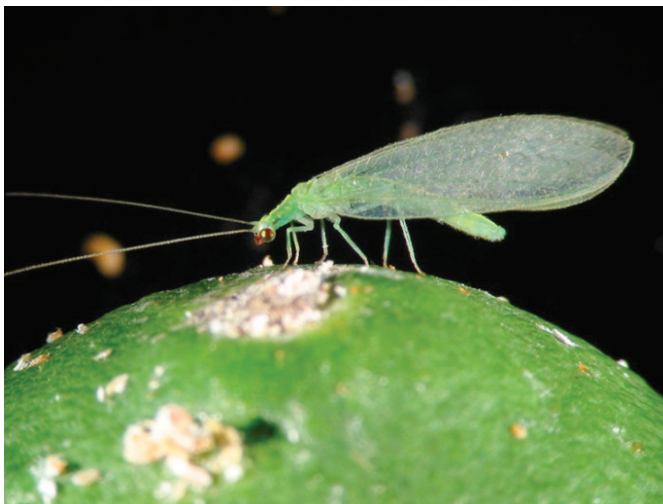


Figura 6.26. Adulto de *Chrysoperla* sp.

Monitoreo: el monitoreo debe realizarse en el 1 a 2% de los árboles del cuartel.

Manejo cultural: podas de apertura de copa, evitando exceso de fertilización nitrogenada.

Control biológico: permitir acción de enemigos naturales. Liberaciones.

Control químico: aplicación de plaguicidas.

Plaga	Estructura	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Arañita roja del palto	Hojas												
Trips del palto	Hojas												
	Fruto												
Complejo escama blanca	Fruto												
	Ramillas												
Conchuela negra del olivo	Ramillas												
	Hojas												
Pseudocóccidos	Panícula floral												
	Brotes												
	Frutos												

Bibliografía consultada

- Olivares N.; Luppichini, P. y Volosky, C. (eds). 2014. Plagas de los cítricos: reconocimiento y manejo. Boletín INIA N° 282 INIA La Cruz. La Cruz, Chile. 120 p.
- Luppichini P.; Olivares, N. y Montenegro, J. 2012. Guía de Campo Plagas del Palto y sus enemigos naturales. Boletín INIA N° 239. 108 p.
- Luppichini P. y Olivares, N. 2011. Plagas del palto y su manejo. Revista Cultiva (5): 18 – 20.
- Ripa, R. y Larral, P. 2008. Manejo de plagas en Paltos y Cítricos. Colección Libros INIA N° 23. INIA La Cruz. La Cruz, Chile. 399 p.
- Vargas R.; Alvear, A. y Olivares, N. 2003. Guía de Campo Plagas en Tomate, Clavel y Palto. Boletín INIA N° 105. 68 p.

CAPÍTULO 7.

INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES AGRÍCOLAS EN HUERTOS DE PALTO

Patricio Abarca R.

Ingeniero Agrónomo, M. Sc.
INIA Rayentué

Jorge Riquelme S.

Ingeniero Agrónomo, Mg. Dr.
INIA Raihuén

4.1. 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. No incluir prácticas de control químico, en muchos cultivos, perjudica considerablemente la productividad y calidad de los alimentos, principalmente por daños ocasionados por plagas (insectos y ácaros) y enfermedades (hongos, bacterias y virus) e incluso por competencia por agua y nutrientes que ejercen las malezas en los huertos.

La pulverización de productos químicos es una tarea compleja pese a ser una práctica habitual y periódica en los huertos. Esta labor con regularidad carece de eficiencia, principalmente por un uso irregular de los equipos, esto redundando en la eficacia de los productos, aumenta los costos de producción y favorece una mayor contaminación medioambiental. Actualmente un gran número de productores agrícolas no conoce con exactitud todos los parámetros que se debe considerar para lograr resultados eficientes en la aplicación de un producto. Por ello, el conocer la estrecha relación que existe entre el equipo pulverizador, el cultivo, el plaguicida, las condiciones climáticas y el organismo a controlar, nos permitirá alcanzar una eficiencia óptima.

Elevados volúmenes de aplicación sin considerar el tipo de maquinaria, el estado, tipo y distribución de las boquillas, la presión utilizada y volumen de aire, son algunos de los factores que se deben regular según la condición del cultivo, tratamiento y época del año. Una deficiente regulación y uso de los equipos repercute en los costos de producción y contaminación ambiental, además de incrementar los riesgos de intoxicación de aplicadores y trabajadores agrícolas.

7.2. Aplicación de plaguicidas en huertos de palto

La eficiencia de las aplicaciones de plaguicidas depende de diversos factores y condiciones. La falta de rigurosidad y preocupación de uno de ellos, puede llevar a una pulverización deficiente y por ende, poco eficaz que implican repetir el tratamiento. A continuación se mencionan los aspectos más relevantes a considerar.

7.2.1. Condiciones atmosféricas

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

Se recomienda que las aplicaciones se realicen cuando el viento sea inferior a los 6,5 km/h, la humedad relativa superior al 40% y la temperatura menor a 25 °C. Cuando no se consideran las condiciones climáticas por los tres factores señalados arriba, se puede alcanzar pérdidas hasta un 30% del volumen aplicado.

7.2.2. Oportunidad de aplicación

La oportunidad se relaciona a momentos específicos del cultivo, producto y plaga. Por ejemplo, el estado de desarrollo o fenológico del cultivo, la densidad poblacional de la plaga y su estado y/o estadios de desarrollo más susceptible al producto seleccionado y bajo las condiciones climáticas óptimas indicadas arriba. El monitoreo es clave para la determinación del momento de una aplicación.

7.2.3. Tipo de plaguicida, dosificación y calidad del agua

Es esencial que la elección del plaguicida 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 uso de plaguicidas, dice relación con la dosificación, ya que erróneamente se piensa que a una mayor dosis del producto, mayor será su eficacia, sin respetar las indicaciones de la etiqueta.

Cuando se sobrestima los volúmenes de aplicación, se incrementa considerablemente las cantidades de plaguicida por hectárea, ya que, la mayoría de los plaguicidas utilizados en frutales expresan su dosificación como concentración (g ó cc/100 litros de agua = g ó cc/hl).

La calidad del agua es vital en la operatividad del pulverizador y en la eficacia del plaguicida. Por un lado, aguas con impurezas tapan sistemas de filtrados, boquillas y dañarán bombas de impulsión. Por otro lado, pH altos disminuyen la eficacia de un plaguicida, por ello, se recomienda aguas con pH entre 4,5 a 6.

7.2.4. 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 paltos de baja envergadura es muy diferente a un huerto antiguo de amplio marco de plantación, o si se encuentra con baja, media o alta densidad de brotes y hojas nuevas.

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 7.1)

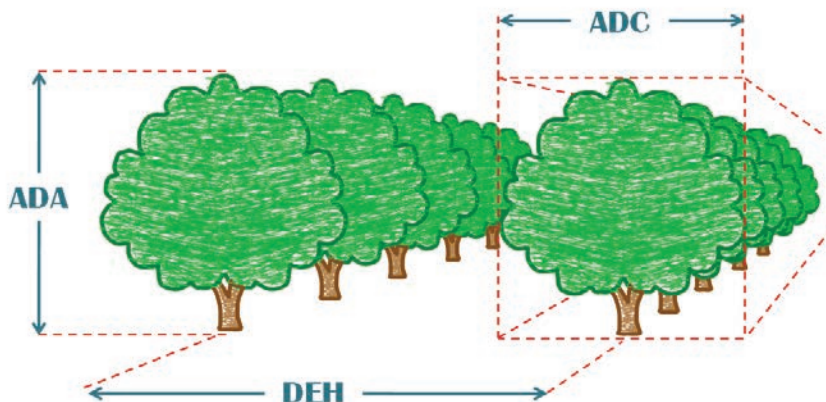


Figura 7.1. Esquema de las dimensiones en un huerto frutal para la estimación de TRV.

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

Dónde:

TRV = Volumen de vegetación o de follaje (m^3/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 m^2/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 equipo (pulverizadores neumáticos, hidráulicos, hidroneumáticos). En la **Tabla 7.1**, se presentan relaciones estándar entre dosis de aplicación y volumen de vegetación, comprendidos desde 10 hasta 120 litros por cada 1.000 metros cúbicos de vegetación.

Para el cultivo de palto los volúmenes varían entre 70 y 90 L por cada 1000 m^3 de vegetación, dependiendo de la época del año (menor o mayor densidad foliar) y el tipo de equipo empleado (pulverizadores hidráulicos o hidroneumáticos).

Cuadro 7.1. 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

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

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

Dónde:

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 1).

Ejemplo:

Se desea aplicar un insecticida para control de trips en cultivo de palto con una densidad foliar media, árboles de 4 metros de altura; 3,5 metros de ancho de copa y; una distancia entre hileras de 5 metros.

Entonces:

$$TRV = \frac{4 \text{ m} \times 3,5 \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{5 \text{ m}} = 28.000 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VDA = \frac{28.000 \text{ m}^3/\text{ha} \times 70 \text{ (l)}}{1.000 \text{ m}^3} = 1.960 \text{ l/ha}$$

Para las condiciones propuestas, el volumen adecuado de aplicación sería de **1.960 l/ha**. Por lo tanto, en base a estas condiciones se debe regular el pulverizador hidroneumático, en lo que respecta principalmente la elección de

boquillas y velocidad de avance, si se utiliza un 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.

7.2.5. Inspección y regulación de pulverizadores agrícolas

En Chile, más de un 80% de los huertos frutales utiliza pulverizadores hidroneumáticos para la aplicación de plaguicidas (Figura 7.2), comúnmente conocidos como “atomizadores”, “nebulizadores” o “turbos”, este último nombre haciendo referencia al ventilador axial que presentan en su parte posterior para el transporte de las gotas. Otro segmento que incluye a pequeños y medianos agricultores, utiliza pulverizadores hidráulicos de pitón (Figura 7.3). Éstos se caracterizan por generar gotas por presión de líquido y éstas son transportadas hasta el follaje por la misma energía que reciben al formarse en la boquilla.

La calidad de la aplicación entre los tipos de pulverizadores mencionados anteriormente, varía considerablemente. Por un lado, los hidroneumáticos son asistidos por una corriente de aire, mejorando la entrada de líquido pulverizado hacia las partes centrales y altas de los árboles, es más eficiente al depender de un solo operador y la velocidad es constante durante toda la aplicación. Por otro lado, los pulverizadores hidráulicos de pitón al no tener asistencia de aire obliga al uso de elevadas presiones de trabajo para mejorar la entrada del producto al interior de los árboles, depende de más de un aplicador (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 en la parte periférica de los árboles.



Figura 7.2. Pulverizador hidroneumático para aplicaciones de plaguicidas en frutales.



Figura 7.3. Pulverizador hidráulico de pitón utilizado para la aplicación de plaguicidas en paltos.

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 50% 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.

7.2.5.1. Inspección de pulverizadores

La inspección de pulverizadores tiene como propósito que los elementos tanto del equipo como del tractor, 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 riesgo de intoxicación.

- I. 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 adecuados. Para ello, se debe considerar una serie de aspectos tanto en el tractor como en el pulverizador (ver Cuadro 7.2).

Cuadro 7.2. Elementos de la maquinaria para mejorar la eficacia de pulverización en palto.

Elemento	Condición ideal
Tractor	- Igual o superior a 80 HP (para pulverizadores hidroneumáticos). - Igual o superior a 60 HP (para pulverizadores hidráulicos de pitón). - Que sea capaz de generar 540 rpm a la TDF.
Bomba hidráulica	- Flujo continuo de líquido.
Tacómetro del tractor	- En funcionamiento.
Manómetro	- En funcionamiento, aguja en posición cero cuando el equipo no está en uso. - Rango de graduación de 0 a 25 bares (hidroneumáticos). - Rango de graduación de 0 a 40 bares (hidráulicos). - Visible por el operador.
Filtros	- Sin roturas. Limpios. Graduación según ubicación en el equipo (Mesh).
Comando de regulación	- Al alcance de la mano desde el tractor. - Abertura de sectores de pulverización de forma independiente y conjunta. - Regulador de presión en funcionamiento. - Para pitones corte individual a la salida.
Agitador	- Tamaño suficiente para el volumen del estanque. - Agitación constante durante toda la aplicación.
Deflectores de viento (sólo hidroneumáticos)	- Presencia tanto en la parte superior como inferior. Ambos con facilidad de orientación.
Boquillas (sólo hidroneumáticos)	- Simetría entre lado izquierdo y derecho (material, tipo y caudal). - En árboles, ubicación gradual ascendente de caudal o boquillas de mayor caudal donde se concentra la mayor cantidad de follaje. - Diferencia de caudal no debe ser superior o inferior en un 15% de lo que indica el catálogo. - Diferencia de caudal menor al 5% entre el lado izquierdo y derecho del pulverizador.
Boquillas (sólo hidráulicos de pitón)	- Boquillas de cono ajustable en el pitón. - Caudal ajustado al tamaño de los árboles. - Normalmente boquillas de cerámica con numeración entre 1.2 a 2.5.

II. 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. Para ello, hay que impedir fugas de producto en el circuito hidráulico, uso de sistema corta gotas y el uso de boquillas anti deriva, entre otras cosas. En el Cuadro 7.2, se mencionan aquellos elementos a considerar para evitar la contaminación del medioambiente.

Cuadro 7.3. Elementos de la maquinaria a considerar para disminuir la contaminación medio ambiental.

Elemento	Condición ideal
Tractor	- Sin fugas de aceite y/o combustible. - Mantención de cambios de aceites de acuerdo al número de horas. - Mantención periódica de filtros de aire, aceite y combustible.
Estanque y circuito hidráulico del pulverizador	- Sin fugas de líquido. - Unión de mangueras con abrazaderas (no usar, alambres, gomas u otro material inapropiado).
Sistema corta gotas (sólo hidroneumáticos)	- Presencia y en perfecto estado en todas las boquillas.
Tapón de vaciado	- Funcional y accesible.
Boquillas	- Uso de boquillas anti deriva al menos en la parte superior del equipo (sólo hidroneumáticos). - De caudal ajustado según tratamiento.

III. 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, también obliga a que el pulverizador cuente con un recipiente con agua limpia para el lavado de manos del operador, entre otras exigencias. En el Cuadro 7.3, se mencionan los aspectos más importantes a considerar para evitar accidentes e intoxicaciones en labores de pulverización.

Cuadro 7.4. Elementos de la maquinaria a considerar para disminuir los riesgos de accidentes e intoxicación de operadores agrícolas.

Elemento	Condición ideal
Tractor	- 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	- Con funda plástica protectora completa. - Sujeción de funda en ambos extremos.
Estanque y circuito hidráulico del pulverizador	- Sin fugas de líquido, ni derrames. - Visor externo en buen estado para observar contenido de líquido.
Comando regulador	- Al alcance de la mano desde el tractor, sin mayor esfuerzo.
Estanque agua limpia	- Disponer de un estanque de agua limpia con al menos 10 litros, con dispensador funcional y adherido al estanque principal.
Neumáticos pulverizador	- En buen estado e inflados a la presión correcta según indicaciones del fabricante.
Rejilla del ventilador (sólo hidroneumáticos)	- Rejilla fina, que ninguna extremidad del operador alcance las aspas.

7.1.1.2. 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.

En los Cuadros 7.5 y 7.6, se indican los parámetros a regular en la maquinaria para mejorar la eficacia de control.

Cuadro 7.5. Regulaciones un equipo hidroneumático para mejorar la eficacia de la pulverización en paltos.

Regulación	Condición óptima (*)
Velocidad de avance	- Entre los 4 y 5 km/h (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	- Entre 450 hasta 540 r.p.m. a la toma de fuerza (TDF), dependiendo principalmente de la cantidad de aire que se necesite.
Presión de trabajo	- Las boquillas funcionan bien en un rango de 7 a 14 bar (100 a 200 PSI = Libras/pulgada ²).
Boquillas	- Se recomienda el uso de boquillas de cono vacío. - Caudales entre 1 L/min y 5,5 L/min a una presión de 10 bares. - La cantidad y tamaño dependerá de la condición del cultivo (en el Cuadro 7.6, se detallan algunos caudales recomendados).
Volumen de aire del ventilador	- A las 540 r.p.m. de la TDF se debe lograr al menos un volumen de aire de 60.000 m ³ /h (dependerá de la densidad foliar y el tamaño de las plantas).
Deflectores de viento	- Orientados hacia el cultivo

Cuadro 7.6. Regulaciones en un equipo hidráulico de pitón para mejorar la eficacia de la pulverización en paltos.

Regulación	Condición óptima (*)
Velocidad de avance	- Definida al obtener un cubrimiento adecuado apreciado visualmente, como también, 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	- Con 450 r.p.m. a la TDF es suficiente.
Presión de trabajo	- Desde 7 hasta 20 bar (100 a 290 PSI).
Boquillas	- 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 árboles, formación, densidad foliar, etcétera).

I. Regulación del pulverizador hidroneumático: para determinar la presión de trabajo, la cantidad y tamaño de boquillas adecuadas en un pulverizador hidroneumático, se debe conocer el volumen de aplicación correcto (según TRV) y la velocidad de avance más idónea según las condiciones del huerto (altura de los árboles, densidad foliar, condiciones del terreno, entre otras cosas). Se considera la siguiente ecuación:

$$CTB \text{ (l/min)} = \frac{VDA \text{ (l/ha)} \times DEH \text{ (m)} \times VA \text{ (km/ha)}}{600}$$

Dónde:

- CTB = Caudal total de boquillas (l/min).
- VDA = Volumen de aplicación (l/ha).
- DEH = Distancia entre hileras (m).
- VA = Velocidad de avance (km/h).
- 600 = Factor de conversión de unidades.

Respecto a la velocidad de avance de la maquinaria, se debe determinar bajo condiciones reales de trabajo y con el estanque del pulverizador con un 50% de su capacidad con agua, boquillas en uso, ventilador funcionando, tractor en marcha a las revoluciones definidas y en el mismo terreno que se desea aplicar. Para ello, se debe marcar una distancia igual o mayor a 25 metros y tomar el tiempo que demora la maquinaria en recorrer dicha distancia (considerar al menos 10 metros antes de la primera marca para que el tractor logre la velocidad adecuada).

$$VA = \frac{d \times 3,6}{t}$$

Dónde:

- d = Distancia marcada (m).
- t = Tiempo (s).
- 3,6 = Factor de conversión de unidades.

Por lo tanto, de acuerdo al TRV descrito en el ejemplo, se determinó que el volumen de aplicación (VDA) adecuado era de 1.960 L/ha, si se cuenta con una distancia entre hilera (DEH) de 5 m y la velocidad de avance (VA) es de 4 km/h, entonces:

$$\text{CTB (l/min)} = \frac{1.960 \text{ (l/ha)} \times 5 \text{ (m)} \times 4 \text{ (km/ha)}}{600} = 65,3 \text{ l/min}$$

De acuerdo a la ecuación anterior, se necesita un caudal de 65,3 L/min. De acuerdo al tipo de boquilla que se esté utilizando, se debe determinar aquellas que se encuentran entre los caudales recomendados a una presión entre 7 a 14 bares. En el Cuadro 7.6, se indica una combinación de boquillas disco y difusor (Figura 7.4), cabe destacar que en este cuadro sólo se muestran a modo de ejemplo y no condiciona el uso exclusivo de ellas, pudiéndose utilizar de otra marca si se respetan los caudales y presiones recomendadas.

En el Cuadro 7.6, se detallan los caudales de algunas boquillas disco y difusor a presiones recomendadas, se observa que a 9 bar se obtienen 64,09 L/min, valor más cercano a lo requerido (65,3 L/min), arrojando un volumen final de 1.923 L/ha.

Cuadro 7.7. Combinación y número de boquillas de disco y difusor a presiones recomendadas.

N°	Tamaño boquilla	Difusor	Tipo de cono	Presión de trabajo (Bar)							
				7	8	9	10	11	12	13	14
12	5	35	Lleno	3,76	4,02	4,27	4,50	4,72	4,93	5,13	5,32
11	5	35	Lleno	3,76	4,02	4,27	4,50	4,72	4,93	5,13	5,32
10	5	35	Lleno	3,76	4,02	4,27	4,50	4,72	4,93	5,13	5,32
9	5	45	Vacío	2,68	2,86	3,04	3,20	3,36	3,51	3,65	3,79
8	5	45	Vacío	2,68	2,86	3,04	3,20	3,36	3,51	3,65	3,79
7	5	25	Vacío	2,02	2,16	2,30	2,42	2,54	2,65	2,76	2,86
6	5	25	Vacío	2,02	2,16	2,30	2,42	2,54	2,65	2,76	2,86
5	5	25	Vacío	2,02	2,16	2,30	2,42	2,54	2,65	2,76	2,86
4	4	25	Vacío	1,68	1,80	1,91	2,01	2,11	2,20	2,29	2,38
3	4	25	Vacío	1,68	1,80	1,91	2,01	2,11	2,20	2,29	2,38
2	3	25	Vacío	1,09	1,16	1,23	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54
1	3	25	Vacío	1,09	1,16	1,23	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54
				28,26	30,21	32,05	33,78	35,43	37,00	38,52	39,97
Caudal total de boquillas (L/min)				56,52	60,43	64,09	67,56	70,86	74,01	77,03	79,94



Figura 7.4. Boquillas de cono para pulverización agrícola. Izquierda: Boquilla de cono lleno. Derecha: Boquilla de cono vacío.

El volumen determinado anteriormente es sólo un resultado teórico, siempre es necesario realizar la regulación real, midiendo el caudal individual de cada una de las boquillas en el equipo. Además, el volumen real determinado una vez en terreno, será lo que se necesita para aplicar en una hectárea de cultivo, en este cálculo no se contemplan las “orilladas” que se realizan (en algunas ocasiones) en el contorno de los cuarteles, como también aquellas pérdidas ocurridas en las vueltas de cada hilera cuando el caldo aplicado no se corta a tiempo. Por lo tanto, el gasto real por hectárea debiera ser un porcentaje levemente mayor al determinado en la práctica.

II. Regulación del pulverizador hidráulico de pitón: 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:

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

Dónde:

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.

DEH = Distancia entre hileras (m).

DSH = Distancia sobre hileras (m).

NA = Número de árboles aplicados.

0,006 = Factor de conversión de unidades.

Si se necesitan 1.960 l/ha de acuerdo al TRV y en terreno se ha determinado que el aplicador demora aproximadamente 3 minutos y 15 segundos en pulverizar 5 árboles de paltos que se encuentran en un marco de plantación de 5 m entre hileras y 5 m en la sobre hilera, por lo tanto, la boquilla adecuada sería:

$$q = \frac{1.960 \text{ (l/ha)} \times 5 \text{ (m)} \times 5 \text{ (m)} \times 5 \times 0,006}{195 \text{ (s)}} = 7,54 \text{ l/min}$$

Para las condiciones propuestas el caudal de boquilla debe ser 7,54 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, de este modo corroborar el caudal teórico indicado por el fabricante.

III. 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 todo el árbol 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 7.5). La cantidad de gotas y su tamaño,

obedece exclusivamente al tipo de tratamiento (fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares, herbicidas, etcétera.). 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 7.5. Uso de papeles hidrosensibles para comprobación de cubrimiento. A. Antes de la pulverización. B. Después de pulverización con buen cubrimiento.

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.

En 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.

Bibliografía consultada

- Albuz, 2016. Catálogo de boquillas de cono vacío ATR. (En línea) Disponible en: <http://www.albuz-spray.com/es/category/arbori-viticulture>. Consultado en Agosto de 2016.
- Gil, E. 2010. Dosafrut. Determinación del volumen de caldo en tratamientos fitosanitarios de plantaciones frutales. (En línea). Disponible en: <http://www.dosafrut.es/public/pdfs/DOSAFRUT.pdf>. Consultado en: Julio de 2016.
- Hardi. 1993. Técnicas de atomización. Publicación Hardi 673705 - E - 93/4. 40 p.
- Homer, I.; Olivet, J.; Riquelme, J. 2010. Regulación de equipos pulverizadores. En: Magdalena y colaboradores. Tecnología de aplicación de agroquímicos. Argentina. Área de comunicaciones del INTA Alto Valle. 121 - 132 pp.
- Ripa, R.; Larral, P. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA N° 23, Chile. 399 p.
- Shigueaki, R.; Teixeira, M.M.; Batista De Alverenga, C. 2011. Volumen diferenciado. Máquinas - Cultivar. Julio 11, año X - N° 109. 8 - 10 pp.



Boletín INIA / N° 13
www.inia.cl



1. Introducción

El acceso de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) a la tecnología e innovación, forma parte de la piedra angular para impulsar su desarrollo económico de una manera sustentable. Sin embargo, el último Censo entrega cifras que revelan importantes brechas entre la AFC, la mediana y gran agricultura. Dentro de las más importantes podemos señalar: el riego, en el cual aún se utilizan métodos de riego gravitacional o bien se han incorporado sistemas de riego tecnificado, que no se aplican de manera correcta por falta de conocimientos en su uso y mantención; el control de enfermedades, ligado directamente con el mal manejo del riego (*Phytophthora* por encharcamientos); la

poda: arboles de gran tamaño que dificultan las labores y, además, que cuentan con una mala relación hoja/fruto.

Esta pauta de chequeo del cultivo del palto se basa en el control de los componentes de rendimiento y sus puntos críticos, tales como el riego, la polinización, la fertilización y el control de plagas y enfermedades; presentando en cada punto crítico los estados fenológicos en que se deben evaluar los umbrales o rangos óptimos, para determinar si es necesario aplicar las acciones correctivas que se recomiendan.



2. Componentes del rendimiento

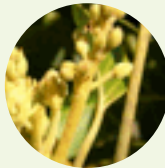
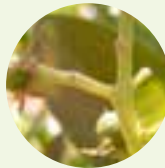
En cada proceso productivo existen componentes que condicionan el rendimiento. La consideración y cuantificación de los componentes del rendimiento permite prever los resultados esperados, así como también tomar

decisiones de manejo correctivas en todo el proceso del cultivo, con el objetivo de alcanzarlos y, si las características del cultivo lo ameritan, definir diferentes escenarios.

Cuadro 1. Componentes del rendimiento (CR).

CR	Componentes de Rendimiento	Formula de medición	Tipo de lechuga
CR1	Suelo ocupado con raíces activas.	Área con raíces activas/área de suelo sombreada.	90-100%
CR2	Árboles sanos y vigorosos.	% árboles/ha con diámetro de tronco mayor a 20 cm.	90-100%
CR3	Yemas vegetativas con brotes silépticos en primavera.	% de ramas formadas con brotes silépticos.	50-60%
CR4	Nº de yemas vegetativas terminales y laterales con brotes prolépticos en verano.	Nº promedio de brotes de verano formado en ramas madres de primavera.	7-10
CR5	Nº de flores en invierno y primavera.	Nº de racimos florales promedio en brotes de verano.	5-8
CR6	Fruta cuajada.	Nº frutos cuajados/rama madre.	10-15

Cuadro 2. Relación entre estados fenológicos y componentes de rendimiento.

						
	ESTADOS FENOLÓGICOS					
	Yema en invierno	Brotación	Crecimiento de la panícula	Floración	Cuja	Crecimiento fruto
CR1		X	X	X	X	X
CR2	X	X	X	X	X	X
CR3		X				
CR4		X				
CR5			X	X		
CR6					X	

Cuadro 3. Puntos de Chequeo.

Punto crítico	Estado fenológico	Verificador	Rango o umbral optimo	Medidas correctivas
Manejo del agua	Floración y cuaja.	Riegos gravitacionales: profundidad de infiltración del agua con calicatas y barreno. Tecnificado: % de goteros que cumplen con su caudal de diseño o nominal. Medición del coeficiente de uniformidad (metodología detallada en Manual).	Riegos gravitacionales: profundidad de infiltración igual a la profundidad de raíces del palto. Tecnificado: coeficiente de uniformidad superior al 90%.	Riegos gravitacionales: alargar o acortar los tiempos de riego dependiendo de los parámetros físicos de suelo. En suelos arcillosos, riegos largos pero distanciados. En suelos arenosos, riegos cortos pero continuos. Evaluar la longitud del surco para evitar que plantas de cabecera reciban más agua que las del fondo. Tecnificado según agente de obturación: - Químicos: tratamientos cada 15-20 días con ácido nítrico dosis de 0,5 a 1 L/m ³ o 4 L/ha. - Físicos: renovación de arena en filtros de arena. - Biológicos: hipoclorito cálcico al 65% 2 L/ha. (cloro uso doméstico).
Polinización	20% floración.	Número de abejas volando en 10 árboles a una temperatura mínima de 20°C, contar durante 30 segundos. Colmenas normadas (8 marcos c/abejas y 3,5 marcos c/cría).	Promedio de 10 abejas. 10 colmenas/ha en plena floración (100%).	Evitar tener en el predio flores que sean más atractivas que las del palto. Verificar que las colmenas presenten un mínimo de 8 marcos activos y con 3,5 marcos con crías y reemplazarlas si es necesario.
Poda de producción	Postcosecha.	Nº de brotes silépticos (brote central con brotes laterales que crecen simultáneamente) en primavera.	11 brotes vigorosos en primavera.	-Poda de renovación, que consta en hacer un corte en la rama vieja estimulando el crecimiento de las yemas laterales con el objetivo de mejorar el vigor del árbol. Poda de rebaje de brotes vigorosos. Ésta se realiza cortando los brotes vigorosos a la mitad para estimular el crecimiento de brotes laterales aumentando la cantidad de estructuras reproductivas por rama.

Fertilización	Floración y cuaja en primavera.	Nº de frutos nuevos recién cuajados de más de 5 mm de diámetro en desarrollo y frutos antiguos en crecimiento en la misma rama.	15 frutos antiguos y 30 frutitos cuajados en cada una de 10 ramas vigorosas antiguas.	Aplicación de N después de cuaja en primavera. Por tonelada de fruta producida por hectárea se debe aplicar: N: 8,2 kg N P: 2,5 Kg P₂O₅ K: 13,1 kg K₂O Aplicaciones foliares en base a Zn y Bo entre panícula floral expuesta y plena floración. Dosis según producto a aplicar.
Control de Phytophthora	Todos los estados fenológicos.	-Defoliación. -Hojas pequeñas. -Raíces necrosadas. -Bajo a nulo crecimiento de brotes.	Ausencia de <i>Phytophthora</i> .	Recortar un tercio del árbol en agosto, con el fin de equilibrar el sistema radicular con la canopia. Aplicar ácido fosforoso+ Hidróxido de potasio. Dosis: para 100 L de agua agregar 300 g de ácido fosforoso y luego 300 g de hidróxido de potasio. A una planta adulta poner 30 a 50 L, en una taza alrededor del tronco, al menos 3 veces en la temporada. Al follaje 100 g de ácido fosforoso y 100 g de hidróxido de potasio para asperjar, evitar horas de excesivo calor.
Complejo de escamas blancas, <i>Hemiberlesia lataniae</i> , <i>Hemiberlesia rapax</i> , <i>Aspidiotus nerii</i>	Floración a cosecha.	Nº de escamas en fruto, ramas y ramillas.	Controlar con presencia de al menos 1 ninfa migratoria (estado móvil de la escama).	Control biológico: favorecer desarrollo de depredadores y parasitoides. Control químico: aplicar plaguicidas autorizados por el SAG en período de movimiento de estados juveniles. Manejo cultural: remoción de ramas viejas e infestadas.

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: Andrea Torres P., INIA La Cruz, andrea.torres@inia.cl

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