



# Manual de producción de Vides pisqueras

Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / Nº 379

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

**Editoras:**

Constanza Jana A.  
Ing. Agrónomo, M.Sc. Dra. / INIA Intihuasi

Érica González V.  
Téc. Biblioteca / INIA Intihuasi

**Autores:**

Antonio Ibacache G.  
Ing. Agrónomo, M. Sc. / INIA Intihuasi

Javier Puelles T.  
Ing. Agrónomo

Claudio Balbontín N.  
Ing. Agrónomo, M.C., Dr. / INIA Intihuasi

Patricio Abarca R.  
Ing. Agrónomo, M. Sc. / INIA Rayentué

Cristián González P.  
Ing. Agrónomo / INIA Intihuasi

Jorge Riquelme S.  
Ing. Agrónomo, Mg, Dr. / INIA Raihuén

**Comité editorial:**

Andrea Romero G.  
Periodista / INIA Dirección Nacional

Karina Maltés R.  
Periodista / INIA Intihuasi

**Diseño y diagramación:**

Carola Esquivel  
Ricardo Del Río

**Boletín INIA N° 379**

Ibacache, G., A., C. Balbontín N., C. González P., J. Puelles T., P. Abarca R. y J. Riquelme S.  
2017. Manual de Producción de Vides Pisqueras. 79 p. Boletín INIA N°14. Instituto de  
Desarrollo Agropecuario (INDAP) e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).  
Santiago, Chile.

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 de producción de vides pisqueras.

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

©2017. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).  
Fidel Oteiza 1956, Piso 11, Providencia, Santiago. Teléfono: +56-2 25771000

Santiago, Chile, 2017.



# Manual de producción de vides pisqueras

Boletín INIA  
INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



# ÍNDICE

PRÓLOGO.....	9
--------------	---

CAPÍTULO 1. ....	11
------------------	----

USO DE PORTAINJERTOS .....	11
----------------------------	----

1.1. Antecedentes sobre el uso de portainjertos.....	11
1.1.1. Vigor, producción y calidad de fruta.....	12
1.1.2. Nemátodos.....	14
1.1.3. Textura de suelo .....	14
1.1.4. Salinidad.....	15
1.1.5. Carbonatos.....	15
1.1.6. Sequía.....	17
1.1.7. Compatibilidad y afinidad.....	17
1.2. Características de los portainjertos.....	19
1.2.1. Salt Creek (Ramsey) ( <i>Vitis champinii</i> ).....	19
1.2.2. Freedom ( <i>Vitis champinii</i> x Couderc 1613).....	19
1.2.3. Harmony ( <i>Vitis champinii</i> x Couderc 1613).....	19
1.2.4. Couderc 1613 ( <i>Vitis solanis</i> x <i>Vitis vinifera</i> ) x ( <i>Vitis labrusca</i> x <i>Vitis riparia</i> ).....	20
1.2.5. Richter 99 ( <i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i> ).....	20
1.2.6. Richter 110 ( <i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i> ).....	20
1.2.7. Ruggeri 140 ( <i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i> ).....	20
1.2.8. Paulsen 1103 ( <i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis rupestris</i> ).....	20
1.2.9. SO4 ( <i>Vitis berlandieri</i> x <i>Vitis riparia</i> ).....	20
1.2.10. Saint George ( <i>Vitis rupestris</i> ).....	21
1.3 Principales efectos del uso de portainjertos en vides pisqueras .....	21

CAPÍTULO 2. ....	22
------------------	----

VARIEDADES DE UVA PISQUERA.....	22
---------------------------------	----

2.1. Moscatel de Alejandría.....	22
2.2. Moscatel Rosada.....	25
2.3. Moscatel de Austria.....	26
2.4. Pedro Jiménez.....	28
2.5. Torontel .....	29

<b>CAPÍTULO 3.</b>	<b>30</b>
<b>PLANTACIÓN Y FORMACIÓN DE PLANTAS</b>	<b>30</b>
3.1. Plantación.....	30
3.1.1. Época de plantación .....	30
3.1.2. Plantación de vides en raíz desnuda.....	31
3.1.3. Cuidado de las plantas nuevas.....	32
3.1.4. Riego y nutrición.....	32
3.1.5. Control de malezas.....	33
3.1.6. Protección contra factores ambientales y pestes .....	34
3.1.7. Formación de las plantas en sistema de parrón .....	34
3.2. Sistemas de poda .....	37
3.2.1. Sistema guyot.....	37
3.2.2. Sistema de poda corta.....	38
3.2.3. Sistema huasca.....	38
3.2.4. Sistema de cordón .....	39
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>41</b>
<b>NUTRICIÓN MINERAL Y FERTILIZACIÓN.....</b>	<b>41</b>
4.1. Nutrientes requeridos por la vid .....	41
4.2. Fertilización de vid pisquera .....	47
4.2.1. Absorción de nutrientes.....	47
4.2.2. Fertilizantes utilizados.....	48
4.2.3. Fertilización foliar .....	50
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>52</b>
<b>MANEJO DEL RIEGO EN VIDES PISQUERAS</b>	<b>52</b>
5.1. Introducción al manejo del riego.....	52
5.2. Factores Climáticos.....	55
5.3. Factores de cultivo .....	60
5.3.1. Definición de las necesidades de riego .....	62
5.3.1.1. Ejemplo de cálculo de requerimientos hídricos de cultivos.....	63
5.3.2. Factores del suelo .....	64
5.3.3. Uso de Sensores de humedad del suelo .....	67
5.3.4. Control climático y uso de mulch.....	69
5.4. Disponibilidad de imágenes de índices de vegetación: el sistema web-sig spider .....	70
5.4.1. Acceso a SPIDER.....	70
5.4.2. Interfaz de usuario.....	72
5.4.3. Consulta de información.....	75
Referencias bibliográficas .....	78

<b>CAPÍTULO 6.</b>	<b>79</b>
<b>SANIDAD EN VID PISQUERA</b>	<b>79</b>
6.1. Oídio en vides pisqueras	79
6.1.1. Períodos críticos	80
6.1.2. Síntomas	80
6.1.3. Diseminación	82
6.1.4. Sobrevivencia	82
6.1.5. Control	82
6.1.6. Tratamiento cultural	83
6.1.7. Manejo de la resistencia	84
<b>CAPÍTULO 7.</b>	<b>85</b>
<b>INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES PARA VIDES</b>	
<b>CONDUCIDAS EN PARRÓN ESPAÑOL</b>	<b>85</b>
7.1. Aplicaciones de plaguicidas en frutales	86
7.1.1. Condiciones atmosféricas	86
7.1.2. Oportunidad de aplicación	86
7.1.3. Tipo de plaguicida, dosificación y calidad del agua	86
7.1.4. Condición del cultivo y diseño del huerto	87
7.1.5. Inspección y regulación de pulverizadores agrícolas	89
7.1.5.1. Inspección de pulverizadores	90
7.1.5.2. Regulación de pulverizadores	93
7.1.5.3. Comprobación de la calidad de aplicación	97
Referencias bibliográficas	99

# PRÓLOGO

Se estima que la superficie plantada con uva pisquera es de aproximadamente 10.000 hectáreas. Según información de la Asociación de Productores de Pisco, el 85% de los viñateros poseen superficies menores a 5 ha y con producciones muy bajas, debido principalmente a la antigüedad de las plantas, de hecho, alrededor del 50% de ellos tienen parrones de más de 20 años.

Con el propósito de incrementar la producción, las cooperativas pisqueras iniciaron, hace algunos años, un programa de replantación con variedades injertadas. A la fecha, ya se ha reconvertido una superficie aproximada de 1.500 ha, proyectándose una tasa de renovación anual de 180 ha en los próximos 5 años.

El uso de plantas injertadas es una tecnología que permite mejorar significativamente el vigor, la producción y la calidad de la fruta. Sin embargo, su uso requiere de un manejo técnico diferente y específico que, en general, es poco conocido por los técnicos y menos aún por los productores. Al respecto, el INIA posee una vasta experiencia en el manejo de plantas, ya sea que crecen sobre sus propias raíces o que sean injertadas, basada en estudios de largo plazo realizados en el Centro Experimental Vicuña.

Con el propósito de acercar la información técnica disponible a los profesionales que realizan labores de extensión, se elabora el presente manual que resume aspectos de manejo agronómico relevantes para la producción exitosa de variedades de uva pisquera.

# CAPÍTULO 1.

## USO DE PORTAINJERTOS

**Antonio Ibacache G.**

Ing. Agrónomo, M.Sc.  
INIA Intihuasi

**Cristian González P.**

Ing. Agrónomo  
INIA Intihuasi

### 1.1. Antecedentes sobre el uso de portainjertos

En los principales países productores de uva, el uso de portainjertos resistentes ha sido una práctica obligada para evitar el grave daño de muerte de plantas causada por el insecto filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*, Fitch) presente en sus suelos. En Chile no tenemos esta plaga, sin embargo, el uso comercial de portainjertos se ha intensificado en los últimos quince años en la viticultura nacional para enfrentar, principalmente, el denominado decaimiento de los parrones (a los 10–15 años de edad) causado por la compactación de suelo, la deficiente infiltración del agua de riego, el incremento significativo de las poblaciones de nematodos, insectos, hongos y bacterias en el suelo y, a las sobreproducciones que agotan prematuramente las plantas.

El decaimiento de los parrones se manifiesta en una reducción severa del vigor de las plantas, de la producción y de la calidad de la fruta. Como resultado y a falta de nuevos suelos, las vides deben ser reemplazadas en el mismo lugar de la plantación anterior (replante), lo que significa, además, reaprovechar la estructura de soporte (postes y alambres) del sistema de conducción.

Debido a los factores limitantes de suelo ya descritos, existe evidencia práctica que la labor de replante provoca un pobre crecimiento de las nuevas plantas las que, además, serán menos productivas, menos longevas y, por lo tanto, de un dudoso éxito económico. Así, el uso de portainjertos se muestra como la estrategia más apropiada para superar el problema del replante, pues algunos son capaces de incrementar el vigor de las variedades que se injertan sobre ellos cuando se establecen en suelos de baja calidad.



Los factores más importantes que se deben considerar para la elección de un portainjerto en los valles del norte chico se relacionan directamente con la condición de aridez del área, destacando los siguientes: incremento del vigor, aumento de la producción y calidad de fruta, limitaciones físicas y químicas de suelo (textura, salinidad, boro, carbonatos), sequía y presencia de nematodos en el suelo.

En resumen, para la elección de un portainjerto se deben considerar dos aspectos principales: a) la influencia del portainjerto sobre la producción y la calidad de la fruta en una variedad específica y, b) la tolerancia del portainjerto a factores biológicos, físicos y químicos del suelo en un lugar específico.

### **1.1.1. Vigor, producción y calidad de fruta**

En la elección del portainjerto se debe tener en cuenta el vigor del mismo, puesto que influye en la producción, calidad y época de maduración.

En general, los portainjertos vigorosos incrementan la producción por planta, reducen el contenido de azúcar en las bayas y retrasan la maduración. Este tipo de portainjertos no debe ser usado en terrenos fértiles, ya que al aumentar mucho la producción disminuye la calidad de los racimos. Sin embargo, en zonas áridas con suelos de pobre calidad, la falta de vigor y las bajas producciones se pueden corregir con la utilización de portainjertos vigorosos.

A diferencia de los portainjertos vigorosos, los débiles son menos productivos, pero de mayor calidad, además presentan cierto adelanto en la maduración. Pueden ser usados solamente en suelos de alta fertilidad.

El vigor conferido por el portainjerto a la variedad que se injerta sobre él, es una importante propiedad fisiológica que influencia el desarrollo vegetativo y reproductivo de las vides. La función primaria de los portainjertos en suelos con problemas (fertilidad, nematodos, sales) es mantener o incrementar el crecimiento total de las plantas. Cualquier aumento en el crecimiento vegetativo, si es manejado apropiadamente, puede contribuir directamente a una mayor productividad al permitir la retención de una mayor cantidad de yemas en la poda. Así, aún en ausencia de problemas específicos de suelo, las plantas injertadas pueden ser más productivas que aquellas no injertadas, especialmente si se considera una evaluación productiva de largo plazo (sobre 20 años).

Cuando se utilizan portainjertos que inducen un crecimiento vegetativo excesivo, puede que se obtenga un rendimiento bajo. Este problema ocurre cuando se planta en un suelo fértil o con un manejo de fertilización inadecuado. En tal

condición la cuaja es pobre, la cantidad y calidad de los racimos es baja (Figura 1.1), a causa de un rápido crecimiento de los brotes durante los períodos de cuaja e inducción floral. La presencia de un follaje denso durante el período de inducción de yemas, puede agravar esta condición al impedir una adecuada penetración de luz para un óptimo proceso de inducción.



**Figura 1.1.** Crecimiento excesivo de los brotes sobre el portainjerto Harmony.

Se ha observado que, en general, las variedades injertadas sobre portainjertos vigorosos acumulan altas cantidades de nitratos en los pecíolos en la época de floración, factor que se asocia a bajos porcentajes de cuaja en los racimos.

En consideración a los problemas inducidos por un excesivo crecimiento de los brotes y asociados con altos niveles de nitratos, se concluye que los fertilizantes nitrogenados deben ser aplicados en bajas cantidades en parrones establecidos con portainjertos vigorosos.

El efecto de los portainjertos sobre la calidad de la fruta (color, peso, tamaño, composición química) puede ser considerado como el resultado de una interacción fisiológica entre el clima, suelo, raíces y variedad injertada, la cual influye en la carga frutal, el crecimiento vegetativo y el nivel nutricional de las vides.

Diversos estudios han demostrado que los portainjertos alteran los contenidos de azúcar y ácidos orgánicos, además del pH en el jugo de las bayas de variedades destinadas a la elaboración de vino. Estos cambios se relacionan estrechamente con la influencia de los portainjertos sobre la relación área foliar/carga frutal.

Los portainjertos pueden influir también en la fecha de maduración de la variedad injertada. Esta fecha es particularmente importante para productores de uva de mesa que buscan un beneficio económico asociado a un mercado específico. En general, los portainjertos que confieren poco vigor adelantan la maduración y mejoran la coloración. Contrariamente, aquellos que inducen un crecimiento profuso retrasan la maduración y la coloración es pobre.

Según el vigor otorgado al injerto, la literatura clasifica a los portainjertos en aquellos de vigor alto (Ruggeri 140, Salt Creek, Richter 110, Paulsen 1103, Saint George), vigor moderado a alto (Harmony, Freedom, SO4) y vigor moderado (Richter 99, Courdec 1613). Al respecto, se debe tener presente que el tipo de suelo ejerce una fuerte influencia sobre el vigor que cada portainjerto confiere a la variedad injertada.

### **1.1.2. Nemátodos**

La presencia de altas poblaciones de nemátodos afecta negativamente el vigor de las plantas, siendo uno de los factores que mayormente limita la producción y calidad de fruta en los parrones del norte chico. Los nemátodos que alcanzan las más altas poblaciones en suelos livianos son los endoparásitos (*Meloidogyne* y *Pratylenchus*) que viven casi todo su ciclo biológico dentro de las raíces provocándole deformaciones y necrosis. En los suelos de textura más pesada se encuentran en mayor proporción los ectoparásitos (*Xiphinema*) que provocan daño debido a su capacidad de transmitir virus. Los portainjertos Harmony, Freedom, Salt Creek, SO4, Courdec 1613 y Ruggeri 140, son reportados como tolerantes a nemátodos, especialmente a los del tipo endoparásitos.

### **1.1.3. Textura de suelo**

En los valles del norte del país es posible encontrar suelos que varían en textura desde arenosos hasta arcillosos, prevaleciendo los suelos de textura liviana (arenosa a franco arenosa). Los portainjertos Harmony, Freedom, Salt Creek y Ruggeri 140 tienen en general, un buen comportamiento cuando se les utiliza en suelos arenosos.

En suelos pesados (arcillosos, franco arcillosos), donde el manejo del agua de riego es relevante para evitar problemas de asfixia radicular, se reportan como adecuados los portainjertos Richter 99, Richter 110 y Paulsen 1103.

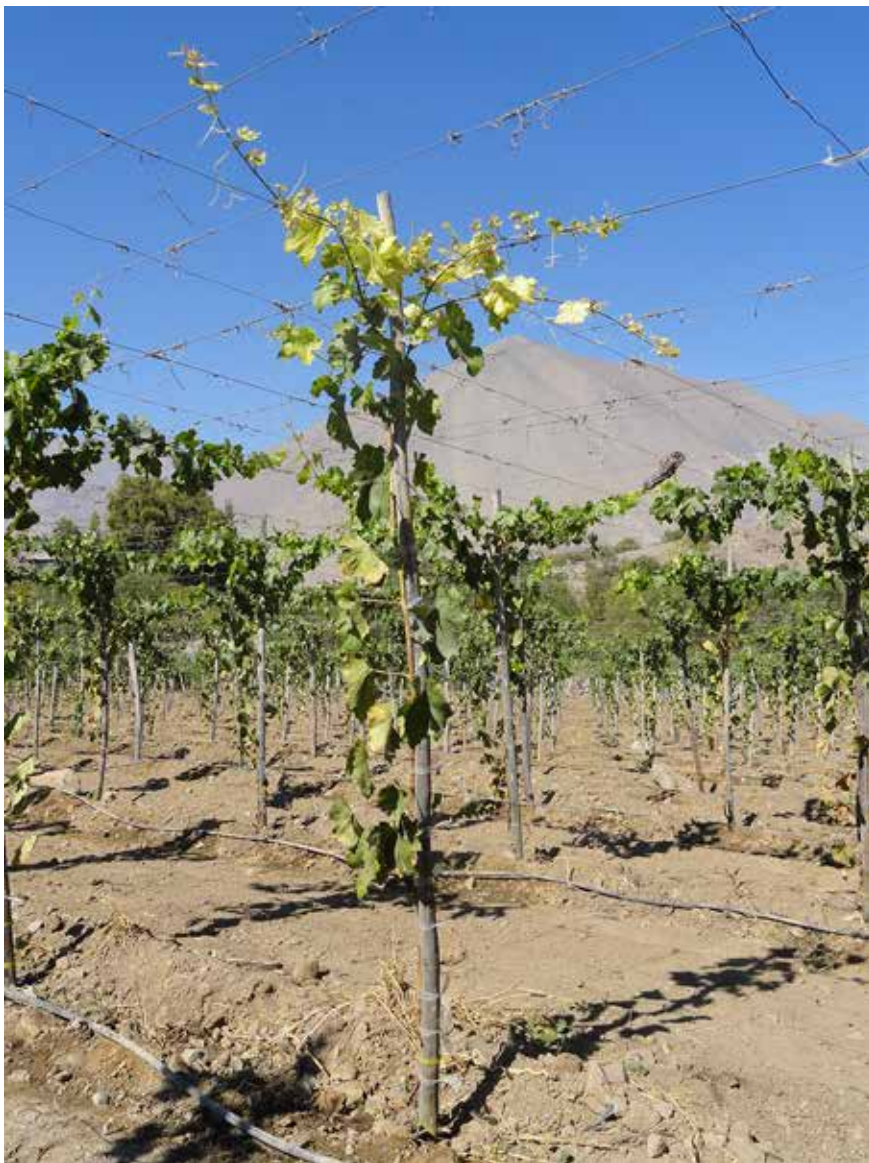
#### **1.1.4. Salinidad**

En algunas áreas productoras de vides en el norte chico, los suelos son salinos y/o con altos contenidos de boro. Los suelos salinos se caracterizan por poseer una alta cantidad de sales solubles (cloruros y sulfatos de sodio, calcio y magnesio) que afectan adversamente el crecimiento de las plantas. Si los valores de salinidad son superiores a 2,5 dS/m, el rendimiento puede disminuir en un 10% o más. Aunque los portainjertos adaptados a la salinidad (Salt Creek, Ruggeri 140, Richter 99, Harmony) pueden mejorar el resultado económico de los parrones, ellos no son totalmente tolerantes y su uso no significa dejar de lado las prácticas de manejo para prevenir la acumulación de sales en el suelo.

La acumulación de boro en el suelo se asocia directamente a la presencia del ion en el agua de riego. Una concentración de 1 parte por millón (o 1 milígramo por litro) en el agua puede inducir severos síntomas de toxicidad en las hojas y reducción significativa del rendimiento. Se desconocen antecedentes sobre la tolerancia de los portainjertos tradicionales a la presencia de altos niveles de boro en el agua de riego y el suelo.

#### **1.1.5. Carbonatos**

Una importante superficie de parrones en el norte chico se encuentra establecida sobre suelos con un elevado contenido de cal activa, la cual bloquea el hierro y provoca una disminución de su contenido en la forma asimilable. Como resultado se produce una severa sintomatología de clorosis férrica en las hojas y brotes de las plantas afectadas (Figura 1.2). Se estima que una concentración de 7 a 10% de carbonato de calcio en el suelo es suficiente para inducir el problema en especies sensibles, Ruggert 140, Salt Creek y SO4 son portainjertos considerados tolerantes a los carbohidratos.



**Figura 1.2.** Clorosis férrica inducida por presencia de carbonatos en el suelo.

### 1.1.6. Sequía

La agricultura consume la mayor parte del agua fresca disponible en el mundo. Se espera que, con el incremento de la población y el cambio climático, la disponibilidad de agua para riego se reduzca significativamente en el futuro. Esta situación se acentúa en una zona semiárida como el norte chico de nuestro país, donde la pluviometría anual ha disminuido notoriamente en los últimos 100 años y la condición de sequía suele ser un factor limitante para la viticultura regional. Así, el aumento de la eficiencia en el uso del agua de los parrones (rendimiento/agua transpirada), manteniendo a la vez la rentabilidad del negocio, es esencial para el éxito futuro de la industria.

Un mecanismo para mejorar el uso del agua es la utilización de portainjertos más eficientes en su uso en plantaciones nuevas o de replante. La habilidad de un portainjerto para resistir la sequía depende de sus rasgos asociados a la absorción de agua (tamaño, densidad y distribución del sistema radicular) y aquellos asociados con el uso del agua (tamaño de las hojas, estructura y densidad de los estomas). Sin embargo, la tolerancia a la falta de agua dependerá del tipo de suelo, del clima y de la interacción fisiológica entre el portainjerto y la variedad. Estudios realizados en el extranjero señalan a Ruggeri 140 y Richter 110 como portainjertos altamente tolerantes a la sequía y, Paulsen 1103, Richter 99 y Salt Creek como tolerantes.

### 1.1.7. Compatibilidad y afinidad

En la elección de un portainjerto es también importante conocer su grado de compatibilidad y afinidad con la variedad injertada.

Se define como compatibilidad la formación de una unidad productiva exitosa como resultado de una unión perfecta entre el portainjerto y la variedad. Contrariamente, la imposibilidad de producir una unión apropiada y un desarrollo satisfactorio de la planta se conoce como incompatibilidad. Por otra parte, el término afinidad define al efecto que la interacción entre la variedad y el portainjerto tiene sobre el crecimiento y producción potencial de la planta injertada.

En general, no existen problemas de incompatibilidad entre las variedades comerciales de uva (*Vitis vinifera*) y los portainjertos americanos mayormente utilizados. Una excepción ha sido reportada en Australia donde la variedad Muscat Gordo Blanco (sinonimia de Moscatel de Alejandría) es incompatible con el portainjerto Ramsey (Salt Creek). Los síntomas se manifiestan en un escaso crecimiento, cuaja deficiente y muerte del ápice de los brotes. La causa de esta



condición es desconocida. La incompatibilidad puede ser detectada en el vivero o posteriormente en el campo. En los estudios realizados por el INIA, se observó también un alto grado de incompatibilidad entre la variedad Moscatel de Alejandría y el portainjerto Salt Creek.

Se ha sugerido que el crecimiento anormal de la unión del injerto puede ser considerado como una medida de incompatibilidad. Este se expresa como la relación del perímetro o diámetro del portainjerto respecto del perímetro o diámetro del injerto (variedad). Valores mayores que 1,00 y menores que 0,75 se asocian a plantas débiles (Figura 1.3). Relaciones cercanas a 1,0 se consideran normales. Sin embargo, esta relación debe ser considerada sólo en un sentido general, pues existe evidencia de crecimiento y producciones normales en plantaciones de más de 20 años de edad, a pesar del sobrecrecimiento de una de las partes.



**Figura 1.3.** Sobrecrecimiento del injerto (Moscatel de Alejandría) respecto del portainjerto (Salt Creek).

## 1.2. Características de los portainjertos

La viticultura tradicional chilena se ha desarrollado con plantas establecidas sobre sus propias raíces (plantas francas) y todas las variedades, independientemente del destino de la producción (mesa, pisco, vino), pertenecen al mismo género y especie: *Vitis vinifera*. Por el contrario, los portainjertos que se utilizan comercialmente en el país tienen un origen genético diferente y corresponden a especies diferentes (*Vitis barlandieri*, *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*). Este material vegetal tiene su origen en la región norte de América (Estados Unidos) y los portainjertos pueden pertenecer a una especie específica o pueden ser un híbrido entre dos o más especies. A continuación, se describen las principales características reportadas en la literatura de los portainjertos más usados:

### 1.2.1. Salt Creek (Ramsey) (*Vitis champinii*)

Imparte alto vigor a la variedad injertada sobre él; se recomienda para suelos arenosos y francos con baja fertilidad; tolerante a la salinidad, a la sequía y a la presencia de carbonatos en el suelo; puede retrasar la maduración y reducir el color de la fruta; es resistente a los nematodos, excepto a *Xiphinema index* (nematodo daga); incrementa los contenidos de nitrógeno y fósforo en los pecíolos; es difícil de enraizar e incompatible con la variedad Moscatel de Alejandría.

### 1.2.2. Freedom (*Vitis champinii* x Couderc 1613)

Confiere vigor moderado a alto; es resistente a nematodos; apropiado para suelos de textura gruesa con fertilidad relativamente baja, se recomienda en suelos donde se requiere un portainjerto más vigoroso que Harmony y menos vigoroso que Salt Creek.

### 1.2.3. Harmony (*Vitis champinii* x Couderc 1613)

Confiere vigor moderado a alto; es resistente a nematodos, excepto a *Pratylenchus* spp. (nematodo de las lesiones) y *Tylenchulus semipenetrans* (nematodo de los cítricos); es adecuado para suelos arenosos o francos; tiende a producir bayas con alta concentración de potasio y alto pH en el jugo. Las estacas enraízan bien y la injertación sobre él es fácil.



#### **1.2.4. Couderc 1613 (*Vitis solanis* x *Vitis vinifera*) x (*Vitis labrusca* x *Vitis riparia*)**

Otorga un vigor moderado y es resistente al nematodo *Meloidogyne* spp (nematodo de las agallas); las estacas enraízan sin dificultad y son fáciles de injertar; tiene buen comportamiento en suelos arenosos y francos.

#### **1.2.5. Richter 99 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*)**

Portainjerto de vigor moderado a bajo y muy resistente a la sequía; posee alta resistencia al nematodo *Meloidogyne* spp. y moderada a *Xiphinema index* y *Pratylenchus* spp.; y excelente tolerancia a la presencia de carbonatos en el suelo.

#### **1.2.6. Richter 110 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*)**

Sus características son similares a Richter 99, pero se considera que tiene una mayor tolerancia a condiciones de sequía.

#### **1.2.7. Ruggeri 140 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*)**

Portainjerto que favorece un fuerte desarrollo vegetativo y tiende a retrasar la maduración; no se recomienda en suelos fértiles; en algunas variedades pueden existir problemas con el desarrollo del injerto por soldadura deficiente; posee una elevada resistencia a la sequía y buena adaptación a suelos calcáreos (resiste hasta un 30% de cal activa) y salinos; su resistencia a nematodos es moderada a baja.

#### **1.2.8. Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*)**

Imparte un vigor moderado a alto; se adapta bien a la sequía, a condiciones de alta salinidad y a la presencia de carbonatos en el suelo; su sistema radicular es profundo y fuertemente desarrollado; absorbe más fósforo que otros portainjertos; tiene baja o moderada resistencia a los nematodos.

#### **1.2.9. S04 (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*)**

Por su vigor moderado a alto no se recomienda para ser usado en suelos fértiles; posee escasa tolerancia a la sequía y baja a moderada resistencia a los nematodos.

### **1.2.10. Saint George (*Vitis rupestris*)**

Portainjerto que confiere bastante vigor a las variedades que se injertan sobre él; es tolerante a la sequía; no tiene resistencia a los nematodos y es fácil de enraizar e injertar.

## **1.3 Principales efectos del uso de portainjertos en vides pisqueras**

Los estudios de largo plazo realizados por el INIA demuestran que los portainjertos ejercen una influencia positiva en el crecimiento, producción y calidad de fruta de las variedades usadas para la elaboración de pisco.

Los portainjertos mejoran considerablemente el vigor de las variedades que se injertan sobre ellos y consecuentemente también incrementan la producción. En el caso de la variedad Moscatel de Alejandría, que en general tiene escaso vigor en la zona interior de los valles, los portainjertos son capaces de aumentar los rendimientos en 2 a 2,5 veces. En este sentido destacan los portainjertos Ruggeri 140, Richter 110, Harmony, Freedom y Paulsen 1103. Estos mismos portainjertos inducen, además, una maduración más temprana de la fruta como resultado de la mayor superficie foliar que se logra con ellos. En plantaciones comerciales los portainjertos señalados han mostrado los mismos resultados en variedades como Pedro Jiménez, Moscatel de Austria y Moscatel Rosada.

Los portainjertos también ejercen una fuerte influencia sobre la absorción de algunos nutrientes. Destacan Salt Creek y Ruggeri 140, en la mayor absorción de nitrógeno y fósforo y, los portainjertos Harmony y Couderc 1613 en la absorción de potasio.

La condición climática árida de la zona de denominación de origen pisco (valles de Atacama y Coquimbo) presenta factores limitantes como la escasa pluviosidad y altos contenidos de sales, boro y carbonatos en los suelos. Afortunadamente, los portainjertos que se utilizan comercialmente en las variedades pisqueras poseen una tolerancia muy superior a estos factores limitantes en comparación con las plantas sobre sus propias raíces.

## **CAPÍTULO 2.**

### **VARIEDADES DE UVA PISQUERA**

**Antonio Ibacache G.**

Ing. Agrónomo, M.Sc.  
INIA Intihuasi

**Cristian González P.**

Ing. Agrónomo  
INIA Intihuasi

El Decreto SAG N°521, Artículo 5 del año 1999, autoriza 13 variedades de uva para la elaboración de pisco: Moscatel de Alejandría, Moscatel Rosada, Moscatel de Austria, Pedro Jiménez, Torontel, Moscatel Amarilla, Moscatel Negra, Moscatel de Frontignan, Moscato de Canelli, Moscatel Blanca, Moscatel de Hamburgo, Orange Muscat y Chasselas Musque Vrai. De ellas sólo las cinco primeras son utilizadas comercialmente por la industria. A continuación, se describen las principales características de estas cinco variedades.

#### **2.1. Moscatel de Alejandría**

Es una variedad histórica traída a América por los conquistadores españoles a comienzos del siglo XVIII. Se conoce también como Blanca Italia y es, junto con la variedad País, la madre o padre de numerosas variedades criollas originadas en el sur de América.

El racimo es de tamaño grande, cónico, suelto, con bayas grandes de color blanco-amarillento (Figura 2.1), forma elipsoidal, pulpa carnosa, con un alto contenido de compuestos aromáticos.



**Figura 2.1.** Racimo de variedad Moscatel de Alejandría.

En general, las plantas de Moscatel de Alejandría presentan un vigor moderado a alto en suelos de textura franca a franco-arcillosa, un vigor moderado en suelos de textura franco-arenosa y un bajo vigor en suelos arenosos.

En el área interior de los valles de la zona pisquera (regiones de Atacama y Coquimbo), en la que predominan los suelos de textura liviana, las plantas de Moscatel de Alejandría crecen y producen bien en los primeros cuatro a cinco años, pero luego el vigor de los brotes disminuye en forma severa afectando también negativamente la producción (Figura 2.2).



**Figura 2.2.** Decaimiento del vigor en planta adulta de la variedad Moscatel de Alejandría.

Es lo que se conoce como el problema del decaimiento de las plantas. Este comportamiento es agravado por el alto nivel de fructificación de la variedad (muchos racimos por planta) lo cual provoca un desequilibrio entre la carga frutal y la superficie foliar, la que es incapaz de alimentar adecuadamente a los racimos y además hacer crecer los brotes y almacenar reservas para la siguiente temporada. También las condiciones climáticas de la zona interior de los valles (altas temperaturas, alta luminosidad y baja humedad relativa) durante el ciclo de crecimiento limitan gradualmente el vigor de las plantas de Moscatel de Alejandría.

## 2.2. Moscatel Rosada

El conocimiento actual señala que la variedad Moscatel Rosada, conocida también como Rosada Pastilla, es una variedad criolla que se cultiva en Chile y en el área de Mendoza en Argentina.

El racimo es de tamaño mediano a grande, con bayas de color rosado y alto contenido de aromas. Los racimos de esta variedad se caracterizan por la presencia de bayas semilladas de tamaño normal y numerosas bayas pequeñas carentes de semilla (Figura 2.3). Esta condición, denominada millerandaje, se produce porque la flor, fisiológicamente femenina, posee estambres cortos y curvados lo que impide la caída de la caliptra, también porque el polen es de bajo poder de germinación y auto-estéril.



**Figura 2.3.** Racimo de variedad Moscatel Rosada.



La estrategia para manejar el problema del millerandaje dependerá del objetivo de la producción. Cuando se prepara como fruta de exportación los productores realizan una polinización cruzada con una variedad que florezca en el mismo período que Moscatel Rosada. En este caso, los racimos de la variedad polinizante (cualquier otra variedad pisquera) se cortan cuando están en flor y con ellos se golpean los racimos de Moscatel Rosada, a cuyas flores se les ha removido previamente la caliptra en forma manual. El resultado es la obtención de un racimo con alto porcentaje de bayas semilladas con un tamaño normal.

Para producción de pisco los agricultores aplican el regulador de crecimiento ácido giberélico con el fin de incrementar el tamaño y peso de las bayas no ase-milladas. Éste se asperja sobre las bayas cuando han alcanzado un diámetro de 4 a 5 mm, utilizando una solución que contiene 30 a 35 partes por millón de ácido giberélico. Otra estrategia para lograr un crecimiento uniforme de las bayas es establecer plantas de Moscatel Rosada asociadas con otra variedad pisquera que florezca en la misma época. Generalmente se planta una hilera de la variedad polinizante por cada dos o tres hileras de Moscatel Rosada.

Las plantas tienen un vigor medio a alto dependiendo de la textura del suelo. El vigor es mayor cuando se establece en suelos francos a franco-arenosos, en comparación con suelos arcillosos. Los rendimientos son fluctuantes debido al problema del millerandaje.

## **2.3. Moscatel de Austria**

Es una variedad criolla que se cultiva en la zona pisquera de Chile (regiones de Atacama y Coquimbo) y en la zona de Mendoza en Argentina, donde se la conoce con el nombre de Torrontés Sanjuanino.

El racimo es cilindro cónico, compacto, con bayas grandes de color verdoso que adquieren un tinte tostado en la madurez (Figura 2.4) La piel de las bayas es muy delgada y el sabor de la fruta es ligeramente moscatel.



**Figura 2.4.** Racimo de variedad Moscatel de Austria.

Las plantas son vigorosas y capaces de producir cosechas altas y uniformes. Debido a la presencia de racimos compactos con bayas de piel delgada, los racimos



son muy susceptibles a las pudriciones por botritis o por el complejo que provoca la pudrición ácida.

## 2.4. Pedro Jiménez

Variedad criolla presente en el sur de América, específicamente en el norte chico de Chile (zona pisquera) y en la provincia de Cuyo en Argentina. Es importante destacar que la variedad Pedro Jiménez que se cultiva en Chile y Argentina (en este país se escribe Pedro Giménez) es genéticamente diferente a la variedad que en España se conoce como Pedro Ximénez.

El racimo es tamaño mediano a grande, suelto, con pedúnculo visible herbáceo. Las bayas son redondas de tamaño medio, color amarillo-dorado y de sabor neutro agradable (Figura 2.5).



**Figura 2.5.** Racimos de variedad Pedro Jiménez.

Las plantas son vigorosas y pueden producir rendimientos muy altos. Por estas razones, es la variedad que más se ha plantado en los últimos años.

## 2.5. Torontel

Pertenece al grupo de variedades criollas que se cultiva en Chile y Argentina. El racimo es grande medianamente compacto, pedúnculo visible herbáceo. Sus bayas son de tamaño irregular y doradas a la madurez (Figura 2.6). Sabor moscatel. Presenta una gran fertilidad y productividad. En suelos arenosos y pedregosos tiene una corta vida útil (15-18 años).



**Figura 2.6.** Racimo de variedad Torontel.

## **CAPÍTULO 3.**

### **PLANTACIÓN Y FORMACIÓN DE PLANTAS**

**Antonio Ibacache G.**

Ing. Agrónomo, M.Sc.  
INIA Intihuasi

**Cristian González P.**

Ing. Agrónomo  
INIA Intihuasi

#### **3.1. Plantación**

La pérdida de vigor de las plantas y, como consecuencia, la reducción severa de la producción y de la calidad de la fruta, problema conocido como decaimiento, ha obligado a muchos productores de uva pisquera a renovar los parrones antiguos. Para ello, se utilizan plantas injertadas que permiten la plantación en el mismo lugar donde estaba la planta antigua, sin afectar el desarrollo de ellas. Estudios realizados por el INIA indican que el uso de portainjertos permite un incremento significativo en el vigor de las plantas, en la producción y en la calidad de la fruta. Para acceder a las plantas, los productores deben contactar a viveros especializados que, en general, requieren de un período largo (1 año) para proteger las plantas y tenerlas listas para la venta. Durante ese período los productores deben remover las plantas antiguas y acondicionar la infraestructura (parrón) para recibir las nuevas plantas.

##### **3.1.1. Época de plantación**

Las vides son plantadas en el período comprendido entre fines de invierno e inicio de primavera (segunda quincena de agosto y primera de septiembre). El establecimiento temprano es deseable para aprovechar el máximo la temporada de crecimiento de las plantas y asegurar la formación de ellas antes que ocurran las temperaturas frías de otoño. Esta situación es posible en la medida que se establezcan plantas a raíz desnuda. Los viveros también disponen de plantas en bolsa que son entregadas generalmente en los meses de octubre y noviembre. Al establecer estas plantas se dispone de menor tiempo para su formación.

### 3.1.2. Plantación de vides en raíz desnuda

Las plantas deben ser protegidas cuidadosamente para evitar el desecamiento de ellas, desde que son removidas en el vivero hasta que son plantadas en el huerto. Una buena práctica es trasladarlas directamente desde el vivero hasta el lugar de plantación en el huerto. Si no es posible realizar la plantación con prontitud es recomendable cubrir las plantas con arena húmeda en un lugar frío.

El hoyo de plantación debe ser sólo un poco más profundo que el largo de las plantas. La planta es colocada en el hoyo distribuyendo cuidadosamente las raíces y resguardando que la unión del injerto se ubique a 5-8 cm sobre el nivel del suelo (Figura 3.1). De esta forma se evita la formación de raíces desde el injerto.



**Figura 3.1.** Unión de injerto sobre el suelo.

En el vivero las raíces son usualmente podadas para facilitar el transporte, almacenaje y plantación. Sin embargo, el momento de la plantación se sugiere retener la mayor cantidad de raíces, pues así se favorece un crecimiento más rápido de las plantas durante los primeros años. Esto debido probablemente a una menor remoción de carbohidratos almacenados, al desarrollo de un mayor número de nuevas raíces y al mayor contacto entre raíces y el suelo.

Una vez distribuidas las raíces uniformemente, el hoyo de plantación se rellena con tierra (hasta la mitad de su profundidad), se apisona fuertemente para favorecer el contacto de las raíces con el suelo y luego se completa con tierra la profundidad del hoyo. Se apisona la tierra nuevamente y las plantas quedan listas para recibir el primer riego. No es necesario aplicar fertilizantes al hoyo de plantación.

### **3.1.3. Cuidado de las plantas nuevas**

El período entre la plantación y el término de la formación de las plantas es delicado. Un manejo inadecuado de los programas de riego, fertilización, control de plagas y enfermedades prolongará la fase de establecimiento incrementando así los costos.

### **3.1.4. Riego y nutrición**

En los primeros estados el sistema radicular de las plantas jóvenes ocupa solamente una pequeña parte del suelo; por lo tanto, las plantas nuevas tienen una baja capacidad para enfrentar eventos de altas temperaturas y deben ser regadas con frecuencia. En principio, el objetivo es mantener húmedo el suelo ocupado por las raíces más un margen de seguridad. En el verano, y particularmente en períodos de calor también es indispensable regar con frecuencia.

Un programa de fertilización apropiado es básico para un buen crecimiento de los brotes en formación. Considerando que el principal propósito durante el período de formación de las plantas es estimular el crecimiento vigoroso de los brotes (futuro tronco y brazos). El elemento mayormente utilizado es nitrógeno. Las aplicaciones de 30 a 60 kilos de nitrógeno por hectárea son beneficiosas para favorecer el crecimiento de los brotes. La determinación de la dosis se hará en base a la edad de las plantas, el nivel productivo que se espera y en lo posible un análisis de suelo. Como fuentes de fertilizantes pueden utilizarse urea, nitrato de amonio u otros similares.

Las aplicaciones (ojalá dos veces por semana) se inician cuando los brotes y las raíces comienzan a crecer activamente (brotes con 25-30 cm de longitud) y deben finalizar a mediados de verano y no más allá de fines de febrero, para favorecer una maduración adecuada de los brotes y evitar el posible daño por heladas tempranas.



### 3.1.5. Control de malezas

En la primera temporada de crecimiento las plantas jóvenes son particularmente susceptibles a la competencia con malezas. Las malezas presentes alrededor de las plantas retardan el crecimiento debido a la competencia por agua y nutrientes o por cubrimiento del follaje de la vid.

En el desarrollo de estrategias contra las malezas es útil considerar que el suelo en un parrón nuevo tiene dos territorios: el área central entre las hileras (pasillo) y la franja a lo largo de la hilera de plantas. El crecimiento de malezas entre las hileras puede ser tolerado ya que no hay competencia directa y las malezas pueden proteger contra heladas o fuertes vientos. En contraste, el espacio a lo largo de la hilera de plantación debe estar libre de malezas.

Cuando la superficie plantada es pequeña y se cuenta con mano de obra, una alternativa es la eliminación de las malezas en forma manual (con azadón). Otra alternativa es el empleo de herbicidas específicos, teniendo especial cuidado en la protección de las plantas para evitar que sean alcanzadas por el herbicida (Figura 3.2).



**Figura 3.2.** Aplicación de herbicida con protección de planta.

### 3.1.6. Protección contra factores ambientales y pestes

El quiebre de brotes y la pérdida de hojas por el viento dificultan la formación del tronco y de la planta en general. Es deseable el uso de cortinas cortaviento, temporales o permanentes, en áreas con vientos fuertes. El control de conejos y ratones es importante para evitar mordeduras en hojas y ápices de brotes. El método más efectivo es el uso de mallas perimetrales (Figura 3.3).



**Figura 3.3.** Uso de malla para protección de plantas.

Debido al escaso volumen de crecimiento en la primera temporada el riesgo de daño por plagas y enfermedades es bajo. Sin embargo, para favorecer el crecimiento del futuro tronco y brazos es aconsejable realizar aplicaciones de fungicidas específicos para enfermedades (especialmente oídio) y para plagas (burrito de la vid, pulgones, arañitas, conchuelas).

### 3.1.7. Formación de las plantas en sistema de parrón

Al momento de la plantación las vides poseen un brote podado a dos o tres yemas sobre el nivel del suelo (esta poda es realizada generalmente en el vivero).

La mayoría de estas yemas son capaces de brotar y producir un brote.

Cuando los brotes alcanzan una longitud aproximada de 25 cm se elige el más vigoroso y mejor ubicado (Figura 3.4). El brote seleccionado se conduce verticalmente mediante amarras periódicas a un poste central (tutor). A medida que aumenta la temperatura también se incrementa el crecimiento del brote. Se requiere de una atención frecuente de las plantas para asegurar un adecuado suministro de agua y nutrientes y evitar daño por competencia con plagas, malezas y viento. La remoción de brotes laterales (excepto los que formarán los futuros brazos) también es una labor que necesita dedicación permanente.



**Figura 3.4.** Selección de futuro tronco.

Cuando el brote seleccionado para formar el tronco ha sobrepasado el nivel de los alambres se corta el ápice bajo el alambre, para estimular el crecimiento de brotes de las cuatro yemas superiores (Figura 3.5). La copa debe formarse al menos 15 cm bajo el alambre ya que si queda muy cerca pueden producirse roturas cuando la planta alcance altas producciones. El principal objetivo de la primera temporada es formar la planta con un tronco conducido verticalmente y cuatro brazos en la parte superior (Figura 3.6).





**Figura 3.5.** Corte de ápice de brote principal y crecimiento de brotes laterales.



**Figura 3.6.** Planta formada con los 4 brazos.

## 3.2. Sistemas de poda

Existen numerosos sistemas de poda, diferenciándose unos de otros en la forma que se le da a la planta y el número y largo de los elementos de poda que pueda sostener.

El tipo de poda para cada una de las variedades depende principalmente de su hábito de fructificación, vigor y sistema de conducción. El sistema de conducción mayormente utilizado en las variedades de uva pisquera es el parrón. En este sistema la formación de las plantas consiste en dejar un tronco, cuatro brazos y cuatro sub brazos, que corresponden a los elementos permanentes de la planta. Los elementos productivos (cargadores y pitones) son brotes maduros que durante la poda se dejan sobre brazos y sub brazos y tienen la particularidad que se renuevan anualmente.

Todas las variedades de uva pisquera usadas comercialmente tienen un hábito de fructificación en yemas basales, es decir, tienen la posibilidad de producir racimos en las yemas ubicadas en la base de los cargadores. Así, las plantas pueden ser podadas tanto con cargadores cortos como largos.

El vigor de las plantas depende de varios factores, entre los que destacan: origen genético (variedad), clima, suelo, manejo agronómico, uso de portainjertos. En general, mientras más alto es el vigor mayor es la producción que se puede obtener. Esto como resultado del mayor número de yemas (cargadores) que se pueden dejar durante la labor de poda.

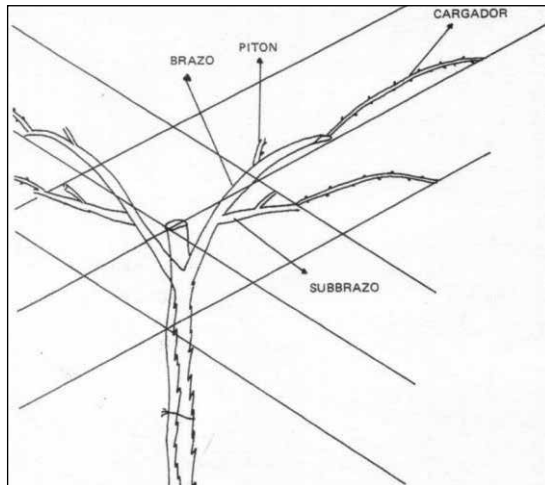
Entre los sistemas de poda utilizados en las variedades de vides destinadas a la elaboración de pisco se encuentran los siguientes:

### 3.2.1. Sistema guyot

En este sistema los cargadores y pitones se ubican en cada uno de los brazos y subbrazos de la planta. El cargador es un brote maduro que en la poda se deja de una longitud determinada (normalmente entre 7 y 10 yemas) y el pitón es también un brote maduro de corta longitud (2 a 3 yemas) que tiene como función principal la renovación de los cargadores en la temporada siguiente.

Los pitones deben estar ubicados en el brazo, más atrás que los cargadores, para que con las podas sucesivas no se extiendan demasiado los brazos ni tampoco se aleje la producción desde el centro de la planta. (Figura 3.7). Generalmente la poda de producción con sistema Guyot consiste en dejar un cargador y un pitón por cada brazo y subbrazo.

Puede decirse que todas las variedades pisqueras pueden utilizar este tipo de poda puesto que no requiere de características especiales por parte de la planta.



**Figura 3.7** Esquema poda Guyot.

### 3.2.2. Sistema de poda corta

Se trata de una variación del sistema Guyot y se caracteriza porque en la poda no se hace distinción entre cargadores y pitones. En este tipo de poda todos los elementos productivos son cargadores de longitud limitada (normalmente 3 a 4 yemas). En general se dejan dos cargadores por cada brazo y subbrazo. Con este sistema se evita la labor de amarra y se favorece una brotación uniforme de las yemas. Todas las variedades de uva pisquera pueden ser podadas con este sistema, que es el más usado por los productores.

### 3.2.3. Sistema huasca

Es posible utilizar este sistema de poda en variedades vigorosas que crecen en suelos fértiles y que tienen un manejo apropiado (fertilización, riego, etc.), o bien en plantas injertadas sobre portainjertos vigorosos.

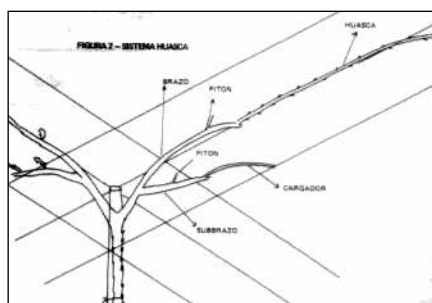
Una huasca es un sarmiento de un año que se deja en todo el largo que alcanzó durante la temporada de crecimiento anterior. Dependiendo de su vigor, puede llevar 50-100 o más yemas con lo que se aumenta en gran medida el número de yemas por planta y por superficie.

El número de huascas varía de acuerdo al vigor de la variedad que se trate, pero no es aconsejable dejar más de dos por planta. El resto de los elementos productivos en la planta corresponden a cargadores y pitones.

Las huascas pueden ubicarse tanto en brazos como en subbrazos, sin embargo, la separación entre ellas debe ser suficiente para facilitar su amarra y permitir el desarrollo de los brotes de la temporada en un espacio ordenado (Figura 3.8).

Como este sistema permite una gran producción por planta y superficie, no es aconsejable aplicarlo en todas las plantas. Se recomienda emplearlo hilera por medio, alternándolas año a año. De este modo, se evita una producción excesiva y se retarda el envejecimiento de las plantas.

En variedades vigorosas como Pedro Jiménez y Moscatel Rosada, es posible usar el tipo de poda denominada huasca, especialmente durante el período en que las plantas muestran un alto vigor (año 4 al 10 después de la plantación).



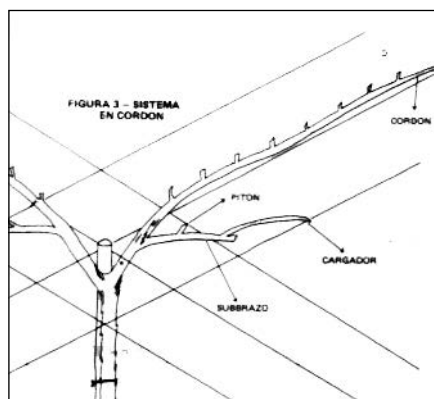
**Figura 3.8.** Esquema poda en huasca

### 3.2.4. Sistema de cordón

Este sistema es empleado en variedades vigorosas y permite dejar un alto número de yemas por planta.

El cordón es una prolongación de un brazo o sub brazo y para su formación se requiere de 2 ó 3 temporadas. Los elementos de poda son pitones ubicados a intervalos regulares (15-20 cm.) sobre el cordón. Los pitones deben ubicarse en la parte superior del cordón y ojalá en posición vertical. Los brotes que emerjan de las yemas ubicadas en la parte inferior, deben eliminarse (Figura 3.9).

Las variedades que se comportan bien con la poda huasca han mostrado igual respuesta al ser podadas en cordón.



**Figura 3.9.** Esquema poda en cordón

## **CAPÍTULO 4.**

### **NUTRICIÓN MINERAL Y FERTILIZACIÓN**

**Antonio Ibacache G.**

Ing. Agrónomo, M.Sc.  
INIA Intihuasi

**Cristian González P.**

Ing. Agrónomo  
INIA Intihuasi

#### **4.1. Nutrientes requeridos por la vid**

Al igual que todos los cultivos, la vid pisquera requiere diversos elementos para completar su desarrollo y crecimiento de forma normal. Estos elementos se dividen en los siguientes grupos:

- Macronutrientes primarios: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)
- Macronutrientes secundarios: calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S)
- Micronutrientes: hierro (Fe), boro (B), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y cloro (Cl).

Afortunadamente sólo algunos de estos elementos son requeridos en los programas de fertilización de las vides pisqueras. Los más importantes son nitrógeno, fósforo y potasio. De importancia secundaria tienen calcio, magnesio, zinc y hierro.

##### **Nitrógeno**

El nitrógeno es uno de los principales nutrientes responsables del crecimiento de las plantas ya que forma parte de las proteínas que constituyen la biomasa vegetal. Los síntomas de deficiencia por N comienzan a manifestarse como la pérdida de color en las hojas basales de las plantas, acompañado por una reducción del crecimiento. A medida que la deficiencia avanza, todo el follaje pasa del característico color verde a un verde más pálido o a un verde amarillento similar al que muestran las hojas de árboles caducos en otoño (Figuras 4.1 y 4.2).





**Figura 4.1.** Hoja de vid deficiente en nitrógeno (derecha).



**Figura 4.2.** Brote de vid deficiente en nitrógeno (derecha).

Los cultivos fertilizados con exceso de N muestran un alto vigor del crecimiento vegetativo, reduciendo la formación de flores y el cuajado de los frutos. También se ha observado una mayor incidencia de enfermedades, reducción de la vida en post-cosecha y pérdida de la calidad de los racimos.

## **Fósforo**

Una vez en la planta, el P es rápidamente movilizado y puede ser transferido desde los tejidos viejos hacia aquellos de crecimiento activo. Su función más importante, es servir como transportador de energía en la planta. Las vides lo necesitan menos que a otros macronutrientes, de hecho, la remoción de P es pequeña comparada con la de N, K o Ca. El bajo requerimiento de P, la habilidad de las vides para absorber cantidades adecuadas desde el suelo, y la movilidad del P dentro de la planta explican la dificultad para encontrar síntomas de deficiencia de P en lo parrones.

Los cultivos con deficiencia de P muestran un crecimiento reducido en comparación con aquellos creciendo bajo condiciones normales. Es común que las hojas basales muestren coloraciones poco comunes, como púrpura o anaranjado.

## **Potasio**

El potasio es requerido por las plantas para la activación de una gran cantidad de enzimas que participan en innumerables procesos metabólicos. También es esencial para el crecimiento de las plantas y las bayas, ya que participa en la acumulación de agua en los tejidos en crecimiento, lo que permite la expansión de las células.

La deficiencia de K se manifiesta en las hojas maduras, donde el borde pierde la coloración verde (Figura 4.3), mostrando un enrollamiento hacia arriba, lo que termina secándose. Mientras más severa es la deficiencia mayor es el área de las hojas que muestran necrosis, siempre manteniendo las nervaduras de color verde.





**Figura 4.3.** Hojas de vid deficientes en K.

La fertilización excesiva de K puede generar deficiencias de otros elementos, tales como Ca o Mg.

### **Calcio**

El calcio les da estructura a los órganos de las plantas al formar parte de las paredes celulares. También es utilizado por las plantas como mensajero químico, permitiendo la adaptación a las condiciones ambientales existentes.

Debido a que el Ca es un elemento con baja movilidad dentro de la planta, la deficiencia se manifiesta en los tejidos jóvenes. Plantas deficientes en Ca presentan muerte de los ápices meristemáticos en donde los peciolo se desarrollan, pero las hojas se ven como restos necrosados sobre el ápice del peciolo. La fruta producida por plantas deficientes tiene menor firmeza que la fruta procedente de plantas con buena fertilización. El exceso de Ca puede generar deficiencias de K y Mg.

### **Magnesio**

El magnesio forma parte de la molécula de clorofila y participa en la distribución de carbohidratos desde las hojas hacia el resto de los órganos de la planta.

La deficiencia de Mg se manifiesta en las hojas basales como una amarillez intervenal de las hojas (Figura 4.4), la que comienza a desarrollarse como moteados amarillos para avanzar hacia tejido necrosado siempre en la lámina de las hojas manteniendo las nervaduras de color verde. El exceso de Mg puede limitar la absorción tanto de K como de Ca.



**Figura 4.4.** Hojas de vid con deficiencia de magnesio.

## Hierro

Las vides que poseen un sistema radicular débil tienden a mostrar una alta incidencia de clorosis férrica, particularmente bajo condiciones de sobreproducción. Este problema puede ser común en plantas de la variedad Moscatel de Alejandría debilitadas por una alta producción en la temporada anterior.

La deficiencia se relaciona primariamente con condiciones de suelo que limitan la absorción de Fe por las raíces. Los suelos pesados (arcillosos) con un drenaje pobre son más susceptibles a la deficiencia. En la zona pisquera la mayor causa de la clorosis férrica es la presencia de cantidades variables de carbonatos en el suelo que inactivan o inmovilizan al Fe, impidiendo la absorción por las raíces.

Los síntomas foliares aparecen primero como un amarillamiento intervenal en las hojas jóvenes. A medida que la deficiencia aumenta en severidad, la mayor

parte de la superficie foliar adquiere un color amarillo para pasar luego a un color marfil o incluso blanco (Figura 4.5). Las hojas afectadas severamente muestran áreas necróticas. El crecimiento de los brotes se reduce significativamente y la cuaja es pobre en los brotes afectados.



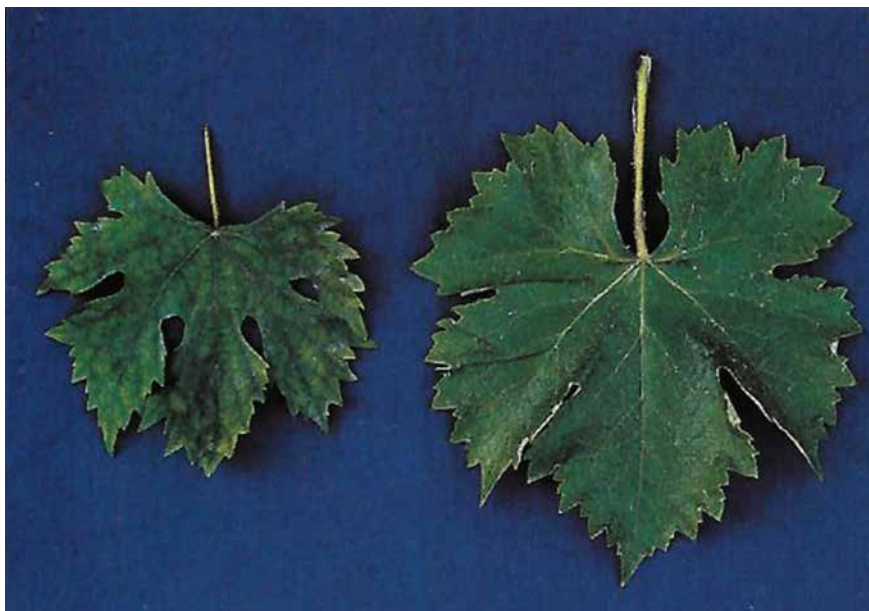
**Figura 4.5.** Síntomas de deficiencia de hierro.

## **Zinc**

El Zn se encuentra en bajas cantidades en suelos de textura arenosa y en aquellos que tienen valores de pH superiores a 7. Los suelos de estas características son comunes en la zona pisquera. La aplicación de altas dosis de N puede acentuar la deficiencia debido a que el N estimula el crecimiento total de las vides y así aumenta las necesidades de Zn más allá del suministro disponible.

En vides el Zn es esencial para el desarrollo normal de las hojas (Figura 4.6), la elongación de los brotes, el desarrollo del polen y la cuaja de las bayas.

Las plantas deficientes en Zn presentan hojas más pequeñas de lo normal en conjunto con entrenudos cortos, lo que produce grupos de hojas (rosetas). Las hojas se tornan cloróticas con manchas más oscuras en la lámina, las que derivan posteriormente en puntos necróticos. La variedad Moscatel de Alejandría es particularmente sensible a la deficiencia de Zn, presentando racimos sueltos con bayas de varios tamaños.



**Figura 4.6.** Hoja de vid proveniente de una planta deficiente en Zn (izquierda).

## 4.2. Fertilización de vid pisquera

### 4.2.1. Absorción de nutrientes

La absorción de nutrientes de la vid pisquera depende tanto de factores internos de la planta (demanda) como de factores externos de nutrientes en el medio (disponibilidad), además de la temperatura y el contenido de humedad del suelo, entre otros. Cuando los nutrientes se encuentran ampliamente disponibles en el suelo, la tasa de absorción está en directa relación con la tasa de crecimiento de las plantas y con la concentración de nutrientes en los nuevos órganos.

La demanda por nutrientes varía a lo largo de la temporada, comenzando lentamente con el inicio del crecimiento de nuevas raíces al llegar la primavera y después de 3 a 10 semanas de iniciada la brotación. Esto también coincide con el aumento de las temperaturas del suelo. Las mayores tasas de crecimiento de las raíces se producen durante la floración y entre la cosecha y la caída de hojas. La expansión de las raíces durante la floración tiene el objetivo de proveer los nutrientes y el agua suficiente para el crecimiento de la fruta, mientras que el

crecimiento de post-cosecha, cumple con el objetivo de almacenar nutrientes para sustentar la brotación de las yemas en la siguiente temporada.

Los portainjertos tienen un efecto importante sobre la absorción de nutrientes, lo que debe tomarse en cuenta al momento de calcular la dosis de fertilizante, ya que existen portainjertos que muestran mayor afinidad por los nutrientes disponibles en el suelo que las plantas francas. Tanto en Moscatel de Alejandría como en Moscatel Rosada, el portainjerto ‘Salt Creek’ absorbe mayor cantidad de N, P y Zn que las plantas francas o injertadas sobre otros patrones.

4.2.2. Fertilizantes utilizados

El principal objetivo de la fertilización mineral es la obtención de altos rendimientos con fruta de buena calidad. Las dosis de fertilizantes deben ser acorde con el rendimiento esperado y el contenido de nutrientes en la cosecha (Cuadro 4.1). Cuando se fertiliza con dosis menores o mayores a las requeridas por el cultivo se pueden afectar rendimiento y la calidad de la cosecha.

Especie	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
kg/ t				g/ t				
Vid	3,00	0,50	1,80	0,14	0,25	2,90	7,18	0,40

**Cuadro 4.1.** Valores de referencia para el cálculo de la dosis de nutrientes en vid según el rendimiento esperado.

Según lo expresado en el Cuadro 4.1, para una producción de 40 toneladas se requieren 120 kg de nitrógeno (N), 20 kg de fósforo (P) y 72 kg de potasio (K).

En la literatura se han descrito varios problemas en la calidad de la fruta causados por fertilización excesiva con N, uno de ellos es el exceso de vigor de los brotes, lo cual reduce la cuaja, el crecimiento de los frutos y la pérdida de firmeza de las bayas. Las aplicaciones excesivas de N tienden a disminuir la concentración de K, tanto en hojas como en frutos, lo que disminuye la calidad de la cosecha.

En cuanto al efecto del P sobre la calidad de la fruta, se ha observado que, tanto las aplicaciones foliares como a través del fertirriego, aumentan la resistencia de la fruta a las bajas temperaturas, a la vez que disminuye el pardeamiento de la fruta, aumenta el contenido de sólidos totales y el de antioxidantes.

Previo a la selección de fertilizantes, es indispensable contar con análisis de suelo y de agua de riego, para conocer las condiciones bajo las cuales crecen las

raíces. Estos análisis incluyen parámetros básicos tales como el pH, la conductividad eléctrica (medida de la salinidad), el contenido de materia orgánica y los niveles de los respectivos nutrientes en el suelo. Así, teniendo esta información, es posible ajustar la fertilización según el contenido de nutrientes presente en el suelo. En conjunto, se utiliza el análisis de peciolo (foliar) para chequear el nivel nutricional del cultivo dentro de la temporada, permitiendo tomar medidas correctivas en caso de que sea necesario. Para este análisis, se deben tomar las muestras en la época de plena flor, colectando peciolo de la hoja opuesta al racimo, ubicados en la parte media del cargador.

En términos generales, la dosis de fertilización para vid pisquera depende de la edad del cultivo, aumentando la dosis a partir del 4º año (Cuadro 4.2).

Edad	Nitrógeno	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
	kg/ha		
Menos de 3 años	45 - 55	20 - 30	55 - 65
Más de 4 años	80 - 120	30 - 60	60 - 80

**Cuadro 4.2.** Fertilización recomendada para vid pisquera.

En cuanto a los fertilizantes a usar, se recomiendan aquellos de reacción ácida, esto es, que tienden a reducir el pH. Dentro de los fertilizantes nitrogenados se encuentran la urea y el nitrato de amonio. Como fuente de fósforo el fosfato monoamónico y, como fuente de potasio el sulfato de potasio. Es posible utilizar también fuentes combinadas como nitrato de potasio y nitrato de calcio.

En el Cuadro 4.3, se presenta una recomendación de calendario para las aplicaciones de fertilizantes:

Mes	Estado Fenológico	Recomendación de Fertilización
Septiembre	Inicio de brotación.	Sin aplicaciones.
Octubre	2 a 3 hojas desplegadas.	Considerar posibles aplicaciones de Zn y Fe.
Noviembre	4 a 5 hojas desplegadas.	Iniciar fertilización con N.
Noviembre	Inicio de floración.	Mantener fertilización con N e iniciar aplicaciones de P y K.
Noviembre	Plena flor.	Muestreo de peciolo para análisis foliar.
Diciembre	Cuaja.	Mantener dosis de N, P y K.
Enero	Crecimiento de baya.	Mantener dosis de N, P y K.



Febrero	Pinta.	Parar las aplicaciones.
Marzo	Cosecha.	Sin aplicaciones.

**Cuadro 4.3.** Época de fertilización según estado fenológico.

### 4.2.3. Fertilización foliar

La absorción de nutrientes a través de las hojas es un tema que causa debate. Los mecanismos específicos que permiten esta absorción no han sido dilucidados completamente, mientras que diversas experiencias se han registrado a lo largo del mundo con resultados dispares entre distintos cultivares y fertilizantes aplicados.

Las hojas de los árboles están cubiertas por una capa de cera conocida como *cutícula*. La función de la cutícula es prevenir pérdidas excesivas de agua desde las hojas hacia la atmósfera, y su permeabilidad al paso de solutos es tema de discusión. La absorción de solutos a través de la cutícula se ve favorecida por la presencia de poros cuticulares. El tamaño de los poros limita la absorción de grandes moléculas, tales como quelatos de hierro, favoreciendo el paso de pequeñas moléculas ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ). Se ha observado que la densidad de estos poros es mayor en los alrededores de las células de guarda que rodean a los estomas. La penetración directa de solutos a través de los estomas, se descarta debido a que la cámara sub-estomática se encuentra sometida a una gran presión hidrostática debido a la transpiración, por lo que se necesitaría una fuerte reducción de la tensión superficial y una gran presión en la aplicación para forzar la entrada de solutos a través de los estomas.

Para que la aplicación foliar sea efectiva, deben considerarse varios factores, tanto de la planta, como el clima y la formulación. En general, se ha observado que aquellas especies (y variedades) que presentan estructuras sobre las hojas, como vellosidades, tricomas, etc., poseen mayor capacidad de absorción de nutrientes vía foliar.

Al ser absorbidos en las hojas, los nutrientes son distribuidos dentro de la planta principalmente a través del floema, razón por la cual las aplicaciones de nutrientes con baja movilidad, como el Ca o Mn, tienen un efecto localizado sobre la superficie (órgano) en contacto con la aspersión.

En términos del clima, los factores que tienen mayor influencia sobre la efectividad de la aplicación foliar son la luz, la humedad y la temperatura. La luz tiene un efecto directo sobre el metabolismo de las hojas (fotosíntesis y respiración) lo que influye directamente en la demanda por nutrientes y en la tasa de remo-

ción de los mismos en el floema. También afecta la retención del producto al influir directamente en la evaporación del formulado. Tanto la humedad como la temperatura afectan las características de la solución aplicada al follaje. Por ejemplo, las altas temperaturas y baja humedad aumentan la evaporación del formulado, reduciendo la oportunidad de absorción en las hojas.

Finalmente, el formulado que se utiliza para las aplicaciones foliares tiene gran influencia sobre la efectividad de la aplicación. Se ha reportado que el uso de coadyuvantes que mejoran el contacto entre las partículas fertilizantes y las hojas (reducción de la tensión superficial, aumento de la mojada y dispersión en superficie, etc.), así como la distribución en la superficie y la tasa de absorción, aumentan enormemente la eficacia en comparación con aplicaciones solas del fertilizante diluido.

En resumen, la aspersión foliar es un método efectivo y económico para suministrar las necesidades de ciertos nutrientes, particularmente micronutrientes. Su efectividad con los macronutrientes es menor debido a los altos requerimientos de ellos. Los programas de aspersiones foliares tienen algunas limitaciones tales como: la fitotoxicidad potencial, las barreras para la absorción en las hojas y la movilidad restringida de ciertos elementos. Los relativamente escasos requerimientos de las vides por los micronutrientes los hacen buenos candidatos para las aplicaciones foliares. Las deficiencias de zinc y hierro pueden ser corregidas mediante aspersiones foliares. El momento de la aplicación es crítico debido a la limitada duración de la efectividad del elemento. Las aplicaciones deben realizarse antes que ocurra la deficiencia. El zinc debe ser aplicado dos semanas antes del inicio de floración para influenciar la cuaja y el desarrollo inicial de las bayas. La aplicación foliar de hierro tiene una efectividad limitada debido a la falta de movilidad del elemento. Para tener una reducción en los síntomas de deficiencia, es necesario hacer aplicaciones repetidas (al menos 3) a la máxima concentración. Los fertilizantes comerciales más utilizados son sulfato de zinc, sulfato de hierro y quelatos de hierro.

## CAPÍTULO 5.

### MANEJO DEL RIEGO EN VIDES PISQUERAS

**Claudio Balbontín N.**

Ing. Agrónomo, M.Sc. Dr.

INIA Intihuasi

#### 5.1. Introducción al manejo del riego

En Chile la vid pisquera se cultiva entre las regiones III y IV (Atacama y Coquimbo) donde el clima se caracteriza por presentar altas temperaturas y baja humedad relativa del aire en los meses de verano. Esto determina que el cultivo este sometido a alta demanda ambiental durante gran parte de su desarrollo anual y requiera el aporte de riego para alcanzar productividades adecuadas.

Mediante la *transpiración* (paso de agua desde las hojas al ambiente), las plantas disipan el exceso de temperatura y asimilan sustratos para generar su productividad mediante la fotosíntesis. Si el cultivo presenta limitantes en la disponibilidad de riego, baja su capacidad de transpirar y por tanto está sometido a algún nivel de estrés que afecta la productividad potencial. Es por esto que la principal función del riego es poner agua a disposición de las plantas para que esta sea absorbida por las raíces y transpirada por las hojas a un ritmo que le permita mantener un buen estado hídrico interno y realizar sus funciones de productividad.

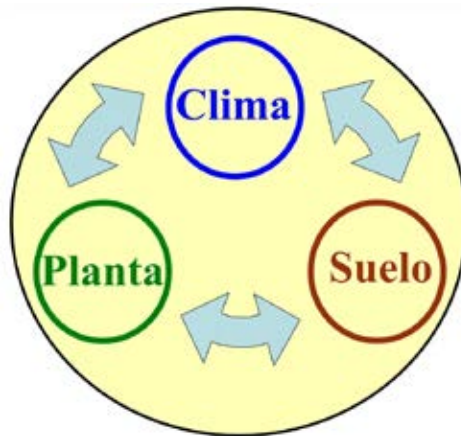


**Figura 5.1.** Aspecto general de las condiciones agroclimáticas en las que se desarrollan el cultivo de la vid en el norte de Chile.

Al igual que en otros cultivos, en el caso de la vid pisquera, un inadecuado manejo del riego puede inducir a un inadecuado desarrollo del cultivo que se traduce en fallas de la productividad. Por ejemplo, riegos excesivos pueden generar un mayor crecimiento de la vegetación que representará un mayor consumo de riego (sin representar mayor productividad), mayor competencia entre la productividad y la vegetación, malas condiciones sanitarias por “emboscamiento” del parrón, mala inducción de yemas para la siguiente temporada, entre otros efectos. Estas condiciones obligan a mayores controles sanitarios o actividades culturales como “abrir ventanas” para facilitar la ventilación evitar el exceso de sombra. Por el contrario, un déficit hídrico excesivo puede inducir un bajo desarrollo de la vegetación, aborto floral y baja productividad, calibres pequeños de la fruta y mala calidad en general.

La cantidad y oportunidad del riego aportado al cultivo será entonces fundamental para su desarrollo y los niveles productivos alcanzados. Un manejo eficiente del riego requiere por tanto considerar los principales factores que definen la demanda de riego del cultivo, esto es analizar las condiciones climáticas del sitio (la demanda ambiental), las condiciones del suelo donde se desarrolla el cultivo (capacidad de almacén del riego y limitantes) y el nivel de desarrollo

de las plantas. Para esto se utiliza un marco conceptual conocido “relaciones hídricas en plantas”, las cuales permiten relacionar los factores de suelo, clima y planta para el manejo eficiente del riego de los cultivos (Figuras 5.1 y 5.2).



**Figura 5.2.** Esquema conceptual de relaciones hídricas en plantas para el manejo eficiente del agua de riego.

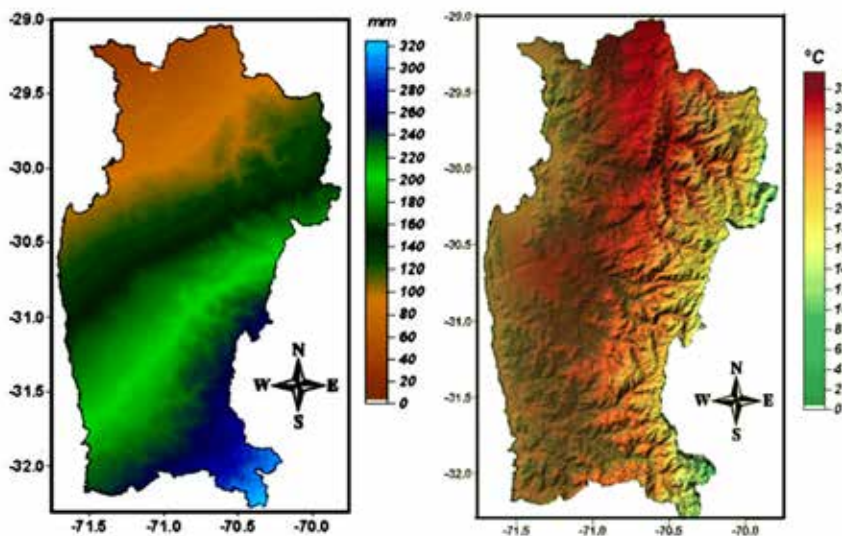
Para combinar estos tres aspectos en el manejo del riego, hoy en día existe una metodología estandarizada y definida en el Manual FAO-56, la cual permite caracterizar cada uno de estos factores y cuantificar las necesidades de riego con precisión. Esta metodología es conocida como “Coeficiente de Cultivo ( $K_c$ )–Evapotranspiración de Referencia ( $ETo$ )” ya que relaciona tanto las condiciones de desarrollo del cultivo como la demanda ambiental del sitio en el que se desarrolla el cultivo de la siguiente manera:

$$ET_c = K_c * ETo$$

donde,  $ET_c$  es la evapotranspiración del cultivo, es decir el agua que debe ser aportada al cultivo para reponer el consumo hídrico,  $K_c$  es el coeficiente de cultivo que representa el nivel de desarrollo de las plantas y la  $ETo$  que corresponde a la evapotranspiración de referencia, que es estimada a partir de datos meteorológicos obtenidos en la localidad.

## 5.2. Factores Climáticos

A diferencia de otros sitios agrícolas del centro y sur del país, el régimen climático presente en las zonas productoras de uva pisquera se caracteriza por escasas lluvias invernales que limitan el almacenamiento y disponibilidad de humedad en el suelo (Figura 5.3). Esta condición unida a la alta demanda ambiental, obliga a la aplicación de riego durante gran parte del período anual de desarrollo del cultivo. En la última década el bajo monto de lluvias tanto en la cordillera como en los valles, generó limitantes en la disponibilidad de agua de riego.



**Figura 5.3.** Montos y distribución de lluvias en la región de Coquimbo (L. Morales, 206).

Afortunadamente, la temporada 2016-2017 comienza con un 50% de la capacidad de embalsamiento regional ocupada (Cuadro 5.1) y caudales en ríos con valores próximos a los valores promedio históricos, lo cual permitirá tener una temporada agrícola con adecuada disponibilidad de agua para riego.



Embalse	Evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ) mm/mes			
	Jul 13	Jul 14	Jul 15	Jul 16
La Laguna	56%	64%	49%	95%
Puclaro	8%	10%	10%	67%
Recoleta	12%	4%	6%	58%
Paloma	6%	4%	2%	32%
Cogotí	2%	0%	1%	61%
El Bato	12%	8%	2%	95%
Corrales	26%	38%	7%	98%
Culimo	0%	0%	0%	46%
Total general*	8,5%	7,6%	5,1%	48,3%

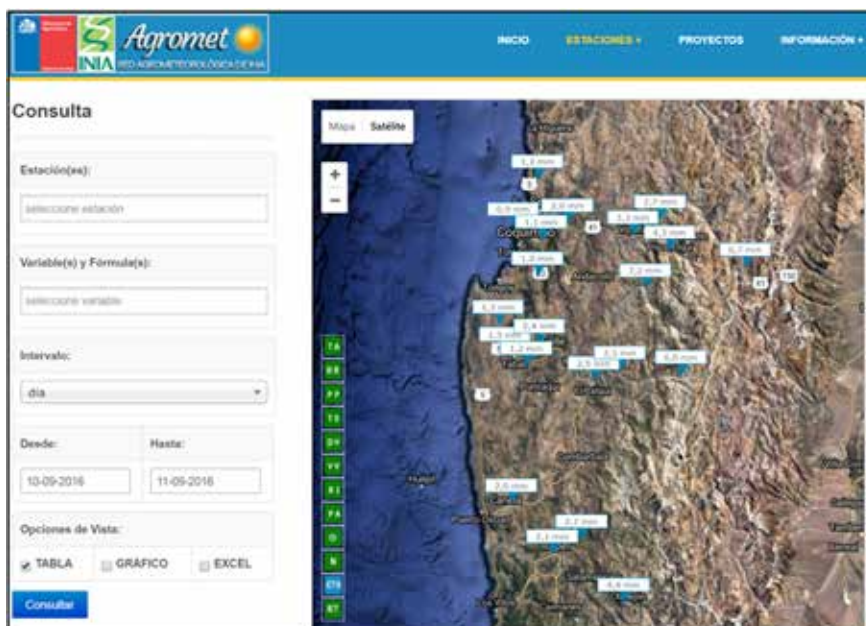
\*: Volumen total sistema de embalses 1.315 mill m<sup>3</sup>.

**Cuadro 5.1.** Volumen de agua acumulada en la red de embalses de la región de Coquimbo.

A pesar de la mejor condición que se registra se debe tener en consideración que en promedio la cantidad de lluvias que ocurren en la región son bajas y que la disponibilidad de agua para riego es variable en el transcurso de los años y que generalmente es limitada.

Además de las lluvias, las condiciones climáticas principales para la estimación de las necesidades de riego están referidas al comportamiento de la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento y la radiación solar. Todas estas variables de manera conjunta están relacionadas con la demanda del ambiente (poder evaporante) donde se desarrollan los cultivos y por tanto servirán para definir el consumo de agua de riego del cultivo.

Para estimar estas variables agroclimáticas, el INIA cuenta con una red de estaciones meteorológicas a lo largo de Chile (<http://agromet.inia.cl/>) en las cuales se registran de manera automática los valores de las variables. Adicionalmente, en la región de Coquimbo se cuenta con otra red meteorológica con cobertura administrada por el centro CEAZA ([www.ceazamet.cl](http://www.ceazamet.cl)). En la Figura 5.4, se señala la ubicación de las estaciones meteorológicas disponibles en la región de Coquimbo. No obstante, existe la información oficial y confiable en la página web de INIA, los agricultores también poseen estaciones meteorológicas en campo en las cuales se registran los parámetros climáticos y se pueden tener valores de la demanda ambiental para la programación del riego.



**Figura 5.4.** Distribución de las estaciones meteorológicas disponibles en la región de Coquimbo (<http://agromet.inia.cl>).

A partir de la información agroclimática registrada en las estaciones de la red es posible estimar las condiciones del poder evaporante de la localidad donde se desarrollan los cultivos, a través de una variable conocida como **evapotranspiración de referencia (ETo)**. El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda ambiental de la atmósfera de un sitio, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, del tipo de suelo y de las prácticas de manejo del cultivo. Los únicos factores que afectan ETo son los parámetros climáticos. Por lo tanto, ETo es también un parámetro climático que puede ser calculado a partir de datos meteorológicos. Antiguamente la demanda ambiental de los sitios se estimaba con tanques de evaporación, pero hoy en día se prefiere el uso de estaciones meteorológicas en red ya que capturan la información de manera automática (sin errores humanos) y se puede tener acceso a los registros de manera remota sin necesidad de ir al sitio.



<http://agromet.inia.cl>



<http://www.ceazamet.cl>



**Figura 5.5.** Estación meteorológica típica y sitios web de descarga en internet con información meteorológica y evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) en la región de Coquimbo.

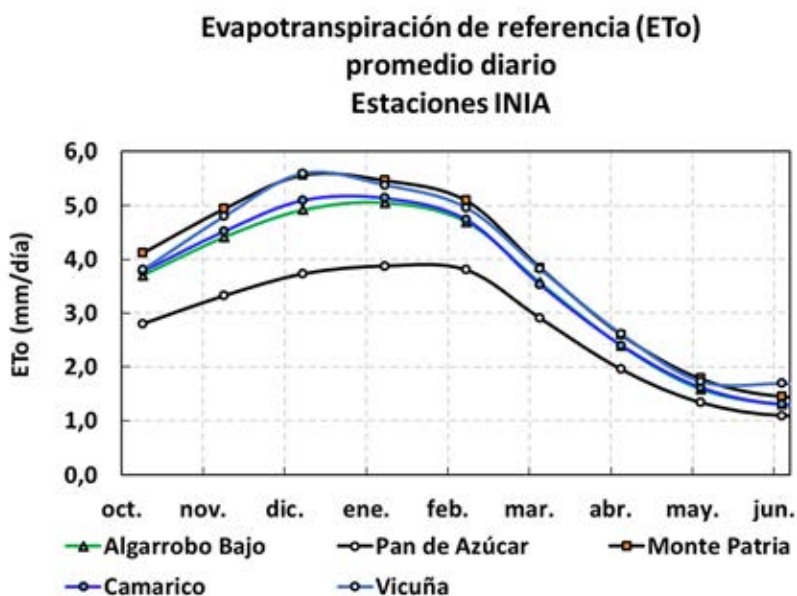
Las estaciones meteorológicas calculan automáticamente los valores de ET<sub>o</sub> utilizando para esto la ecuación empírica Penman–Monteith. Estos valores son descargados en la página web de INIA o CEAZA y utilizados posteriormente para calcular la demanda de riego o evapotranspiración de cultivo como se verá más adelante. En el Cuadro 5.2, se muestran valores típicos de la ET<sub>o</sub> en diferentes estaciones agroclimáticas de INIA. Estos valores pretenden familiarizar al usuario, sin recomendar su aplicación directa.

Mes	Evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> ) mm/mes				
	Algarrobo Bajo	Camarico	Monte Patria	Vicuña	Pan de Azúcar
Abril	72	72	78	78	55
Mayo	49	50	55	54	42
Junio	39	39	43	51	34
Julio	42	43	46	52	37
Agosto	61	63	71	73	50
Septiembre	63	65	71	69	50
Octubre	115	117	128	118	89
Noviembre	132	136	148	144	84

Diciembre	153	158	173	174	114
Enero	157	159	170	167	125
Febrero	133	134	144	141	106
Marzo	111	109	119	118	84
<b>Total</b>	<b>1126</b>	<b>1146</b>	<b>1246</b>	<b>1238</b>	<b>871</b>

**Cuadro 5.2.** Valores mensuales de ETo en diferentes estaciones agroclimáticas de INIA.

Al momento de realizar la descarga los valores de Eto se expresan, al igual que las lluvias, en milímetros por metro cuadrado (mm/m<sup>2</sup>) y serán los utilizados en los cálculos de las necesidades de riego.

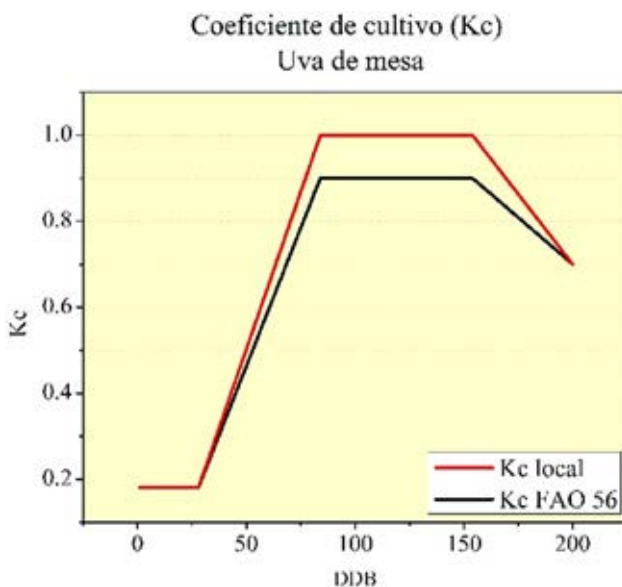


**Figura 5.6.** Variación mensual de la ETo promedio diaria en 5 estaciones meteorológicas de la región de Coquimbo.

### 5.3. Factores de cultivo

Los factores propios del nivel de desarrollo del cultivo se definen a través de una variable conocida como Coeficiente de Cultivo ( $K_c$ ). El coeficiente del cultivo es básicamente el cociente entre la evapotranspiración del cultivo ( $E_t$ ) y la evapotranspiración de referencia ( $E_{t0}$ ) que, como se indicó anteriormente, se estima con datos meteorológicos. Ya que el  $K_c$  integra características propias del cultivo, sus valores son diferentes para cada tipo de cultivo. Por otra parte, las características del cultivo (ejemplo la cobertura del suelo) varían durante el ciclo de crecimiento del mismo y por tanto se verán reflejados en la evolución de su  $K_c$ .

En el caso de la vid de uva pisquera, el coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) ha sido definido en diversos trabajos realizados por INIA y por otros centros de agricultura (FAO-56) y por tanto están disponibles en referencias de literatura (Figura 5.7).

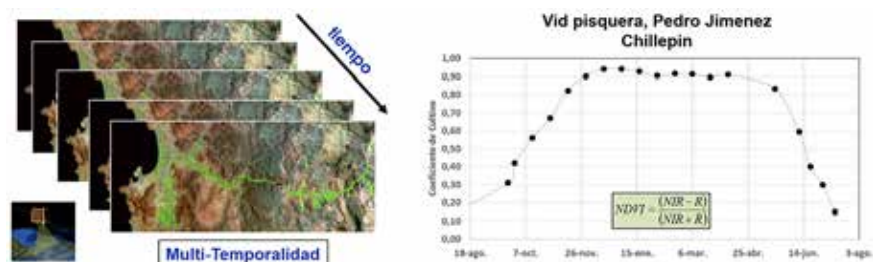


**Figura 5.7.** Ejemplo de valores de  $K_c$  recomendados en FAO-56 y estimados en un parronal en Chile (adaptado de Villagra *et al.*, 2014).

A pesar que esta información de literatura es muy útil para la programación del riego, existe un problema asociado a la gran variabilidad de huertos con diferencias notables en el nivel de desarrollo de las plantas y por tanto en las necesidades de riego. Las diferentes edades, el marco de plantación, el nivel de cobertura

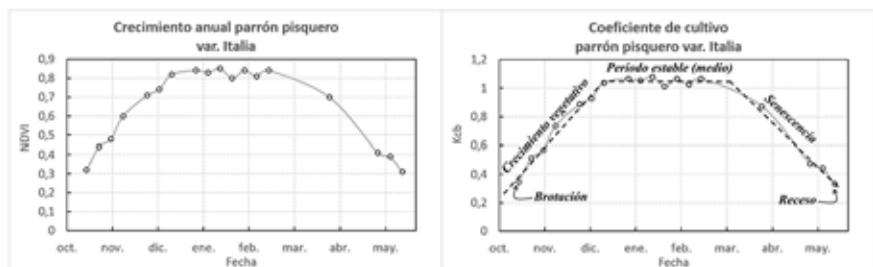
del suelo, entre otros, definen diferencias que deben ser consideradas a la hora de definir el manejo del riego. Por este motivo, en el INIA Intihuasi se está trabajando con el índice de vegetación NDVI proveniente de información satelital a partir del cual es posible estimar el nivel de desarrollo de los cultivos y por tanto un valor preliminar de coeficiente de cultivo.

En la Figura 5.8, se muestra un ejemplo de la evolución del NDVI para una parcela de uva pisquera variedad Italia, ubicada en Cerrillos de Tamaya (Valle del Limarí). En la gráfica bajo la imagen se puede observar el patrón de crecimiento anual de las vides durante las temporadas agrícolas 2013/14, 2014/15 y 2015/16.



**Figura 5.8.** Imagen de un campo de un productor de uva pisquera y evolución del índice de vegetación NDVI obtenida desde una secuencia de imágenes de satélite.

Debido a que el índice de vegetación NDVI permite reconocer el aumento de la cobertura verde del cultivo sobre el suelo, es que se puede utilizar como información básica para definir el nivel de desarrollo del cultivo y por tanto homolagarlo al Coeficiente de Cultivo (Kc) clásico, utilizado en la programación del riego como lo define el Manual FAO-56 (Figura 5.9).



**Figura 5.9.** Evolución del índice de vegetación NDVI obtenida desde una secuencia de imágenes de satélite y su Kc homologado.



El análisis de esta información permite realizar una caracterización del desarrollo anual de las vides como el momento de brotación, el crecimiento vegetativo activo, período estable (medio) y la bajada final hasta senescencia y el receso invernal. De este modo y siguiendo con el ejemplo señalado en la Figura 5.9, para un parrón variedad Italia en la zona de Cerrillos de Tamaya, la brotación ocurre a mediados de octubre, el crecimiento vegetativo finaliza a principios de diciembre, el período de senescencia inicia en marzo y el receso se alcanza en mayo. Toda esta información será de utilidad para la programación del riego como se verá más adelante.

### 5.3.1. Definición de las necesidades de riego

La estrategia de riego para un determinado cultivo suele requerir como un primer paso determinar el agua a aplicar necesaria para que el cultivo crezca al máximo ritmo posible, es decir evitando el estrés hídrico. En otros casos, puede interesar un riego deficitario controlado, en el que se maneje el cultivo con un grado de estrés determinado en función de las fases del ciclo de crecimiento para obtener así un óptimo rendimiento.

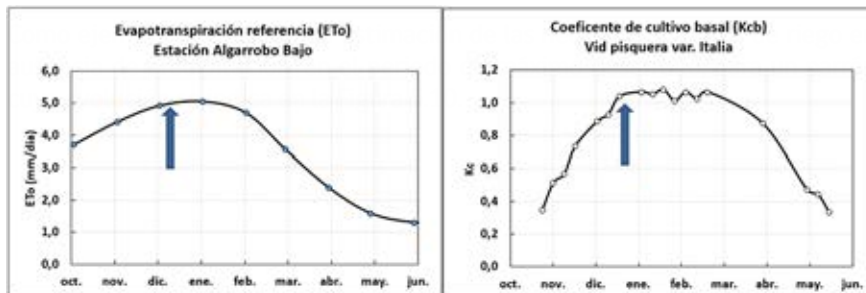
Una vez establecida la demanda ambiental (descrito en el numeral 1.2) y definido el coeficiente de cultivo a partir de la información satelital, es posible estimar las necesidades de riego totales (evapotranspiración de cultivo, ETC) de manera operativa para su programación a nivel de campo.

La evapotranspiración de cultivo (ETc) en un intervalo de tiempo es el ritmo al que el vapor de agua sale desde el cultivo por los procesos de transpiración de las hojas y la evaporación desde la superficie del suelo. De ahí que el término sea **“evapo-transpiración”**. Las necesidades de riego del cultivo serán entonces la reposición del agua intercambiada entre el cultivo y el ambiente. Cuando el suelo explorado por las raíces tiene suficiente humedad el cultivo transpira a su máximo ritmo impuesto por el ambiente. Una vez que el contenido de humedad en el suelo cae por debajo de un cierto umbral el cultivo entra en condiciones de estrés hídrico y el ritmo de transpiración se reduce.

Al multiplicar el coeficiente de cultivo basal derivado de las imágenes de satélite por la ETo obtenida desde estaciones meteorológicas, se estima directamente la transpiración máxima actual que un cultivo puede alcanzar bajo esas condiciones de demanda evaporativa indicadas por la ETo. El conocimiento de esta transpiración máxima, que no requiere de ningún dato adicional a las imágenes y a las estaciones meteorológicas, puede revestir un gran valor para muchas aplicaciones.

### 5.3.1.1. Ejemplo de cálculo de requerimientos hídricos de cultivos

La transpiración máxima del parrón pisquero bajo las condiciones locales de demanda ambiental puede ser calculada directamente multiplicando el coeficiente de cultivo basal por la ETo. Este valor permite aproximarnos de forma sencilla y directa al valor de las necesidades netas de agua de riego, respondiendo a la pregunta de cuánto regar.



**Figura 5.10.** Variación mensual de la ETo en la estación Algarrobo Bajo y evolución coeficiente de cultivo basal (Kcb) obtenido desde una secuencia de imágenes de satélite.

Como se observa en esta Imagen, a partir de la primera semana de diciembre hasta mediados de marzo la cobertura del parrón se mantiene constante con un valor de coeficiente de cultivo basal de 1.05. El valor de la ETo durante este período es cercano a 5 mm/día, valor típico de los meses de noviembre a enero en la zona de Cerrillos. La transpiración máxima de estas cubiertas en ausencia de estrés hídrico sería:

$$\text{Transpiración del cultivo} = 1.05 \times 5.0 = 5.3 \text{ mm/día}$$

Estas necesidades netas de agua de riego se refieren a la cantidad de agua puesta en el suelo donde puede ser tomada por las raíces. Para calcular las necesidades brutas es necesario tomar en cuenta la eficiencia y uniformidad del sistema de riego, incluyendo la evaporación desde la superficie del suelo, que depende a su vez de la superficie de suelo mojada y de la frecuencia de riego. El componente evaporativo (Ke) se puede estimar en torno 0.05 para las condiciones del riego localizado, aunque puede variar dependiendo del tipo de suelo. El coeficiente de cultivo del parrón considerado para el período en que la cobertura vegetal está bien estable, sería de acuerdo con la ecuación (2):

$$Kc(1) = Kcb(1) + Ke = 1.05 + 0.05 = 1.07$$

Así pues, las necesidades brutas de riego, considerando una alta uniformidad del sistema de riego (90%) serían:

**Necesidades brutas (1) = 5.5 mm/día**

La aplicación de este volumen de riego debe ser ajustada a las características del suelo donde se desarrolla el cultivo. Para esto se debe establecer tanto la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (humedad aprovechable, HA), la profundidad efectiva para el desarrollo de raíces y la presencia de limitantes tanto para la infiltración como para la profundización del riego.

### 5.3.2. Factores del suelo

La caracterización de la profundidad efectiva del suelo, así como la distribución y densidad de raíces en profundidad y lateralmente, es fundamental si se busca aumentar la eficiencia de aplicación del agua de riego. A través de calicatas (hoyos en el suelo del campo) es posible visualizar y caracterizar zonas con mayor desarrollo de raíces, patrones de humedecimiento y movimiento del agua en el suelo, así como la presencia de horizontes limitantes (Figura 5.11).



**Figura 5.11.** Caracterización del suelo por medio de calicata en vides pisqueras.

En este sentido, en la mayoría de los casos de riego localizado, se observa que un 75% de las raíces totales de las plantas de vid se concentran en los primeros 60 cm de suelo, mientras que un 90% lo hace en los primeros 80 cm (Cuadro 5.3).

Profundidad	Franco		Salt Creek		Harmony	
0-20	157	33,50%	295	36,40%	276	45,10%
20-40	130	27,70%	215	26,50%	132	21,50%
40-60	72	15,40%	132	16,30%	89	14,50%
60/80	73	15,60%	105	12,90%	53	8,60%
80-100	37	7,80%	64	7,90%	63	10,30%

(Adaptado Ibacache et al., 2013)

**Cuadro 5.3.** Distribución de raíces en profundidad (cm) en la variedad Flame Seedless sobre diferentes portainjertos.

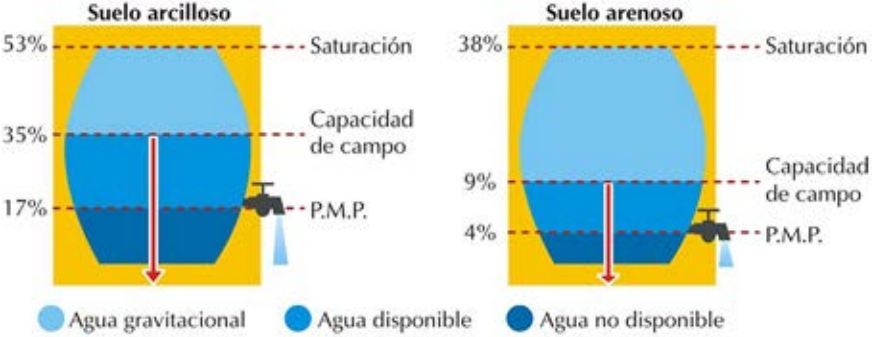
A partir de esta caracterización es posible definir los tiempos de riego que permitan humedecer zonas del suelo con la mayor densidad de raíces activas y profundidades donde el agua es aprovechada por las plantas. Así mismo, esta definición será importante para aumentar la eficiencia del programa de fertilización, ya que los nutrientes aplicados a través del sistema de riego deben quedar en la zona con raíces para ser totalmente aprovechados y no lixiviados a profundidades no deseadas.

Para considerar la disponibilidad de agua en el suelo se debe tener en consideración los tres componentes principales del suelo los cuales son: el suelo propiamente tal (minerales y materia orgánica), el espacio de aire (poros) y el agua del suelo, en proporciones aproximadas como se señala en la Figura 5.12.



**Figura 5.12.** Componentes del suelo (Ferreyra y Sellés, 2013).

Por lo tanto, el espacio poroso será el sitio utilizado por el suelo para el almacenaje del agua de riego. Este espacio es variable dependiendo del tipo de suelo en relación con el tamaño y proporción de poros. En la Figura 5.13, se señala de manera esquemática la capacidad de almacenaje de agua de dos tipos de suelo, un arcilloso (porosidad total 53%) y un arenoso (porosidad total 38%).



**Figura 5.13.** Disponibilidad de agua en el suelo (Ferreyra y Sellés, 2013).

Como se puede ver en la Imagen didáctica, a igual volumen de suelo, un suelo arcilloso presenta una mayor capacidad de almacenaje de agua (53%) que un suelo arenoso (38%). Esto es debido al tamaño más pequeño de los poros del suelo arcilloso lo cual genera una porosidad total mayor. Del mismo modo, la Capacidad de Campo (retención de humedad posterior a la saturación) y el Punto de Marchitez Permanente (PMP) son superiores en un suelo arcilloso y por tanto la humedad aprovechable (HA), que se estima como la diferencia entre CC-PMP, es superior en un suelo arcilloso.

Textura de suelo	Porosidad	Capacidad de Campo	Punto Marchitez Permanente	Humedad Aprovechable	Densidad aparente	Humedad disponible (1 metro suelo)
	(%)	CC (%)	PMP (%)	HA (%)	Da	(mm)
Arenoso	38	9	4	5	1,65	82,5
Franco arenoso	43	14	6	8	1,5	120
Franco	47	22	10	12	1,4	168
Franco arcilloso	49	27	13	14	1,35	189
Arcillo arenoso	51	31	15	16	1,3	208
Arcilloso	53	35	17	18	1,25	225

\*. Adaptado de (Ferreira y Selles, 2013).

**Cuadro 5.4.** Valores promedio de algunas propiedades físicas de suelos de diferentes texturas\*.

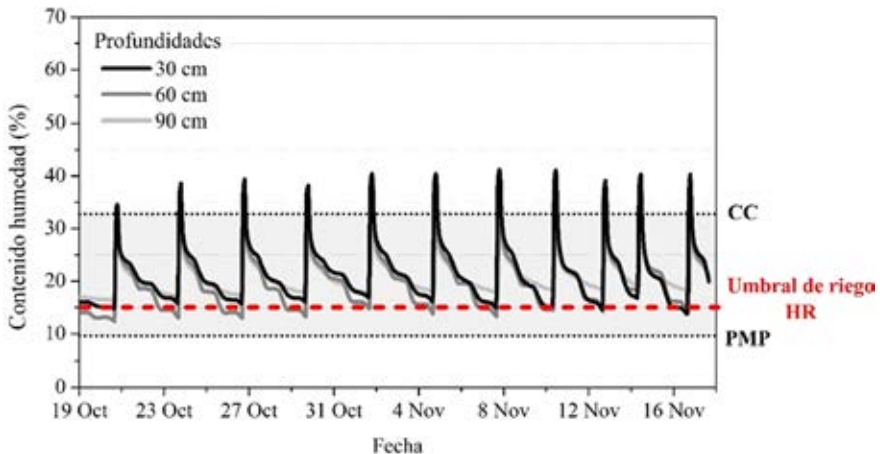
Por lo tanto, será fundamental conocer parámetros del suelo, como la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP), para establecer la humedad aprovechable. Así mismo, se deberá definir el umbral de agotamiento permisible de la humedad en el suelo que permita mantener a las plantas en un buen estado hídrico sin afectar sus niveles productivos. De esta manera es posible estimar cuánta agua hay almacenada y tomando en cuenta la demanda ambiental (explicada anteriormente) es posible definir cuanto días durará la humedad en el suelo y establecer las frecuencias y tiempos de riego que satisfagan por una parte, las demandas de riego estimadas con la metodología “Kc-ETo” descrita, humedecer zonas del perfil de suelo donde la densidad de raíces permita el máximo aprovechamiento del agua aportada y maximizar el potencial productivo de los recursos hídricos escasos.

### 5.3.3. Uso de Sensores de humedad del suelo

La caracterización de los ciclos de humedecimiento y secado del suelo puede ser realizado utilizando sensores de capacitancia enterrados a diferentes profundidades, los cuales permiten llevar un control tanto de los instantes de riego, las zonas humedecidas en cada riego, así como del agotamiento del contenido de humedad en el suelo entre los riegos.



Por su parte, la caracterización de los ciclos de humedecimiento y secado del suelo puede ser realizada utilizando sensores de capacitancia. Estos sensores, enterrados a diferentes profundidades, permiten llevar control de los instantes de riego y de las zonas humedecidas, así como caracterizar los horizontes de mayor extracción de agua y las tasas de agotamiento del contenido de humedad en el suelo entre los riegos (Figura 5.14).



**Figura 5.14.** Ejemplo de registro del contenido de humedad en el suelo utilizando sensores de capacitancia.

El acoplamiento de la metodología basada en imágenes satelitales con las características conocidas de la parcela y con datos puntuales procedentes de sensores en tierra puede ser un camino práctico que conduce a buenos resultados disminuyendo las incertidumbres relacionadas con la modelización de la humedad en la zona de raíces y la evaporación desde el suelo. Las imágenes recogen el vigor de la vegetación en un huerto frutal o cultivo y su distribución espacial como ningún otro procedimiento lo puede hacer. En huertos de vides, puede darse una acumulación de conocimiento de las temporadas consecutivas que permite un mejor manejo del huerto.

Un campo emergente que no se detalla aquí es el basado en imágenes de muy alta resolución espacial que permiten captar señales de temperatura, reflectividad y fluorescencia correspondiente específicamente a las plantas, lo que abre la puerta a la determinación del estatus hídrico de la vegetación basado en este tipo de imágenes.

### 5.3.4. Control climático y uso de mulch

Las condiciones meteorológicas del sitio donde se desarrolla el cultivo definen los montos de la demanda ambiental y por tanto el consumo de agua que deberá ser restituído a través del riego. Estos factores ambientales locales pueden ser modificados utilizando mallas sombreadoras, plásticos o cortinas cortavientos. En estudios preliminares se ha logrado registrar disminuciones entre 30% y 40% de la demanda ambiental utilizando mallas dispuestas sobre el parrón (Figura 5.15).



**Figura 5.15.** Malla sobre parrón.

Así mismo, el uso de cubiertas sobre la zona de humedecimiento del riego (mulch) permite disminuir la evaporación directa de agua de riego desde el suelo (Figura 5.16). En evaluaciones de mulch se ha llegado a determinar que éstas pueden representar aproximadamente un 30% del agua aplicada a través del riego (Selles et al., 2014). De esta manera es posible establecer frecuencias y tiempos de riego que permitan, satisfacer las demandas de riego estimadas con la metodología Kc-ET<sub>o</sub>, humedecer zonas del perfil de suelo donde la densidad de raíces permita el máximo aprovechamiento del agua aportada, evitar pérdidas de agua por evaporación o demandas ambientales muy altas, maximizando el potencial productivo de los recursos hídricos escasos.



**Figura 5.16.** Uso de mulch plástico (izquierda) y orgánico (derecha) sobre la hilera de riego en parronales.

## 5.4. Disponibilidad de imágenes de índices de vegetación: el sistema web-sig spider

El sistema de información geográfica en línea “SPIDER” (System of Participatory Information, Decision Support and Expert knowledge for River Basin Management), desarrollado por la Universidad de Castilla-La Mancha, permite la representación gráfica de la evolución temporal de los índices de vegetación, visualización y análisis de imágenes y datos numéricos. SPIDER emplea tecnología OPENGIS, para facilitar su accesibilidad y carga de información.

### 5.4.1. Acceso a SPIDER

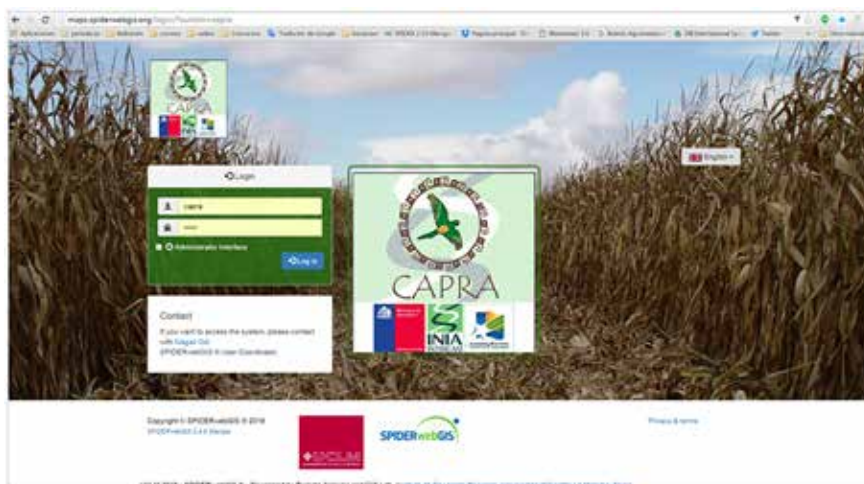
La herramienta SPIDERwebGIS® utilizada en el proyecto CAPRA es accesible en la página web <http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=capra>, y permite consultar las secuencias temporales de imágenes de satélite y los productos derivados de estas, como son las superficies de regadío y el balance de agua en el suelo, a una resolución espacial de 30 x 30 m, para las temporadas agrícolas 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016.

La consulta de los productos de SPIDER-CAPRA es libre. Para ingresar al sistema se debe escribir la palabra capra en las casillas login y password. En la Guía Práctica de Uso del Sistema WebSIG SPIDER-CAPRA se entrega un tutorial con instrucciones y explicaciones para su uso.



**Figura 5.17.** Portal web del sistema de consulta on line web-SIG SPIDER.

Posterior a lo anterior, cargará una nueva página (Figura 5.18), en la cual pedirá un “Login” y un “Password” contraseña, para este caso, el login y password es “capra”.



**Figura 5.18.** Portal web-SIG del Proyecto CAPRA, con entidades participantes.

## 5.4.2. Interfaz de usuario

Una vez ingresados el "Login" y "Password", se cargará la interfaz de usuario (Figura 5.19).

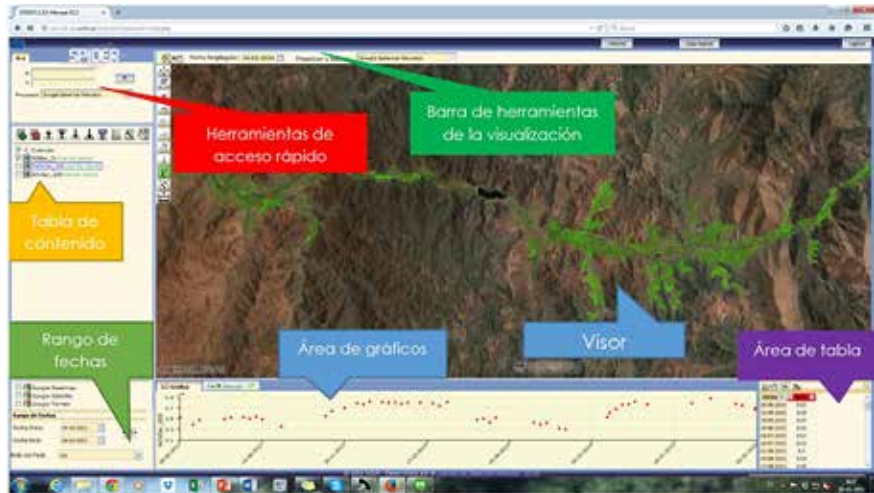


Figura 5.19. Interfaz de usuario de spider y sus diferentes secciones.

**Barra principal de herramientas:** contiene el botón de acceso para la generación de informes, una Guía Rápida (en pdf para descarga) y un botón para salir.

**Visor:** en esta sección, es donde se visualizan los mapas, el usuario puede trabajar con ellos, usando las herramientas disponibles para los mapas. El visor presenta su propio conjunto de herramientas, las cuales se encuentran en el costado superior izquierdo de dicho visor.

**Tabla de contenidos:** las capas que se muestra en el visor y el orden en que se encuentran visualizadas se configuran aquí. El Índice tiene su propio conjunto de herramientas (encima de la lista de capas) que se describe más abajo.

**Rango de fechas:** la fecha inicial y final de la gráfica de la serie temporal, así como la tabla de datos, se definen en esta sección, así como la cuadrícula de pixeles relacionadas con la consulta de evolución temporal.

**Herramienta de acceso rápido:** esta herramienta permite al usuario acceder a los datos de una ubicación específica a través del ingreso de coordenadas.

**Área de gráfico:** Los gráficos de evolución temporal de uno o más parámetros, se muestran en esta sección, a través de una gráfica simple (una consulta) o de una multigráfica (varias consultas).

**Área de la tabla:** muestra los datos del área de gráficos en formato de tabla, la cual puede ser descargada en formato Excel.

**Barra de herramientas de visualización:** acá se pueden definir tanto la fecha de visualización, así como el sistema de referencia espacial de la pantalla (proyección y datum).

La interfaz de usuario se abre con un zoom predeterminado para toda la zona de estudio, para este caso es el valle del Elqui. Para observar en mayor detalle, y utilizar la funcionalidad del sistema, se recomienda hacer un acercamiento (zoom) para consultar un área más pequeña.

### Descripción de la botonera:



Zoom a la extensión: al hacer clic sobre este icono, se vuelve al zoom inicial (por defecto).



Zoom a la capa: haga clic sobre este icono, para tener la visión completa de la capa consultada.



Ampliar zoom: hace un acercamiento, dejando el lugar donde el usuario hizo clic, en el centro del visor. También se puede hacer un acercamiento a un recuadro marcado por el usuario.



Reducir zoom: el visor se aleja y centra el mapa en el lugar que el usuario ha hecho clic, o se centra en el cuadro definido por el usuario.



Vista anterior: el visor vuelve al zoom anterior



Vista siguiente: el visor se mueve al zoom de adelante.



Mover Mapa: haciendo clic y moviendo el cursor, la zona de visualización, se mueve en la dirección que el usuario defina.



Consulta de información: permite consultar información de la capa seleccionada, haciendo un clic en el visualizar.





Consulta de información temporal: permite realizar una consulta de un punto en el visualizador, al seleccionar una capa que contenga una secuencia temporal de imágenes.



Selector de elementos: este botón permite, al tener seleccionada una capa, seleccionar un grupo de objetos con características similares, haciendo clic sobre cada uno de los objetos seleccionados.



Medida: permite medir distancias entre dos puntos seleccionados. Se hace clic en un punto y se desplaza el mouse hacia el otro punto y se realiza un doble clic, de esta forma aparece una pantalla con la distancia entre dichos puntos.

La barra de herramientas de la tabla de contenidos, presenta los siguientes botones:



Agregar capas: permite agregar capas diferentes a las que el visor tiene configuradas por defecto, permitiendo a los usuarios cargar todas las capas que están disponibles para el grupo.



Eliminar: Al hacer clic en este botón de la capa seleccionada se borrará tanto del visualizador y de la lista de capas. Estos datos se pueden recuperar, utilizando el botón de agregar capa.



Subir al tope: Al hacer clic en este botón de la capa seleccionada se mueve a la parte superior de la lista de capas, convirtiéndose en la capa superior del visor.



Subir un nivel: la capa seleccionada se mueve a una posición superior en la lista.



Bajar al tope: Al hacer clic en este botón de la capa seleccionada se mueve a la parte inferior de la lista de capas, convirtiéndose en la capa inferior en el visor.



Bajar un nivel: la capa seleccionada se mueve a una posición inferior en la lista.



Transparencia: permite hacer gradualmente transparente la capa seleccionada.



Estilos: Al hacer clic en este botón el usuario puede cambiar el estilo de la capa seleccionada (en caso de que la capa tenga definido estilos). Una nueva ventana se mostrará y el usuario puede decidir qué estilo quiere.





Formularios de selección: Al hacer clic en este botón, el usuario puede realizar consultas a la capa seleccionada. Aparece una nueva ventana con las funciones de selección.



Activar o desactivar capas de Google: permite activar o desactivar las capas de Google que están disponibles en el entorno.

En la tabla de contenidos, se puede observar diferentes tipos de capas, las cuales se pueden diferenciar por el icono que aparece en el costado izquierdo de dicha capa.



Shapefile



Capa de imagen/Tile temporal (una serie de al menos dos imágenes en diferentes fechas) Ambos tipos de capas se muestran con este icono. Lo que permite diferenciarlas es la fecha que aparece al lado del nombre de la capa.

La Tile temporal, siempre presentará una fecha al final del nombre, mientras una imagen simple no lo presentará, como se puede apreciar en el siguiente ejemplo:



Aquí, la segunda capa es una sola imagen, mientras que la primera capa es una tile temporal. La fecha que se presenta, es el día de la imagen que se encuentra desplegada en el visor. Si el color de la fecha es verde, indica que la imagen puede ser visualizada y la fecha se encuentra dentro del rango de tiempo de dicha serie temporal; si es azul indica que la fecha se encuentra en el rango de tiempo de la serie temporal, pero no se tiene imagen para la fecha seleccionada y si el color de la fecha se presenta en rojo, la imagen no se puede visualizar, porque la fecha seleccionada, se encuentra fuera del rango de la serie temporal.

### 5.4.3. Consulta de información

A continuación, a través de un ejemplo, se presentará paso a paso, como realizar una consulta sobre la evolución temporal de un cultivo.

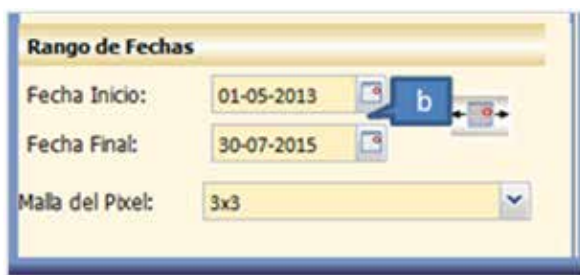
- Seleccione la capa en la tabla de contenido, haga clic en su nombre ("NDVI 08 Original" en el ejemplo). La capa aparecerá resaltada en la lista de capas.

Compruebe si tiene una fecha en el derecho del nombre de la capa. Esto significa que puede solicitar información temporal para esta capa. (Figura 5.20).



**Figura 5.20.** Selección de capa a consultar.

- b) Una vez que se resalte la capa, defina las fechas inicial y final (es decir, el intervalo de fechas) y definir el tamaño de la cuadrícula de píxeles. (Figura 5.21).



**Figura 5.21.** Selección rango de datos a consultar.

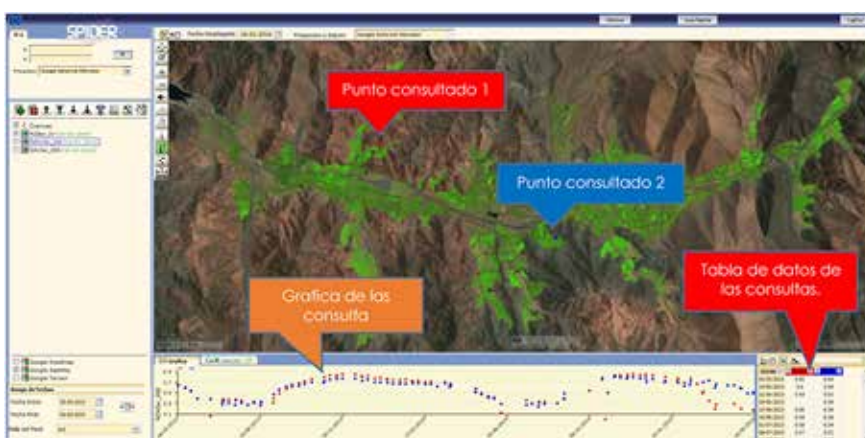
- c) Seleccione el botón de consulta de información temporal en el visor para solicitar información temporal (Figura 5.22).
- d) Haga clic en cualquier lugar en el mapa para visualizar la evolución de los cultivos en este lugar en particular. Aparece un marcador de posición en el lugar que se realizó la consulta (Figura 5.22).
- e) Cuando se hace clic para realizar la consulta, al mismo tiempo de aparecer el marcador de posición, se genera un gráfico, el cual se visualiza en el área de gráficos. Este grafico representa la evolución temporal (en este caso, NDVI) del punto consultado y para el rango de fechas seleccionado en el punto b.

situando el mouse sobre los puntos del gráfico, se mostrará el valor de dicho punto, así como la fecha correspondiente (Figura 5.22).



**Figura 5.22.** Consulta de evolución temporal de un cultivo.

- g) Herramienta Multigráfico. Esta herramienta permite representar dos o más gráficos de un mismo o diferente parámetro, además de comparar entre diferentes puntos de consulta, esta función se activa desde el botón de gráfico, cambiando de una gráfica simple a una multigráfica. Cuando los parámetros que se muestran en la tabla tienen diferente escala de visualización del gráfico se adaptará a la escala más grande. En la Figura 5.23, se observa la evolución temporal de dos puntos seleccionados por el usuario para ser comparados.



**Figura 5.23.** Ejemplo de consulta multigráfica.

## Referencias bibliográficas

Ferreyra E., R., G. Sellés Van Sch. 2013. Manual de riego para frutales: uso eficiente del agua de riego y estrategias para enfrentar períodos de escasez. 319 p. Boletín INIA N°278. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centros Regionales de Investigación La Platina y La Cruz. Santiago, Chile.

Ibacache G., A., C. Jopia G. y N. Rojas P. 2013. Uso de portainjertos en vides: estudio de largo plazo en el Valle de Elqui, Región de Coquimbo. 100 p. Boletín INIA N°270. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.

## CAPÍTULO 6.

### SANIDAD EN VID PISQUERA

**Javier Puelles T.**

Ing. Agrónomo

#### 6.1. Oídio en vides pisqueras

**Organismo causal:** Anamorfo *Oidium tuckeri* Berk.

**Teleomorfo:** *Uncinula necator* (Schwein.) Burril

El oídio de la vid es la enfermedad de mayor importancia a nivel de campo en la zona Norte y Central del país, por lo que para su control debe considerarse un mayor número de aplicaciones preventivas en relación a otras enfermedades que afectan la producción de uva destinada a la elaboración de pisco. Además de las pérdidas productivas directas que provoca, deteriora la calidad de la uva y, consecuentemente, la elaboración y calidad de vino y pisco. Esta enfermedad puede también ser precursora de pudrición gris (*Botrytis cinerea*), debido a que causa micro heridas en las bayas que sirven como puntos de entrada para el desarrollo de hongos patógenos y de contaminantes.

Los daños son más severos en climas cálidos y secos, ya que el hongo no necesita agua libre sobre la superficie de tejido verde para que ocurra la infección. Sólo basta que la humedad relativa del aire sea alta para que germinen las esporas del hongo.

La fase sexual o teleomorfo de este hongo, se caracteriza por la presencia de cuerpos frutales llamados cleistotecios (Figura 6.1), fase que ha sido detectada en ciertos sectores de la Región de Coquimbo desde 1997. Esta fase se presenta cuando las condiciones ambientales no son favorables para el patógeno, además, en dicho período, no existen tejidos susceptibles de ser atacados. Estas estructuras se abren en primavera liberando ascosporas que germinan e infectan tejidos verdes, sin embargo, la importancia infectiva de esta fase no está claramente identificada, siendo la más común la fase asexual o anamorfa que sobrevive en yemas infectadas durante la temporada anterior, las cuales se reactivan al existir brotes tiernos susceptibles. Dicha fase se encuentra distribuida en todas las zonas de cultivo de la vid en Chile.



**Figura 6.1.** Cleistotecios sobre hojas de vid.

### **6.1.1. Períodos críticos**

El brote, al emerger de la yema, se encuentra en estado tierno o succulento y es más susceptible a esta enfermedad. Por ello se debe estar atento a proteger los brotes, muy tempranamente.

Otro estado muy crítico se da en la floración, por la existencia de condiciones, relativamente estables, de temperaturas del aire que van desde los 20 a 27°C favorables para el desarrollo de la enfermedad.

### **6.1.2. Síntomas**

Pueden ser visualizados en cualquier tejido verde de la planta, pudiendo presentarse en frutos, raquis, hojas y partes florales. Las conidias de este hongo son bastante sensibles a la luz directa del sol, en cuyo caso las lesiones tienden a producirse en la cara inferior de las hojas expuestas. En las hojas sombreadas, las lesiones se manifiestan a ambas caras. Inicialmente en la superficie de las hojas aparecen manchas de coloración blanca correspondiente al signo o la visualización del hongo sobre el hospedero. La esporulación ocurre en un periodo de 5 a 7 días desde el momento de la infección.

Las esporas en las zonas infectadas aparecen como pulverulencia blanca a grisácea, bastante característica, y similar a la ceniza (Figura 6.2).



**Figura 6.2.** La esporulación de oídio de la vid presenta apariencia similar a ceniza.

El daño principal se produce sobre el fruto, el cual puede ser cubierto completamente (Figura 6.3) También se evidencian daños en raquis lo cual afecta la comercialización de la fruta. La presencia del hongo sobre la flor puede disminuir tanto el tamaño de las bayas, como su contenido de azúcar, e incluso evitar el desarrollo de éstas.



**Figura 6.3.** Oídio cubriendo bayas completamente.



### **6.1.3. Diseminación**

Es una enfermedad cuyas conidias y ascosporas (fase sexual) son diseminadas mediante el viento.

### **6.1.4. Sobrevivencia**

La fase asexual o anamorfa sobrevive como micelio latente en yemas infectadas durante la temporada anterior, que al brotar pueden afectar los brotes.

### **6.1.5. Control**

El control químico de esta enfermedad debe complementarse con prácticas culturales (ver 6.1.6) que permitan desfavorecer la aparición y desarrollo del patógeno. El manejo debe enfocarse a un control preventivo de la infección primaria, la cual se produce al inicio de la estación de crecimiento. Para este fin el tratamiento a calendario debe iniciarse tempranamente cuando los brotes líderes o bandera tengan entre 5 a 10 cm de largo, manteniéndose un programa de aplicaciones periódicas cada 7 a 14 días, dependiendo de la residualidad del producto hasta la maduración de las bayas.

En el caso de utilizar azufre en el control preventivo, considerar que se trata de un producto de contacto, por lo tanto, las estructuras que se encuentran en rápido desarrollo que no hayan sido tratadas, estarán expuestas a infección y al existir condiciones ambientales de riesgo y antecedentes de infección en la temporada anterior deben protegerse de manera frecuente.

Al decidir el tipo de producto que será aplicado, se debe considerar el estado fenológico de la vid y los fungicidas que se han usado previamente. En términos generales, el tratamiento, que puede hacerse con azufre, debe iniciarse tempranamente en brotación, para controlar el micelio latente y evitar que afecte los brotes. A partir de floración no se realizan aplicaciones de azufre mojabable, debido a que las temperaturas existentes en dicho periodo pueden afectar la acción del azufre y también favorecer la corredura. Por este motivo se utilizan productos que deben pertenecer a diversos grupos químicos, rotándose adecuadamente para que los programas de control mantengan su efectividad en el tiempo.

En el Cuadro 6.1, se señalan las alternativas de productos químicos para el control de oídio.

Grupo químico	Ejemplos de ingredientes activos
<b>Azufre</b>	Azufre
<b>Imidazoles</b>	Triflumizol
<b>Pirimidina</b>	Fenarimol
<b>Triazoles (IBE´s)</b>	Triadimefon
	Miclobutanil
	Tebuconazole
<b>Estrobilurinas</b>	Azoxystrobim
	Trifloxystrobim
	Kresoxymmetil
	Pyraclostrobin
<b>Fenoxiquinolinas</b>	Quinoxifen

**Cuadro 6.1.** Principales Grupos químicos y ejemplos de ingredientes activos utilizados en el control de oídio de la vid, en Chile.

Entre los fungicidas de mayor utilización en el país se encuentran los fungicidas pertenecientes a la familia de los triazoles que pertenecen al grupo químico de los inhibidores de la síntesis del ergosterol (IBE's), fungicidas que deben ser rotados adecuadamente con otros grupos químicos para mantener su efectividad dentro de un calendario preventivo de oídio.

La duración del tratamiento debe extenderse hasta que las bayas estén en el estado fenológico de pinta, estado que coincide con un contenido de sólidos solubles en el jugo de la fruta de 8 a 12° Brix. En este estado las bayas dejan de ser susceptibles al ataque del hongo.

La utilización del tratamiento químico por sí sólo, no nos asegura un control aceptable, por lo que, es necesario integrar otras estrategias.

#### 6.1.6. Tratamiento cultural

Utilice variedades con mayor tolerancia a oídio en zonas de riesgo a la enfermedad b) Elimine los sarmientos infectados; c) Mantenga una adecuada aireación e iluminación del parronal, lo cual reduce o retrasa el desarrollo de oídio; d) Deshoje alrededor de los racimos si es necesario, evitando exceso de radiación sobre éstos; e) Evite la fertilización excesiva sobre todo nitrogenada, debido a que ésta favorece la aparición de tejidos tiernos en la planta, siendo de mayor susceptibilidad a la enfermedad.

### 6.1.7. Manejo de la resistencia

- Alternar diferentes grupos de fungicidas dentro del calendario de aplicaciones en la temporada;
- Revisar la etiqueta del producto para conocer el riesgo de desarrollo de resistencia de éste, según sea el caso respetar el número máximo de aplicaciones para este producto por temporada
- Utilizar sólo las dosis recomendadas en etiqueta del producto; d) Asegurarse que la aplicación del producto sea bien calibrada y que se está realizando con una mojadura apropiada; e) Integrar métodos de control culturales.

## **CAPÍTULO 7.**

### **INSPECCIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES PARA VIDES CONDUCIDAS EN PARRÓN ESPAÑOL.**

**Patricio Abarca R.**

Ing. Agrónomo, M.Sc.

INIA Rayentué

**Jorge Riquelme S.**

Ing. Agrónomo, Mg, Dr.

INIA Raihuén

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

La labor de pulverización es una tarea compleja. Pese a ser una práctica habitual y periódica en muchos huertos, un gran número de productores agrícolas no sabe con exactitud todos los factores que deben considerar para lograr resultados eficientes en la aplicación de un producto.

Entre los principales factores asociados al buen uso de plaguicidas destacan: conocer las condiciones climáticas, la resistencia de organismos a un ingrediente activo, el momento apropiado de aplicación, los volúmenes adecuados de aplicación considerando el tipo de maquinaria, la condición del cultivo, el tipo de tratamiento y por último, los peligros de intoxicación de aplicadores y trabajadores agrícolas. El desconocimiento de lo anterior por quienes utilizan los plaguicidas y la ausencia de aspectos legales que ayuden a la eficiencia del uso de estas sustancias, tales como el mejoramiento de la información de etiquetas de plaguicidas, la incorporación de inspecciones obligatorias de equipos de aplicación, entre otros, conlleva un control ineficiente, un aumento de los costos y de la contaminación medioambiental.

## 7.1. Aplicaciones de plaguicidas en frutales

A continuación, se mencionan los aspectos más relevantes a considerar.

### 7.1.1. Condiciones atmosféricas

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

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

### 7.1.2. Oportunidad de aplicación

La oportunidad de aplicación se relaciona a momentos específicos del cultivo y/o de la plaga en que se puede realizar el control, por ejemplo: el estado de desarrollo o estado fenológico del cultivo, la densidad poblacional de una plaga y su estado y/o estadios fenológicos más susceptibles, las condiciones climáticas para que una enfermedad se desarrolle. Para el caso de las plagas insectos, ácaros y enfermedades, el monitoreo es una herramienta apropiada en la toma de decisiones. Para ello, se hace necesario conocer bien el organismo a controlar, el estado y el umbral de daño económico según el cultivo, así como también, identificar sus enemigos naturales y la distribución de la plaga dentro del huerto, de este modo, realizar aplicaciones completas o dirigidas (Ripa y Larra, 2008).

### 7.1.3. Tipo de plaguicida, dosificación y calidad del agua

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

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

Cuando se sobrestima los volúmenes de aplicación, se incrementa considera-

blemente las cantidades de plaguicida por hectárea, ya que la mayoría de los plaguicidas utilizados en frutales presentan su dosificación expresada como concentración (g ó cc/100 litros de agua = g ó cc/hl).

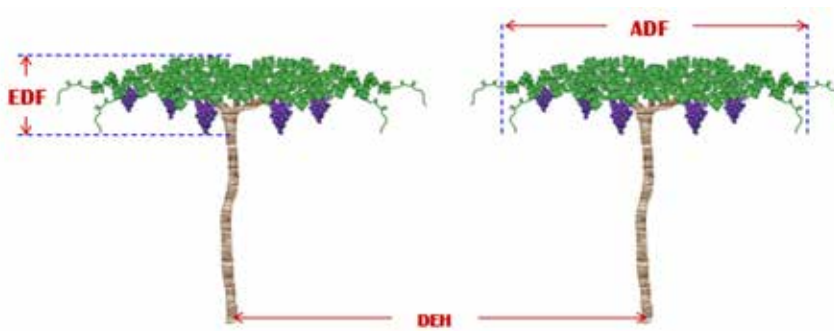
También se debe poner atención en la calidad de agua que se utilice para las mezclas, pues los plaguicidas responder con mejor efectividad de control, cuando se mezclan con aguas limpias, sin sedimentos y pH más ácidos (4 - 5,5).

#### 7.1.4. 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 parrón a principios de brotación es totalmente distinto a una realizada en precosecha con máximo follaje.

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 el follaje de las plantas como una caja rectangular que se extiende por la hilera, a la que se determina su volumen estableciendo el espesor del follaje (EDF), el ancho del follaje (ADF) 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 parrón visto desde la sobre hilera para la estimación de TRV (Fuente: Elaboración propia basado en Hardi, 1993).

$$\text{TRV} = \frac{\text{EDF} \times \text{ADF} \times 10.000}{\text{DEH}}$$

Donde:

TRV : Volumen de vegetación o de follaje (m<sup>3</sup>/ha)

EDF : Espesor de follaje (m)

ADF : Ancho del follaje (m)

DEH : Distancia entre hileras (m)

10.000 : Factor de conversión de unidades (expresado en m<sup>2</sup>/ha)

Cuando el parrón se cubre completamente, sólo se multiplica el espesor del follaje por diez mil (EDF x 10.000) y se obtendrá el TRV.

Una vez determinado el volumen de vegetación (TRV) se debe ajustar el volumen de líquido o mezcla requerida según las características propias del cultivo como: densidad foliar, tipo de tratamiento (fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares) y tipo de maquinaria (pulverizadores neumáticos, hidráulicos, hidroneumáticos). En el Cuadro 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 uvas conducidas en parrón y pulverizado con equipos hidroneumáticos (más utilizados en Chile para la fruticultura de mayor envergadura), los volúmenes varían entre 50 hasta 80 L por cada 1000 m<sup>3</sup> de vegetación aproximadamente.

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

(Fuente: Shigueaki y colaboradores, 2011).

**Cuadro 7.1.** Dosis de pulverización estándar de acuerdo al volumen de vegetación en frutales.

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



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

Donde:

VDA : Volumen de aplicación (L/ha)

TRV : Volumen de vegetación (m<sup>3</sup>/ha)

D : Dosis a aplicar por cada 1.000 m<sup>3</sup> de vegetación (L) – (Cuadro 7.2)

### Ejemplo:

Se desea aplicar un fungicida en cultivo de uva de mesa en etapa de precosecha, con una densidad foliar alta, plantas con un ancho de follaje de 4,5 metros, un espesor de follaje de 1 m; y una distancia entre hileras de 4,5 metros.

Entonces:

$$TRV = \frac{1 \text{ m} \times 4,5 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{4,5 \text{ m}} = 10.000 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$VDA = \frac{10.000 \text{ m}^3/\text{ha} \times 80 \text{ (L)}}{1.000 \text{ m}^3} = 800 \text{ L/ha}$$

Para las condiciones propuestas, el volumen adecuado de aplicación sería de 800 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.

### 7.1.5. 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.



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

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.

#### **7.1.5.1. Inspección de pulverizadores**

La inspección de pulverizadores busca principalmente 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 intoxicación.

- Mejoramiento de la eficacia de la pulverización a través de la inspección: uno de los aspectos más relevantes de la inspección de pulverizadores, es mejorar los resultados de control con el volumen y cubrimiento adecuado. Para ello, se debe considerar una serie de aspectos tanto en el tractor como en el pulverizador (Cuadro 7.2).

Elemento	Condición ideal
Tractor	Igual o superior a 75 HP.
	Que sea capaz de generar 540 r.p.m 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 bar.
	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.
Agitador	Tamaño suficiente para el volumen del estanque.
	Agitación constante durante toda la aplicación.
Deflectores de viento	Presencia tanto en la parte superior como inferior. Ambos con facilidad de orientación.
Boquillas	Simetría entre lado izquierdo y derecho (Material, tipo y caudal).
	En parrones, las boquillas más grandes se ubican en la parte inferior del arco de pulverización, y las más pequeñas en la parte superior.
	Diferencia de caudal no debe ser superior o inferior en un 15% de lo indica el catálogo.
	Diferencia de caudal menor al 5% entre el lado izquierdo y derecho del pulverizador.

**Cuadro 7.2.** Elementos de la maquinaria para mejorar la eficacia de pulverización.

- **Disminución de la contaminación ambiental a través de la inspección:** uno de los aspectos más importantes a considerar en la inspección obligatoria que actualmente rige en gran parte de Europa es reducir la contaminación medioambiental impidiendo fugas de producto en el circuito hidráulico, con el uso de sistema cortagotas y de boquillas antideriva, entre otros elementos.

En el Cuadro 7.3, se mencionan aquellos elementos a considerar para evitar la contaminación del medio ambiente.

Elemento	Condición ideal
Tractor	Sin fugas de aceite y/o combustible. Mantenimiento de cambios de aceites de acuerdo al número de horas. Mantenimiento periódico 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 no apropiado).
Sistema corta gotas	Presencia y en perfecto estado en todas las boquillas.
Tapón de vaciado	Funcional y accesible.
Boquillas	Uso de boquillas antideriva al menos en la parte superior del equipo. De caudal ajustado según tratamiento.
Ventilador	Caudal de aire ajustable según el tipo de frutal, su altura y su densidad foliar.

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

- **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 accidentes, la norma europea de pulverizadores agrícolas, no permite 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 otros. En el Cuadro 7.4, se mencionan los aspectos más importantes a considerar para evitar accidentes e intoxicaciones en labores de pulverización.

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	Rejilla fina, que ninguna extremidad del operador alcance las aspas.

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

#### 7.1.5.2. 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.

Los parámetros a regular en la maquinaria para mejorar la eficacia de control, se mencionan en el Cuadro 7.5.

Regulación	Condición óptima (*) (pulverizadores hidroneumáticos)
Velocidad de avance	Entre los 4,5 y 5,5 km/h
	(Velocidad sujeta a condiciones del terreno y 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 <sup>2</sup> ).

Boquillas	Se recomienda el uso de boquillas de cono vacío (Figuras 7.3 y 7.4).
	Caudales entre 1 y 3,5 L/min a una presión de 10 bar.
	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 40.000 m <sup>3</sup> /h.
	Dependerá exclusivamente de la densidad foliar.
Deflectores de viento	Orientados hacia el cultivo.

**Cuadro 7.5.** Regulaciones de la maquinaria que se debe considerar para mejorar la eficacia de la pulverización en vides conducidas en parrón tipo español.

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

En el Cuadro 7.6, se mencionan las boquillas y caudales recomendados para una aplicación con máximo follaje y, para el ejemplo enunciado anteriormente de acuerdo al TRV. La vid es una de las especies que modifica considerablemente su TRV durante la temporada, en invierno con baja superficie vegetativa a pulverizar (ramas madres, pitones o sarmientos) y en verano con volúmenes de follaje que pueden superar los 13.000 m<sup>3</sup>/ha. Lo anterior condiciona el uso desde 4 hasta 16 boquillas en total. Se considera apropiado utilizar un bajo número de boquillas grandes trabajadas a baja presión en invierno, cuando las plantas no presentan hojas y, aumentar el número de boquillas de menor tamaño y mayor presión a medida que las plantas incrementan su follaje. Por lo general, en uva conducida en parrón, los volúmenes de aplicación varían aproximadamente entre los 250 hasta los 1.000 litros por hectárea (L/ha) entre estados de receso hasta precosecha.

Es importante aclarar que el tipo de boquilla mencionado en el Cuadro 7.5 sólo son referenciales, lo cual no obliga al uso exclusivo de ellas, pudiendo por lo tanto, utilizar otras marcas, respetando el tipo de cono, los caudales y presión recomendada.

Boquilla		Presión (bar)							
Nº	Tipo	7	8	9	10	11	12	13	14
8	TVI Verde	0,92	0,98	1,04	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30
7	TVI Verde	0,92	0,98	1,04	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30
6	ATR Naranja	1,17	1,24	1,32	1,39	1,45	1,51	1,57	1,63
5	ATR Roja	1,62	1,73	1,83	1,92	2,01	2,09	2,17	2,25
4	ATR Gris	1,76	1,87	1,98	2,08	2,17	2,26	2,35	2,43
3	ATR Gris	1,76	1,87	1,98	2,08	2,17	2,26	2,35	2,43
2	ATR Verde	2,09	2,22	2,35	2,47	2,58	2,69	2,79	2,89
1	ATR Verde	2,09	2,22	2,35	2,47	2,58	2,69	2,79	2,89
		12,33	13,11	13,89	14,61	15,26	15,9	16,52	17,12
CTB	(L/min)	24,66	26,22	27,78	29,22	30,52	31,8	33,04	34,24

(Fuente: Elaboración propia con caudales de boquillas Albuz, 2016).

**Cuadro 7.6.** Boquillas y caudales recomendados para cultivo de uva conducida en parrón (sólo un lado del pulverizador, igualar en el otro lado).



**Figura 7.3:** Boquilla ALBUZ ATR 80° (Cono vacío de turbulencia).



**Figura 7.4:** Boquilla ALBUZ TVI 80° (Cono vacío antideriva con inducción de aire).

Determinación del número de boquillas y presión de trabajo: para determinar el número de boquillas y presión adecuada se debe considerar la siguiente ecuación:

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



Donde:

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

Velocidad de avance de la aplicación: para medir la velocidad de avance de la maquinaria, ésta se debe determinar bajo condiciones reales de trabajo y con el estanque del pulverizador a 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).

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

Donde:

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 es de 800 L/ha, si se cuenta con una distancia entre hilera (DEH) de 4,5 m y la velocidad de avance (VA) determinada en terreno es de 4,6 km/h, entonces:

$$\text{CTB (L/min)} = \frac{800 \text{ (L/ha)} \times 4,5 \text{ (m)} \times 4,6 \text{ (km/h)}}{600} = 27,6 \text{ L/min}$$

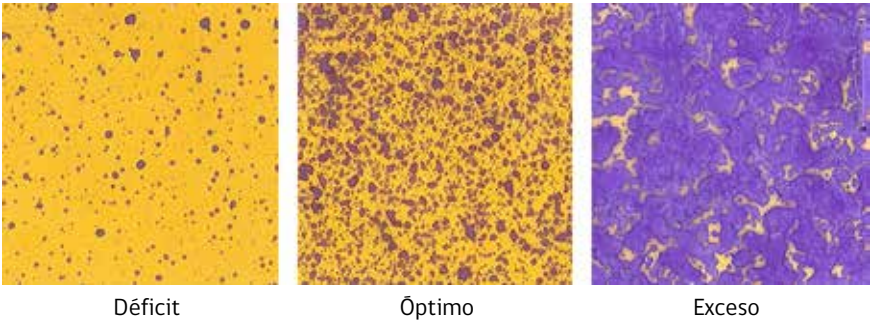
De acuerdo a la ecuación anterior, se necesita un caudal de 27,6 L/min. Se determina que, por la densidad del follaje, se debe utilizar 8 boquillas por lado. Según el Cuadro 7.6, el caudal más cercano se obtiene a una presión de 9 bar, entregando 27,78 L/min, aplicando finalmente un volumen de 805 L/ha.

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 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 levemente mayor al determinado en lo teórico.

**7.1.5.3. Comprobación de la calidad de aplicación**

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

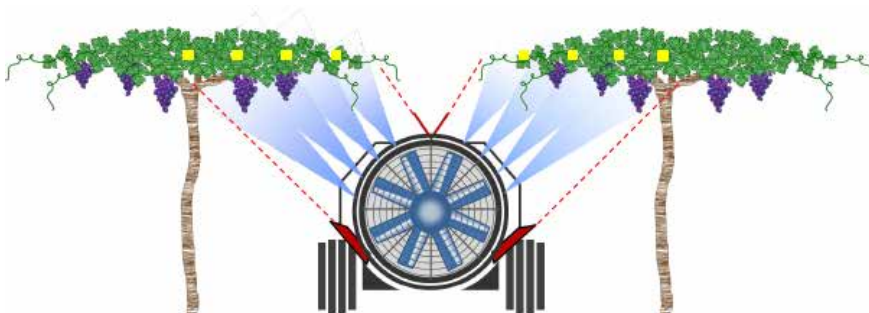
La comprobación de la calidad de una pulverización en terreno, tiene estrecha relación con el tamaño y número de gotas aplicadas uniformemente en toda la planta y en todo el huerto; esto efectivamente es denominado como “cubrimiento”. Para determinar el cubrimiento de una aplicación se debe utilizar papeles hidrosensibles, los cuales son de color amarillo y se tiñen de azul al contacto con las gotas de la pulverización (Figura 7.5). La cantidad de gotas y su tamaño obedece exclusivamente al tipo de tratamiento (fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares, herbicidas, etc.), no obstante, posterior a la aplicación un papel que quede sin teñir indica deficiencia de la aplicación, un papel totalmente azul indica exceso y, un papel con muchas y pequeñas manchas de color azul indica una buena pulverización.



**Figura 7.5.** Uso de papeles hidrosensibles para comprobación de la pulverización con tres niveles de cubrimiento.

Se recomienda colocar trozos de papel hidrosensible cuadrados de al menos 2,5 cm de lado, éstos se instalan a media profundidad del follaje o sobre los racimos, si estos últimos son el objetivo. Los papeles deben ir separados a 50 cm como máximo uno de otro, desde la corona de una planta hasta la corona de la planta ubicada en la hilera contigua. Idealmente se utilizan tres repeticiones transversalmente al paso del pulverizador (Figura 7.6).

Se recomienda colocar los papeles hidrosensibles sujetos a las hojas del cultivo o en pequeños trozos de cartón, y en cada unidad, una cinta plástica que caiga desde el follaje para ubicar los papeles posteriores a la pulverización.



**Figura 7.6:** Orientación de deflectores de viento y ubicación de papeles hidrosensibles vistos desde la sobre hilera (Fuente: Elaboración propia).

En la Figura 7.6, se ilustra la importancia de los deflectores de viento, estos deben ser orientados sólo en la zona donde se concentra el follaje. Los deflectores inferiores normalmente permanecen fijos durante toda la temporada, en cambio los superiores se deben ir cerrando a medida que el parrón va formando follaje, cuando se ha completado todo el parrón con follaje, los deflectores superiores quedaran completamente cerrados o unidos.

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.

## Referencias bibliográficas

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.

Ripa, R., P. Larral. 2008. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección Libros INIA N°23, Chile. 399 p.

Shigueaki, R., M.M. Texeira. y C. Batista de Alverenga. 2011. Volumen diferenciado. Máquinas - Cultivar. julio 11, año X - N° 109. 8 - 10 pp.



Boletín INIA / N° 14  
[www.inia.cl](http://www.inia.cl)





## 1. Introducción

Se estima que la superficie plantada con uva pisquera es de aproximadamente 10.000 ha. Parte de ella necesita ser renovada en los próximos años debido a la vejez y/o baja productividad de los parrones.

Según información de la Asociación de Productores de Pisco, el 85% de los productores son pequeños, poseen superficies inferiores a 5 ha y tienen producciones muy bajas debido a la falta de conocimientos técnicos y a la antigüedad de los parrones.

Con el propósito de incrementar la producción de los pequeños productores y superar el problema del replante



en parrones antiguos, INIA ha venido recomendando en los últimos años el uso de plantas injertadas para la renovación de parrones, producto de estudios de largo plazo realizados en el Centro Experimental INIA Vicuña. El uso de plantas injertadas es una tecnología que permite mejorar significativamente el vigor, la producción y la calidad de la fruta. Sin embargo, existe poco conocimiento del manejo de este tipo de plantas, especialmente por los pequeños productores.

INIA posee una vasta experiencia y conocimiento en el manejo productivo tanto de plantas francas o tradicionales, como de plantas injertadas y, es en base a esta experiencia que se han definido los distintos elementos que componen esta pauta de chequeo.





## 2. Componentes del rendimiento

En cada proceso productivo existen componentes que condicionan el rendimiento. La consideración y cuantificación de los componentes del rendimiento permiten prever los resultados esperados, así como también tomar decisiones de manejo correctivas en todo el proceso del cultivo.

**Cuadro 1:** Componentes del rendimiento en uva pisquera (CR).

CR	Componentes de Rendimiento	Fórmula de medición	Óptimo
CR1	Edad de plantación	Años de edad	Menor a 20
CR2	Mapeo de parrón	% de plantas productivas	Mayor a 90
CR3	Densidad de plantación	Nº plantas/ha	1.111 - 1.667
CR4	Cantidad de yemas	Nº yemas/planta	64 - 80
CR5	Brotación	% de brotación	70 - 85
CR6	Carga frutal	Nº racimos/planta	60 - 80

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

	Receso Invernal	Brote 15 cm de Largo	Plena flor	Cosecha
				
Edad de plantación				
Mapeo de parrón				
Densidad de plantación				
Cantidad de yemas				
Brotación				
Carga frutal				

### 3. Puntos de chequeo

Punto crítico	Estado fenológico	Verificador	Rango o umbral óptimo	Medidas correctivas
Edad de plantación	Receso invernal.	Años.	Menor a 20	Si es mayor a 20 años se recomienda la renovación con plantas injertadas, con variedades y portainjertos de acuerdo a lo detallado en Manual.
Mapeo de parrón	Receso invernal.	% de plantas productivas (revisar todas las plantas).	Mayor a 90	Verificar las causas de la falta de plantas y completar la densidad adecuada.
Brotación	Brote de 15 cm de largo.	Nº yemas brotadas / Nº de yemas dejadas en la poda. Considerar evaluar el 1% de plantas totales.	70 - 85%	Aplicación de cianamida hidrogenada a aquellos parrones que tienen bajos porcentajes de brotación (inferior a 70%). Evitar cosechas tardías (cuando se ha iniciado la caída natural de las hojas) y/o producciones muy altas (mayor a 60 t/ha).



Punto crítico	Estado fenológico	Verificador	Rango o umbral óptimo	Medidas correctivas									
Carga frutal	Plena florm	Nº racimos por planta.  Considerar evaluar el 1% de plantas totales.	60 - 80	<div>Dejar mayor número de yemas al momento de la poda. Dependiendo del vigor de las plantas usar poda del tipo huasca, cordón apitonado o poda corta (cargadores de 3 a 4 yemas).</div> <table><tr><th>Densidad Plantas /ha</th><th>Número Cargadores /planta</th><th>Recimos /planta esperados</th></tr><tr><td>1.111</td><td>20</td><td>80</td></tr><tr><td>1.667</td><td>16</td><td>60</td></tr></table> <div>Cabe señalar que en la producción de uva pisquera no se realiza regulación de carga, como sí ocurre en la producción de uva de mesa.</div>	Densidad Plantas /ha	Número Cargadores /planta	Recimos /planta esperados	1.111	20	80	1.667	16	60
Densidad Plantas /ha	Número Cargadores /planta	Recimos /planta esperados											
1.111	20	80											
1.667	16	60											
Vigor	Cuaja (bayas 5-6 mm).	Porcentaje de cubrimiento (relación entre el área de sombra que proyecta el parrón en el suelo al mediodía respecto al área total dada por las 4 plantas que definen el marco de plantación).	80-85%	<div>Si es mayor: abrir ventanas para mejorar condiciones de luminosidad y ventilación.</div> <div>Si es menor: revisar y optimizar programas de riego y fertilización de acuerdo a lo descrito en Manual.</div>									
Oídio	Desde brotes de 5 cm de largo hasta el estado fenológico de inicio de pinta.	Revisión semanal de presencia del hongo en hojas nuevas, brotes y racimos.	Sí	Usar programa fitosanitario descrito en el Manual para prevenir la enfermedad. Revisar que productos sean adecuados y autorizados por el SAG, aplicados oportunamente y con cubrimiento apropiado, según lo indicado en la etiqueta del producto y requerido por el cultivo.									
Fertilización	Cuaja.	Longitud de brotes promedio por planta.  Porcentaje de hojas normales (coloración verde).  Considerar evaluar el 1% de plantas totales.	Mayor a 1,2 m.  Superior a 90%	<div>Análisis de suelo: verificar factores limitantes para la producción (napas freáticas, carbonatos, larvas de insectos, nemátodos). Realizar análisis nutricional de suelos cada dos años.</div> <div>Aplicación de fertilizantes apropiados según análisis visual del crecimiento de los brotes y complementado con análisis foliar realizado en los estados de plena flor y/o pinta. Aplicar los nutrientes que se encuentran deficientes.</div> <div>Metodología de muestreo para análisis foliar y valores de referencia descritos en Manual.</div>									

Punto crítico	Estado fenológico	Verificador	Rango o umbral óptimo	Medidas correctivas
Riego	Cuaja.	<p>Longitud de brotes promedio por planta.</p> <p>Longitud de entrenudos promedio por planta.</p> <p>Considerar evaluar el 1% de plantas totales.</p>	<p>Mayor a 1,2 m.</p> <p>Superior a 10 cm.</p>	<p>Verificar disponibilidad de estanque de acumulación de agua (&gt;200 m³). Disponibilidad de un sistema de riego de alta eficiencia (&gt;90% Ej. goteo).</p> <p>Tasas de riego según información climática (evaporación), de suelo (muestrear y determinar humedad manualmente; valor óptimo: suelo de características plásticas y fácilmente desgranable, humedeciendo la mano al ser apretado) y de desarrollo de las plantas (% de cobertura).</p>

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: Constanza Jana A., INIA Intihuasi, [cjana@inia.cl](mailto:cjana@inia.cl)

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

[www.inia.cl](http://www.inia.cl) / [www.indap.gob.cl](http://www.indap.gob.cl)

