IMAGINACHILE
2013 Año de la Innovación

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INIA

GOBIERNO REGIONAL
REGION DEL BIOBIO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

MANUAL de ARÁNDANO

Editores

PABLO UNDURRAGA D.

SIGRID VARGAS S.

Centro Regional de Investigación Quilamapu

Chillán, Chile, 2013.

ISSN 0717- 4829

BOLETÍN INIA - Nº 263

Editores
Pablo Undurraga Díaz, Ing. Agrónomo MSc., INIA - Quilamapu
Sigrid Vargas Schuldes, Ing. Agrónomo, INIA - Quilamapu

Director Regional INIA - Quilamapu
Rodrigo Avilés Rodríguez
Ing. Civil Industrial

Boletín N° 263

Este Boletín fue generado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu.

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

Cita bibliográfica:
Undurraga, P., y Vargas, S. (eds.) 2013. Manual del arándano. Boletín INIA N° 263. 120 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

Diseño y diagramación:
Ricardo González Toro

Edición de texto:
Rocío Sasmay Montano

Imprenta
Trama Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: 250

Chillán, agosto 2013

ÍNDICE

PRÓLOGO 5
Rodrigo Avilés R., Director Regional INIA

CAPÍTULO 1
ESTABLECIMIENTO DEL ARÁNDANO 7
Carmen Rebolledo

CAPÍTULO 2
SITUACIÓN VARIETAL EN ARÁNDANO 15
José San Martín

CAPÍTULO 3
PODA Y POLINIZACIÓN EN ARÁNDANO 23
Carmen Rebolledo

CAPÍTULO 4
FERTILIZACIÓN EN ARÁNDANO 31
Juan Hirzel

CAPÍTULO 5
RIEGO EN ARÁNDANO 43
Hamil Uribe

CAPÍTULO 6
MANEJO DE ENFERMEDADES EN ARÁNDANO 55
Andrés France

CAPÍTULO 7
MANEJO DE LAS MALEZAS EN ARÁNDANO 71
Alberto Pedreros

CAPÍTULO 8
INSECTOS PLAGA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS AL ARÁNDANO 91
Ernesto Cisternas

CAPÍTULO 9
MANEJO DE COSECHA Y POSCOSECHA EN ARÁNDANO 107
Bruno Defilippi - Paula Robledo - Cecilia Becerra

REFERENCIAS 117

g
f
h
d
e
c
a
b

PRÓLOGO

La Región del Biobío, con su diversidad de producción agrícola y de condiciones agroclimáticas, ha posibilitado el desarrollo comercial de diversos frutales de exportación, entre los que sobresalen los berries (arándanos, frambuesas y frutillas), cuyo cultivo representa el 22% de la superficie nacional.

Ello permitió el desarrollo de una Cadena Agroalimentaria de Berries representada por todos sus actores, es decir desde los investigadores, certificadoras y viveros, pasando por asesores y productores, hasta llegar a las industrias exportadoras del producto final.

En este contexto, el INIA Quilamapu ha participado en el proyecto de Vinculación y Difusión Tecnológica con todas las especialidades científicas requeridas en la cadena, poniendo a disposición de los productores, técnicos y profesionales la información entregada por investigadores en variedades, control de plagas y enfermedades, riego, fertilidad y poscosecha. Todo esto con el fin de proporcionar el soporte técnico para el desarrollo y fortalecimiento de la Cadena Agroalimentaria de Berries de la Región del Biobío.

Este Boletín INIA que ponemos a disposición de toda la comunidad, forma parte de las actividades desarrolladas por el proyecto "Vinculación Tecnológica para el Desarrollo Competitivo de la Cadena Agroalimentaria de Berries (arándano, frambuesa, frutilla) en la Región del Biobío", que se desarrolló entre el 2012 y 2013, y que cuenta con el financiamiento del Gobierno Regional a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). Estamos seguros que la información recopilada en las próximas páginas será una guía útil que contribuirá a acrecentar el conocimiento en los cultivos de berries en nuestra Región.

Rodrigo Avilés Rodríguez
Director Regional
INIA Quilamapu

1 ESTABLECIMIENTO DEL ARÁNDANO

Carmen Rebolledo K.[1]
Ingeniero Agrónomo

INTRODUCCIÓN

El alto costo del establecimiento de una plantación de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) y el largo tiempo de producción de esta plantación, requiere de un proyecto de establecimiento que evalúe varios factores de vital importancia para asegurar el logro de los resultados económicos propuestos; éstos deben incluir el conocimiento de las condiciones edafoclimáticas del lugar en que se proyecta la plantación, disponibilidad cercana de mano de obra para labores de manejo y cosecha, conocimiento de la superficie plantada de este cultivo en los alrededores u otras plantaciones frutales que puedan competir al momento de la cosecha, etc. El proyecto también deberá indicar las variedades que se plantarán dependiendo de la finalidad de la producción: sólo para fresco o para doble propósito incluyendo la posibilidad del congelado.

CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS REQUERIDAS POR EL ARÁNDANO

Suelo

El sistema radical del arándano está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que se concentran en un 80% a 50 cm de profundidad del suelo, es decir, muy cerca de la superficie. Estas raíces fibrosas carecen de pelos radicales y tienen relativamente baja capacidad de absorción. Las raíces del arándano no son capaces de atravesar superficies de suelo compactas y requieren de suelos sueltos y bien drenados, con buen contenido de materia orgánica (3% a 5%). Sin embargo, el agricultor puede realizar algunos esfuerzos económicos para

[1]ALIFRUT S.A., km 5 camino Coihueco, Chillán (crebolledo@alifrut.cl).

establecer plantaciones en suelos con mayores dificultades de aireación y mala condición, como es el caso de la adición de enmiendas en el hoyo de plantación y la preparación de camellones de 1 m de ancho, 50 cm de alto y de bordes suaves. Los arándanos crecen bien en suelos con pH entre 4,4 y 5,5, aunque en Chile se ven huertos creciendo bien con pH de 5,8 a 6,0. Se recomienda realizar análisis químico de suelos para conocer los macro y micronutrientes, salinidad (conductividad eléctrica), materia orgánica y pH. Si el pH es alto es vital la determinación de la cantidad de azufre elemental necesario para acercarse a la acidez requerida. Es preferible comenzar a aplicar el azufre el año anterior a la plantación, incorporándolo superficialmente a toda la superficie a plantar. Si no se alcanzó a acidificar el suelo antes de plantar, el azufre elemental debe mezclarse muy bien con la tierra que se sacará del hoyo de plantación. El pH que se pueda obtener en el suelo se mantiene acidificando el agua de riego con ácido sulfúrico y ácido fosfórico, o con las aplicaciones de fertilizantes de reacción ácida como sulfato de amonio, fosfato monoamónico, o fosfato monopotásico. En todo caso la acidez del suelo debe ser verificada anualmente para asegurar el desarrollo normal de las plantas de arándano. Otro factor importante a tomar en cuenta para el éxito de la plantación es ubicar la plantación en suelos libres de malezas perennes, realizando muy anticipadamente las aplicaciones de herbicidas recomendadas para su control. Durante la preparación de suelos sacar y eliminar los restos de malezas que hayan quedado sobre y bajo la superficie. Para la plantación seleccionar suelos descansados, con siembras previas de avena o trigo.

No ubicar plantaciones cerca de caminos públicos de tierra ya que el polvo se adherirá a la fruta y perjudicará la calidad del arándano destinado a la exportación en fresco.

Clima

Los arándanos crecen mejor en climas moderados. Dependiendo de la variedad, requieren entre 400 y 1200 horas frío con un umbral de 7 °C para cumplir su receso invernal. Una vez que las plantas rompen la latencia se vuelven muy sensibles a las bajas temperaturas. Para realizar una correcta elección de las variedades a plantar es necesario conocer el período de ocurrencia de heladas del sector, de tal manera que estos eventos no coincidan con el período de floración. La flor se

hiela a -2 °C, pero por la superposición de estados fenológicos se considera como temperatura crítica -0,6 °C.

Veranos nublados reducen la calidad de la fruta y favorecen la propagación de hongos. Así también, veranos muy calurosos pueden concentrar la cosecha de la fruta, disminuir el sabor y su firmeza, además impedir una cosecha escalonada y oportuna. Los vientos fuertes dominantes, especialmente los primeros años de la plantación, ocasionan desarrollo de brotes caídos, afectan la floración por caída de flores e impiden la polinización por insectos, y además, producen la caída y daño mecánico de la fruta deteriorando su calidad final.

Agua

Debido a sus raíces superficiales, fibrosas y de poca extensión, el arándano es muy sensible al déficit y exceso de agua. Donde no se conozca la calidad del agua de riego se recomienda realizar un análisis químico para determinar pH, sales solubles (conductividad eléctrica), y razón de adsorción de sodio (RAS). Además, deberá sacarse otra muestra de agua para análisis microbiológico para asegurar y demostrar que se regará con agua de buena calidad y limpia. Los sistemas de riego localizado permiten mantener un nivel adecuado de humedad en los primeros 15 a 20 cm del suelo, donde se encuentra gran parte de las raíces. Adicional al sistema de riego del cultivo, en aquellos lugares con peligro de heladas primaverales se utiliza el riego por aspersión para su control.

PREPARACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Elección de la variedad

Para definir la variedad se deben considerar los siguientes aspectos:

- Destino de la producción: fresco, congelado, o ambas.
- Adaptación climática a la localidad: requerimientos de frío.
- Períodos de floración y cosecha.
- Rendimiento.

- Calidad organoléptica del fruto: presencia de semillas, color, sabor, calibre y piel suave.
- Resistencia al estrés de la planta a condiciones ambientales extremas.
- Vigor y resistencia a enfermedades.
- Facilidad de cosecha: piel firme al desgarro, separación del pedicelo del fruto.
- Buena condición de poscosecha del fruto: cicatriz pequeña, retención de la capa de pruina.

Existen dos alternativas de producción de plantas: micropropagación y enraizamiento de estacas. Luego que esta elección esté resuelta deberá buscarse, con una temporada de anticipación, el vivero que responda a los requerimientos de calidad y cantidad de plantas necesarias para plantar. Estos requisitos son los siguientes:

- Certificación que la variedad comprada corresponda a la variedad a plantar.
- Material parental sano.
- Sustrato y plantas libres de plagas.
- Plantas de no más de 2 años en vivero.
- Buen desarrollo del sistema radical.

Figura 1.1. Plantas de arándano de 2 años en vivero.

Preparación de suelos

Dependiendo del tipo de suelo serán las labores a implementar: subsolado en dirección a las hileras (preferentemente orientadas en dirección al viento predominante del sector para permitir buena aireación de las plantas), arado y rastrado. El suelo para la plantación debe estar libre de malezas, sobre todo perennes.

La distancia entre hileras más utilizada es 3 m porque facilita las labores de manejo y cosecha. En algunos casos, dependiendo de la dimensión del huerto y del hábito de crecimiento de la variedad seleccionada, se puede acortar a 2,5 m.

Para asegurar una rápida entrega de las rejillas cosechadas el largo de las hileras no debe ser mayor a 100 m. Además, para la realización de labores mecanizadas de manejo y cosecha el ancho de las cabeceras debe ser de 3 a 4 m. En el caso de una cosecha mecanizada estas cabeceras deben ser de a lo menos 8 m.

Si la aplicación de azufre no se hizo con 1 año de anticipación, ésta se hace generalmente al momento de preparar la hilera para confeccionar el camellón, en un ancho aproximado de 1 m. En esta ocasión se puede aplicar también otro tipo de enmiendas como guano descompuesto y certificado, aserrín de pino descompuesto, etc. El suelo se invierte y mueve con arado de vertedera o acequiador las veces necesarias para ir conformando el camellón. Independientemente si el drenaje del suelo es adecuado, para asegurar el manejo con herbicidas es aconsejable establecer las plantas sobre un camellón entre 0,3 y 0,5 m de alto y preferentemente de 1 m de ancho. Si no se pudo lograr ese ancho, durante las próximas temporadas se tendrá que pasar arado por ambos lados de las hileras para mantener las raíces del arándano tapadas, con el riesgo de cortar raíces y de incorporar malezas al camellón.

Figura 1.2. Preparación de camellones (0,3 a 0,5 m de alto y preferentemente de 1 m de ancho).

Instalación del sistema de riego

Considerando que una plantación de arándanos puede alcanzar 20 o más años en producción, es necesario realizar un proyecto de riego dimensionado a la superficie a plantar. Se debe asegurar que todos los equipos, tuberías, y acumulador de agua no queden sobredimensionados incurriendo en gastos excesivos de energía.

Las líneas de goteo deben estar instaladas al momento de realizar la plantación. Se utilizan de preferencia las cintas de 0,9 mm perforadas a 30 cm de distancia, de 1,6-1,8 y 2,2 L/h, de tal manera, que se produzca una banda húmeda a lo largo del camellón en donde crecerá y permanecerá el mayor porcentaje de raíces. También se ha utilizado mucho planza con goteros separados a 50 cm y a 1 m, este material es más caro y el radio de agua que alcanzan los goteros es mayor produciendo un crecimiento de raíces fuera del camellón siendo necesario taparlas en invierno, sobre todo en camellones angostos.

Plantación

La plantación se puede realizar en otoño o a inicios de la primavera. Esto dependerá de la disponibilidad de las plantas y si los trabajos de preparación de suelos e instalación del riego están terminados.

- Marcar la distancia sobre hilera en que se hará la plantación 0,8 a 1 m. En caso de usar mulch plástico o malla anti-malezas deben ser perforados previamente a la plantación
- Hacer los hoyos anticipadamente a la plantación, de unos 40 × 40 × 40 cm

Figura 1.3. Hoyo de plantación (40 × 40 × 40 cm).

- Disponer la planta en bolsa frente al hoyo de plantación. Las plantas no deben plantarse directamente desde los sombreaderos, deberán estar previamente aclimatadas a la condición ambiental reinante
- Disponer de un alambre enrollado para ir pinchando y juntando las bolsas y así evitar contaminar el huerto con plástico
- Tener todos los dosificadores para medir las dosis de insecticidas para control de insectos del suelo, fungicidas, fertilizantes recomendados según el resultado del análisis químico de suelos. Mezclar bien todos estos insumos con toda la tierra que se sacó del hoyo de plantación. Importante, siempre usar guantes
- Romper cuidadosamente la bolsa con un corte longitudinal
- Abrir la raíz de las planta delicadamente desde el fondo del pan; colocar la planta con las raíces en forma horizontal al suelo en el hoyo. La planta debe quedar enterrada a 2-3 cm más profundo que la que tenía cuando estaba en la bolsa. Esto porque el camellón tiende a bajar y las raíces podrían quedar expuestas al aire
- Apisonar suavemente alrededor de la planta con la mano para eliminar bolsas de aire del suelo, evitando la compactación y eliminación de la porosidad resultante en la preparación del suelo

- Regar unos 3 días antes al plantar en primavera
- Colocar la línea de goteo de 5 a 10 cm de la planta
- Terminada la plantación, rebajar a 1/3 los brotes, y además eliminar brotes débiles y doblados ubicados en la base de las plantas
- Al plantar en primavera, el riego deberá ser suficiente para mantener húmeda la superficie ocupada por el pan radicular solamente. No gastar energía en exceso
- Es beneficiosa la siembra de pasto sobre la hilera para evitar la presencia de tierra sobre la fruta. Comúnmente es utilizada la festuca y también la mezcla de festuca con trébol.

Figura 1.4. Planta de arándano sin bolsa, abrir la raíz delicadamente desde el fondo del pan; colocar la planta con las raíces en forma horizontal al suelo en el hoyo.

Figura 1.5. Acomodo de la planta de arándano en el hoyo de plantación. Apisonar suavemente alrededor de la planta con la mano para eliminar bolsas de aire del suelo, evitando la compactación.

2 SITUACIÓN VARIETAL EN ARÁNDANO

José San Martín[1]
Ingeniero Agrónomo, PhD.

INTRODUCCIÓN

El arándano o blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) es uno de los frutales comerciales más recientemente domesticado. Los primeros intentos de selección desde el medio silvestre a través de accesiones promisorias las realizó Frederick Coville a partir de 1911, las cuales mejoró notablemente a través de cruzamiento de aquellas accesiones y posterior selección de las progenies obtenidas. Coville comenzó este trabajo pionero en el Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA) al que posteriormente se agregaron varias Universidades en diferentes estados (Michigan, Nueva Jersey, Wisconsin, Carolina del Norte, Georgia, Florida, Arkansas) así como también otras oficinas del USDA en diferentes estados formando una red que contribuyó a extender el cultivo comercial de arándanos y su adaptación a diferentes ambientes (suelo y clima) a la vez que se incrementaba su productividad y calidad de fruto. Todos los programas de mejoramiento tanto en USDA como aquellos programas iniciados en los departamentos de Ciencias Hortícolas en las diferentes universidades mencionadas desarrollaron mejoramiento tradicional a través de cruzamientos y selección de progenies, utilizando varias generaciones de cruzamientos, incrementando en cada generación los diferentes atributos buscados.

El cultivo hoy día ha traspasado las fronteras de su lugar de origen y está siendo cultivado en otras regiones del mundo: Europa, Sudamérica, Australia y Nueva

[1]INIA Raihuén, Esperanza 284, Villa Alegre (jsmartin@inia.cl).

Zelandia, China y Japón. Esta dispersión mundial de la especie ha planteado nuevos desafíos a la adaptación y nuevos métodos de cultivo. Las nuevas zonas de cultivo se iniciaron con la amplia introducción de variedades y luego de un tiempo se han especializado en la producción de aquellas más adaptadas y con aceptación del mercado. La mayoría de las nuevas regiones de cultivo han iniciado programas de mejoramiento con miras a producir más y mejor fruta bajo sus propias condiciones de clima y suelos. Esta tendencia se ha acentuado aún más ya que los programas tradicionales de mejoramiento en EE.UU. comenzaron a patentar sus variedades, lo que ha creado un ambiente propicio para iniciar programas de mejoramiento genético, no sólo como un negocio sino como una necesidad estratégica de desarrollo de las compañías productoras y exportadoras.

Un programa de mejoramiento se justifica plenamente ya que el proceso de cruzamiento y selección se realizará bajo las condiciones de clima, suelo y entorno biótico locales, es decir, las variedades obtenidas luego de un proceso natural de recombinación genética y de un riguroso proceso de selección, obligadamente tienen que ser superiores a variedades originadas en otras condiciones ambientales. Otro factor que justifica el mejoramiento local es el proceso innovador. Ya se mencionó que los programas tradicionales de mejoramiento en EE.UU. están protegiendo sus nuevas variedades y estas nuevas creaciones traen características que las variedades convencionales no tienen. Son variedades que se imponen por su firmeza de pulpa, mejor vida poscosecha y mayor resistencia al transporte, factores muy relevantes para zonas productoras alejadas como Nueva Zelandia o Chile. Si estas características no pueden mejorarse localmente, la industria local del arándano tiene que pagar por ellas. Este proceso innovador es dinámico y va generando oportunidades y amenazas. Por ejemplo, actualmente se está estudiando genéticamente la posibilidad de producir variedades partenocárpicas, es decir sin semillas, con lo que no se requerirá de variedades polinizantes y los huertos podrán ser plantados en bloques sólidos con el consiguiente aumento de la producción y ahorro en el manejo cultural. Tampoco se requerirán agentes polinizantes ni habrá preocupación por el clima durante la floración. Todos estos procesos innovadores estarán al alcance de los productores pero habrá que pagar por ellos.

Es indudable que producir variedades locales tiene asociado un costo que debe ser abordado por los usuarios, sin embargo, la independencia tecnológica es indispensable para mantenerse en un mercado cada vez más competitivo.

Por otra parte, un programa de mejoramiento agrega valor a las exportaciones, ya que no sólo se exporta fruta fresca sino también tecnología, sin menoscabo que las mismas variedades generadas pueden convertirse en un producto de exportación. Éste es el caso de 'Brigitta' generada por el programa de Ridley Bell en Australia y 'Reka' generada por Narandra Patel en Nueva Zelandia, ambas variedades con creciente participación en la superficie cultivada de la especie en ambos hemisferios.

El éxito de un programa de mejoramiento fuera de la región de origen está fundamentalmente dado por el acceso al germoplasma nativo de la especie. Un programa basado sólo en las variedades tradicionales actualmente en el mercado, a las cuales se puede acceder libremente, conduce a un mínimo avance en el mejoramiento de sus características debido a que la especie se caracteriza por ser intolerante a la consanguinidad. El acceso a germoplasma nativo y generado durante muchos años por programas de mejoramiento en EE.UU. es de vital importancia. Carolina del Norte está en una zona de transición entre las especies de arándano alto (*Vaccinium corymbosum*) y arándano ojo de conejo (*V. virgatum* Aiton), por lo que ha desarrollado un germoplasma en el cual confluyen no sólo estas dos especies que son la base de la industria del arándano, sino que ha sido ampliado con la introgresión de otras especies del género *Vaccinium* (*V. constablaei, V. darrowii* Camp, *V. elliottii* Chapm., *V. pallidum* Aiton, *V. simulatum* Small, y *V. tenellum* Aiton). La amplitud y diversidad genética de este material implica una base sustancial de nuevos genes para afrontar nuevas características de la fruta, mejor adaptación a nuevos ambientes, mayor resistencia a enfermedades y plagas y además minimiza o anula el problema de consanguinidad.

Cuando Coville inició su proceso de selección y mejoramiento de la fruta del medio silvestre las bayas no sobrepasaban 0,5 g de peso promedio. Hoy luego de seis generaciones de cruzamiento y selección el peso promedio de bayas es de 3,0 g. Éste es el caso de una sola característica; sin embargo, aparejado a ese mejoramiento particular la fruta ha mejorado en calidad, producción, y también en adaptación a nuevos ambientes, ampliando su época de cosecha e incrementado su resistencia a enfermedades. Cruzamiento y selección ha sido el esquema que desde entonces ha generado todas las variedades cultivadas hoy en día y es la metodología usada en todos los programas de mejoramiento en el mundo. Las características de la especie que interesa mejorar en su mayoría son gobernadas

por poligenes, es decir que la expresión de una característica está dirigida por la influencia aditiva de muchos genes, muchas veces cientos de ellos. La estrategia de mejoramiento que mejor se acomoda a las características de la especie es mediante cruza y selección recurrente.

VARIEDADES PARA LA ZONA CENTRAL

Variedades de bajo requerimiento de frío o Southern Highbush Blueberry han sido desarrolladas a partir de hibridación interespecífica entre arándano alto o highbush (*V. corymbosum*) y dos especies nativas del sudeste de Norteamérica: un arándano siempre verde (*V. darrowii*) y el arándano ojo de conejo o rabbit-eye (*V. ashei*). Estas variedades híbridas requieren entre 200 y 600 h bajo 7 °C, lo que ha permitido cultivar arándanos en zonas más cálidas como Florida, estados del Golfo de México, y zonas interiores y costeras de California y Chile. El arándano ojo de conejo también se adapta a zonas más cálidas, pero los híbridos o variedades de bajo requerimiento de frío maduran mucho más temprano, producen fruta de mejor calidad (mayor tamaño de baya y piel más delgada) y producen arbustos más pequeños y más fáciles de manejar que el arándano ojo de conejo.

Las variedades de estos híbridos cultivadas en Chile tales como ‘O´Neal’, ‘Georgia Gem’ y ‘Misty’ tienen la ventaja de no tener derechos de propiedad y pueden ser cultivadas libremente.

‘O’Neal’ requiere de 200 a 300 h de frío y se ha adaptado bien a las condiciones de los valles interiores de la zona centro norte de Chile. Aún cuando es una variedad autofértil, produce bayas de mayor tamaño cuando se planta junto a otra variedad. La fruta es grande, azul claro y de excelente calidad. La planta es vigorosa y de hábito de crecimiento erecto, crece hasta 1,8 m.

‘Georgia Gem’ tiene las mismas características mencionadas para ‘O’Neal’, agregando que la fruta es de tamaño mediano, tiene excelente sabor y la planta es erecta alcanzando una altura entre 1,5 y 1,8 m y tolera bien altas temperaturas. En Chile se ha adaptado muy bien, es productiva y con excelente crecimiento vegetativo, la planta crece rápido y se forma antes que otras variedades.

'Misty' tiene un requerimiento de 150 a 300 h de frío, su fruto es grande azul claro, firme y de excelente sabor. Produce fruta muy temprano y puede tener una segunda cosecha de menor cantidad durante el otoño. La planta tiene un hábito de crecimiento arbustivo y requiere un manejo de poda para evitar sobreproducción. Otras variedades que entran en esta categoría son 'Sharpblue', 'Gulf Coast' y 'Cape Fear', sin embargo no han proliferado por diversas razones, como susceptibilidad a heladas, cosecha tardía, y baja producción.

Figura 2.1. Variedades de arándano cultivadas en la zona central de Chile.

En el último tiempo han sido creadas nuevas variedades para reemplazar a las antes mencionadas, las cuales se caracterizan por características sobresalientes de calidad y de producción. Estas variedades fueron creadas en condiciones de suelo ligeramente más alcalinas que sus antecesoras por lo que se adaptarían en mejor forma a las a condiciones de suelos como aquellos de la zona centro norte y norte de Chile. Por otra parte, la calidad de fruto se ha mejorado notablemente, privilegiando el calibre y la firmeza del fruto, lo que otorga una mejor vida de poscosecha y almacenaje de la fruta. Otro aspecto que se ha mejorado es la firmeza

del fruto (característica de ser crocante) que es muy apreciada por el consumidor americano que consume esta fruta como snack. Nuevas variedades de este tipo son 'Star' (cosecha muy temprana), 'Biloxi', 'Jewel', 'Emerald' (cosecha temprana), y 'Southmoon', 'Jubilee', 'Reveille' y 'Legacy' (cosecha de media estación).

'Star' requiere un mínimo de 400 h de frío, produce fruta muy temprano, de gran tamaño, dulce y color azul claro de excelente calidad y de fácil cosecha. La planta tiene hábito de crecimiento ligeramente abierto y de vigor moderado. La floración ocurre ligeramente después de 'O'Neal' y 'Misty', pero la fruta madura con 'O'Neal' y antes que 'Misty'. La maduración es concentrada.

'Biloxi' requiere un mínimo de 400 h de frío. Es de producción temprana, madura justo después de 'O'Neal' y 'Star'. Florece muy temprano por lo que puede ser afectada por heladas. Tiene fruta de tamaño mediano, de color azul claro, muy firme y de excelente sabor. La planta es de hábito erecto, vigorosa, y productiva.

'Jewel' al igual que 'Emerald' requiere alrededor de 250 h de frío. La fruta es grande, azul claro y con una pequeña cicatriz del pedicelo. La planta desarrolla un gran vigor y es altamente productiva. Tiene hábito de crecimiento levemente abierto. El período de floración coincide con 'O'Neal' y 1 semana antes que 'Star'.

'Emerald' requiere bajos requerimientos de frío, estimado en 250 h. La fruta es muy grande, firme, azul claro con excelente sabor y una pequeña cicatriz. La planta es vigorosa y de hábito abierto. Es muy productiva a pesar de producir una cierta cantidad de frutos en el otoño sin reducir la producción de primavera.

'Southmoon' requiere 500 h de frío, la fruta es muy grande, firme, con excelente sabor. La planta es moderadamente vigorosa y productiva, tiene hábito de crecimiento erecto. La fruta tiene una excelente apariencia, madura 10 a 14 días después que 'O'Neal'.

Los requerimientos de frío de 'Jubilee' se estiman en 500 a 700 h. Considerada de media estación, produce fruta de calibre mediano, azul muy claro, notablemente firme, de buen sabor y pequeña cicatriz de pedicelo. La planta es de crecimiento erecto y compacta, vigorosa, y productiva. El período de madurez es muy concentrado, la fruta se cosecha principalmente en dos cosechas.

‘Reveille’ requiere un mínimo de 600 h de frío. Esta variedad tiene la fruta más firme de las evaluadas y con textura crocante y excelente sabor. Por su firmeza de fruta y hábito de crecimiento erecto y angosto se recomienda para cosecha mecánica. La fruta es de calibre mediano y presenta poca consistencia en el color a la cosecha, pero desarrolla color completamente luego de cosechada.

‘Legacy’ es una variedad vigorosa y productiva, sus bayas son de tamaño medio y muy firmes, de buen sabor y cicatriz pequeña y seca. Debido a su excesivo vigor puede requerir poda de verano y por sus altos niveles productivos puede requerir estructuras de soporte. Tiene buena exposición de la fruta lo que facilita la cosecha. Se adapta bien a cosecha mecánica. Se caracteriza por tener alta producción y fruta de muy buena calidad.

3 PODA Y POLINIZACIÓN DE ARÁNDANO

Carmen Rebolledo K.[1]
Ingeniero Agrónomo

INTRODUCCIÓN

Los arándanos son arbustos que requieren poco mantenimiento, sin embargo para obtener buena calidad de frutos se debe realizar manejo de poda y de polinización ya que sus flores deben ser polinizadas por insectos para obtener fruta de mayor peso y tamaño.

Otro aspecto de manejo importante es la cosecha de la fruta para mantener su calidad, debido a la alta rotación del personal que cosechará, es necesario instruir las veces que sea necesario a los cosecheros que inician esta labor.

Además no se debe descuidar la fertilización, el riego, y el control de malezas, plagas y enfermedades a los cuales se dedican capítulos específicos en este manual.

MANEJO DE PODA

En el cultivo del arándano se realizan dos tipos de poda: de formación y de producción, incluyendo esta última labor la eliminación de madera vieja, improductiva o enferma. En los primeros 2 años de plantación del arándano deben eliminarse las yemas florales de manera de favorecer el desarrollo y crecimiento de brotes vegetativos vigorosos. El objetivo perseguido en la poda anual es lograr un desarrollo de brotes vigorosos que mantengan un equilibrio entre la producción de follaje y fruta. Logrando este objetivo se asegura cosechar fruta en cantidad y calidad, además de hacer más accesible la fruta al cosechero. El arándano debe ser podado en invierno entre los meses de Junio y Julio, cuando la planta está sin hojas, las yemas están en dormancia y son fácilmente visibles.

[1]ALIFRUT S.A., km 5 camino Coihueco, Chillán (crebolledo@alifrut.cl).

En variedades de poco requerimiento de frío no extenderse más allá de Julio, sin embargo en variedades como 'Brigitta', 'Bluecrop', 'Legacy', 'Brightwell', 'Tifblue', entre otras, puede alargarse hasta Agosto. En algunos casos, en variedades que terminan temprano la cosecha se puede realizar una poda durante la estación de crecimiento para eliminar la madera que cargó fruta y así evitar que haya nuevo crecimiento sobre ella. También en algunas variedades que producen brotes largos y que a término de la temporada sobrepasan la planta, se puede despuntar temprano en primavera forzando a la yema ubicada bajo el corte a brotar y a ramificarse. Estos laterales crecerán a lo largo de la temporada y formarán yemas florales. Con esto se logran 2 a 3 brotes largos, vigorosos y productivos para la siguiente temporada de cosecha.

No usar tijeras de punta y hojas anchas porque los cortes no se podrán hacer fácil y rápidamente como se requiere, sobre todo en el interior de la canopia de las plantas. El podador debe utilizar guantes y portar un tarro con permanganato de potasio diluido al 1% para la desinfección de tijeras, evitando así la propagación de enfermedades. Siempre disponer de tijeras buenas y limpias propias en el predio para esta labor y no depender de las herramientas del podador.

La poda de producción consiste en eliminar todos los brotes que produjeron fruta la temporada anterior, cortando sobre el brote más vigoroso del año. Eliminar brotes cruzados, ramas viejas improductivas y enfermas, logrando así abrir la planta para dar acceso a la penetración de la luz y la aireación. Además se deberá cortar desde la base todos los brotes delgados que le quitan fuerza a la planta y producen fruta de bajo calibre. Aquellos brotes muy largos que con el peso de la fruta caerán hacia el centro de la entre hilera serán despuntados sobre una yema ubicada hacia arriba. Cada variedad debe ser podada según sus características de crecimiento, desarrollo y producción. De una buena o mala poda también dependerá lograr una producción exitosa. Una poda severa producirá gran crecimiento vegetativo, poca fruta de tamaño muy grande y de baja calidad. Por otra parte, la poda suave acarreará envejecimiento de brotes, pobre desarrollo de brotes vigorosos y exceso de fruta de bajo calibre. Para asegurar que este trabajo sea efectuado de acuerdo al objetivo que se persigue, antes de comenzar a cortar y eliminar brotes es necesario que se oriente al podador en:

- El hábito de crecimiento de la variedad
- El vigor de la variedad

- Época de cosecha perseguida
- Destino de la fruta después de la cosecha (sólo para exportación en fresco, sólo congelado o una combinación de ambos)

Plantas adultas de 5 años y más deben podarse llevando un orden. Idealmente debe podar un podador por cada lado de la hilera para evitar pisar los camellones. Siempre podar desde abajo de la planta hacia arriba comenzando por eliminar desde la base todos los brotes débiles y delgados. Continuar hacia arriba sacando todos los brotes delgados, caídos, cortos y que están junto a otros brotes productivos. Brotes envejecidos que ya no tienen el vigor suficiente para producir laterales vigorosos deben eliminarse desde la base, así se fomentará la producción de nuevos brotes desde la corona de la planta. Cortar brotes que dieron fruta sobre el brote más vigoroso del año, siempre buscando una yema que vaya hacia arriba y con corte en bisel.

En muchas plantas de hábito de producción tardío fue posible por varias temporadas antes realizar una poda intermedia con la finalidad de lograr fruta madura hasta más tarde en la temporada. Sin embargo, durante las últimas 3 a 4 temporadas con temperaturas excesivamente altas durante la cosecha, baja disponibilidad de mano de obra y sistema de cosecha de floreo empleado por el cosechero, se hace impracticable dejar brotes productivos al interior de la planta porque esta fruta estará deshidratada y blanda al momento de ser cosechada.

Figura 3. 1. Planta de arándano 'Brigitta' sin podar (izquierda) y podada (derecha).

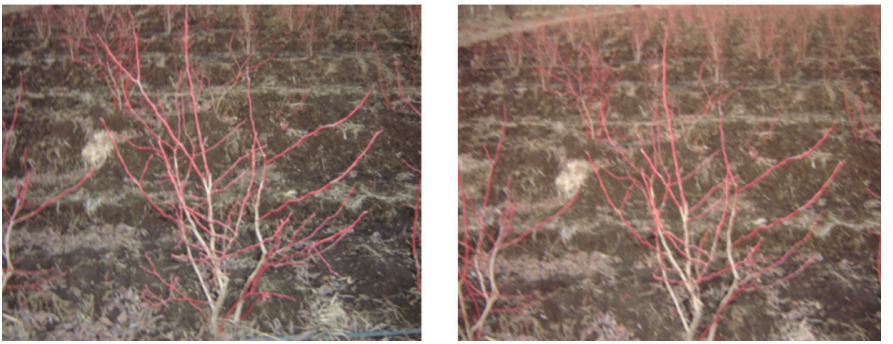

Figura 3.2. Planta de arándano ‘Duke’ sin podar (izquierda) y podada (derecha).

POLINIZACIÓN DE HUERTOS DE ARÁNDANO

El arándano requiere obligatoriamente que sus flores sean polinizadas por insectos para obtener fruta de mayor peso y tamaño.
Las flores del arándano aunque son hermafroditas presentan características que determinan una baja autopolinización:

- Racimos de flores colgantes, por lo que el polen se desprende y es incapaz de polinizar.
- Los estambres forman un círculo alrededor del pistilo hacia atrás.
- Sólo una pequeña sección del estigma es receptivo.

No obstante esta obligatoriedad de polinización entomológica, las flores de este cultivo son poco vistosas, blancas o rosadas, y no presentan una fragancia marcada. Las flores con corolas cortas y redondeadas que principalmente corresponden a ‘Highbush’ son más fáciles de polinizar que aquellas flores de corolas más alargadas y estrechas como en ‘Rabbit-eye’.

Alternativas de polinizadores

La polinización por especies de insectos nativas puede resultar errática por lo que se hace necesario colocar polinizadores externos en los huertos.

Para dicho propósito se han utilizado en Norte América y Chile dos géneros de insectos: abeja común europea (*Apis mellifera*) y varias especies de abejorros del género *Bombus*, representado en Chile por *Bombus dahlbomii* y *Bombus ruderatus*.

Abeja común. Se informa a esta especie desde la década del 60 como polinizador del arándano, mejorando el peso de los frutos y acortando el período de maduración. Actualmente debido a la infestación de las colmenas de abejas con el ácaro *Varroa destructor* ha disminuido fuertemente la disponibilidad de colmenas para la polinización en huertos frutales. Esta situación ha provocado en Chile que los prestadores de servicio de polinización ofrezcan panales o marcos con un bajo número de abejas obreras, con lo que no se logra la suficiente densidad poblacional para asegurar una adecuada polinización.

Se colocan 6 a 10 colmenas/ha desde que las flores de arándano presentan entre 5% a 10% de apertura.

Una vez instaladas las colmenas o marcos de abejas se deben tomar todas las medidas que prevengan el posible daño con ciertas labores como por ejemplo la aplicación de productos fitosanitarios.

Abejorros. Según varios investigadores las especies del género *Bombus* aparecen ligadas con especies del género *Vaccinium* en diferentes regiones del mundo, lo que las ha adaptado para su polinización debido a las siguientes razones:

- Por ser endotérmicos soportan temperaturas extremas incluso cercanas a 1 °C por mayores períodos del día que las abejas.
- Por su mayor peso pueden volar incluso con lluvias y vientos leves.
- Tienen la capacidad de hacer vibrar la flor, con el consiguiente mejor desprendimiento del polen.
- Visitan polinizando un gran número de flores.
- Depositan gran cantidad de polen en los estigmas.
- Pueden polinizar al arándano en el interior de los invernaderos, donde las abejas tienen dificultades para hacerlo.

En Chile se ha reproducido la especie *Bombus terrestris* para mejorar la calidad de la polinización en arándano. En evaluaciones realizadas en Chile se ha determinado

que posee poca capacidad de vuelo (hasta 150 m) versus las abejas (hasta 5 km de vuelo), por lo que al usar este polinizador debe determinarse su número en función del número de hileras, no superando distancias mayores de 100 m desde la colmena. Por esta razón, se deben usar 10 colmenas de *Bombus*/ha, tomando las mismas precauciones de seguridad indicadas para las colmenas de abejas.

Figura 3.3. Abejorro (*Bombus terrestris*) polonizando flores de arándano.

CONSIDERACIONES EN EL MANEJO DE LA COSECHA

Dada la amplia diversidad de condiciones climáticas y de latitud en Chile, la recolección comienza en Octubre y puede alcanzar hasta fines de Marzo.

Los cosecheros pueden iniciar su labor con 10% a 15% de frutos maduros. Todo dependerá del sistema de pago, si es al día o a trato, si es atractivo para los cosechadores y la necesidad del mercado paga ese costo de cosecha. Con mayor volumen de fruta se puede pagar por bandeja, de 2 kg aproximadamente, que es el sistema mayormente utilizado. Es necesario contar con un jefe de cuadrilla de los cosechadores para verificar la calidad de la fruta cosechada y peso de las bandejas. Los envases cosechados deben retirarse rápidamente del huerto y llevarse al packing o acopio dispuesto.

A pesar de la alta rotación del personal que cosechará, es necesario instruir las veces que sea necesario a los cosecheros que inician esta labor en los siguientes aspectos:

- Debe considerar que el arándano para fresco no se lava y su consumo es en ese estado.
- Las manos y uñas deben estar limpias. El cabello tomado y tapado con un gorro en hombres y mujeres.
- No deben comer, fumar, ni mascar chicle durante la cosecha.
- Las bandejas deben estar limpias y sobre un pallet a la sombra.
- Al cosechar debe utilizar ambas manos. Con una sujeta el brote y con la otra retira la fruta.
- Cosechar todos los frutos maduros de la planta antes de cambiarse a otra.
- No pisar los camellones ni caminar sobre ellos. Por esta razón es necesario que en cada lado de la hilera se asigne un cosechero.
- Cosechar sólo frutos maduros y dejar los frutos inmaduros para la próxima cosecha.
- Ubicar las manos bajo el racimo para evitar que la fruta caiga al suelo.
- Evitar acumular fruta en las manos. No sacudir, soplar, aplastar o rozar la fruta.
- No arrastrar ni manipular la fruta dentro de la bandeja.
- Nunca dejar la fruta a pleno sol.
- Por último, retirar las rejillas con fruta lo antes posible para evitar que se caliente o pierda calidad y peso por deshidratación.

Luego de cosechada la fruta deberá mantenerse su calidad. Para ello se debe bajar la temperatura de la pulpa del arándano lo más rápido posible mediante el proceso de pre-enfriado.

Los principales defectos que presentan los frutos para ser descartados para exportación en fresco, destino que constituye en la actualidad el mercado más rentable para los productores de arándano, son: Inmaduros, deformes, calibre menor a 10 mm, dañados (brillantes, daño mecánico), deshidratados, blandos, y mojados.

La otra posibilidad de venta de la producción la constituye el congelado, la cual es menos rentable, representa un mercado con menores exigencias que para fresco lo que se condice con los problemas de cosecha por la falta de mano de obra. Los frutos para ser congelados no deben presentar los siguientes defectos: deshidratación, verdes o inmaduros, con sobremadurez y exudación severa, con daños mecánicos o físicos (que presenten rasgaduras o cicatrices menores,

partidos o reventados), con pudrición, con cáliz adherido, bajo calibre (< 8 mm), presencia de huevos de insectos, con materias extrañas (hojas, pedúnculos, tierra, piedras, etc.).

Figura 3.4. Cosecha manual de arándanos.

Figura 3.5. Fruto de arándano con calidad para fresco (izquierda) y no apto para fresco (derecha).

4 FERTILIZACIÓN EN ARÁNDANO

Juan Hirzel C.[1]
Ingeniero Agrónomo, MSc., Dr.

INTRODUCCIÓN

El manejo nutricional es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de arándanos. Para el manejo convencional se puede emplear cualquier tipo de fertilizante en dosis y épocas oportunas. En cambio, para el manejo orgánico se deben emplear fuentes de fertilización autorizadas, las cuales deben ser aplicadas en los momentos oportunos de acuerdo a su velocidad de entrega de nutrientes, dado que muchas de estas fuentes como los compost y los abonos verdes necesitan de la actividad biológica del suelo, proceso que ocupa mucho tiempo, para entregar algunos de sus nutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). Otros nutrientes, como potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son entregados de manera más rápida.

La dosis a aplicar de cada nutriente debe estar relacionada al nivel de rendimiento del huerto y a las propiedades químicas del suelo (análisis de suelo), por lo cual el programa de fertilización a emplear temporada a temporada debe ser específico en cada huerto (no se puede generalizar una receta para todas las condiciones), dado que la falta o exceso de algún nutriente afectará directamente la productividad del huerto y calidad de la fruta. Por ello, es necesario contar con análisis de suelo (en lo posible cada 2 a 3 años) y análisis foliares (todos los años), con los cuales el diagnóstico nutricional y la recomendación de fertilización para ese huerto serán específicos y se cumplirá el objetivo del productor: mayor rendimiento y calidad = mayor rentabilidad para el cultivo.

Para conocer la importancia de una fertilización balanceada, es necesario conocer las funciones de cada nutriente en el cultivo de arándano, las cuales se señalan a continuación.

[1]INIA Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán (jhirzel@inia.cl).

NITRÓGENO

- Mejora el crecimiento vegetativo y vigor de la planta
- Aumenta el vigor de brotes
- Aumenta el vigor de raíces
- Aumenta la producción de flores
- Aumenta el crecimiento de frutos
- Aumenta las reservas para la siguiente temporada (yemas, corona y raíces)

Problemas por exceso de nitrógeno

- Exceso de vigor
- Mucho sombreamiento (menor entrada de luz)
- Fruta blanda
- Exudación de aminoácidos a través de la fruta en plena cosecha
- Mayor ataque de enfermedades y plagas
- Mala maduración de madera a entradas de invierno
- Mayor incidencia de malezas

En la Figura 4. 1. se puede observar el estado de un huerto de arándanos variedad O'Neal de 8 ton/ha de rendimiento fertilizado con exceso de N, cuya fotografía fue tomada en invierno. La dosis de N aplicada y recomendada anteriormente fue determinada usando el método del balance (demanda - suministro/eficiencia) y correspondió a 130 kg/ha. Se puede observar el retardo en la entrada en receso, aparición de brotes vegetativos y sobre todo una abundancia de malezas gramíneas de alto tono vegetativo, indicador del exceso de N presente en el suelo.

Figura 4.1. Huerto de arándano 'O'Neal' con problemas de retraso de entrada en receso por exceso de fertilización nitrogenada, además se observa abundancia de malezas gramíneas.

FÓSFORO

- Mejora el crecimiento de raíces
- Mejora la floración
- Mejora la defensa contra ataque de enfermedades y plagas
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada

Problemas por exceso de fósforo

- Se pueden inducir deficiencias de zinc (Zn) en aquellos suelos con baja concentración de este nutriente
- Al usar mulch orgánico (paja, aserrín, corteza u otro) puede generar menor disponibilidad de N (mayor actividad de la biomasa del suelo que fija nutrientes)

POTASIO

- Mejora el vigor de brotes
- Aumenta la eficiencia en el uso del agua y resistencia a condiciones de estrés por falta de agua
- Aumenta la resistencia a problemas por exceso de frío invernal
- Mejora el calibre de frutos
- Aumenta la firmeza de frutos
- Mejora el sabor y olor de frutos
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas
- Aumenta el rendimiento

Problemas por exceso de potasio

- Se pueden inducir deficiencias de Mg y Ca
- En huertos con inadecuado manejo hídrico (muchas variaciones en el potencial hídrico de la planta durante su ciclo de desarrollo) y suelos con alto contenido de K se puede generar partidura de frutos en cosecha.

En la Figura 4. 2. se aprecia un fruto de arándano con partidura en un suelo con alta concentración de este elemento (1,54 cmol de K/kg de suelo = 600 ppm de K), en el cual se aplicó una dosis de K_2O mayor a 100 kg/ha.

Figura 4.2. Fruto de arándano con partidura por exceso de potasio.

En la Figura 4.3. se observan frutos de arándano partidos después de una lluvia, efecto generado por el incremento en la entrada de agua a frutos con alta presión osmótica generada por el uso de altas dosis de K (mayores a 120 kg de K_2O/ha como receta general en suelos con alta concentración de K), además de altas dosis de otros nutrientes.

Figura 4.3. Frutos de arándano con partidura después de una lluvia favorecida por exceso de fertilización potásica.

CALCIO

- Mejora la calidad de los brotes
- Mejora la cuaja y el calibre de frutos
- Aumenta la firmeza de frutos
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas
- Mejora la calidad de poscosecha (menor respiración de frutos)

Problemas por exceso de calcio

- Se pueden inducir deficiencias de Mg y K
- Excesos de Ca en el suelo pueden generar deficiencias de P, boro (B), Zn y manganeso (Mn)

MAGNESIO

- Aumenta la intensidad en el color verde de las hojas
- Induce vigor de brotes (futura madera productiva)
- Contribuye a aumentar el rendimiento (mayor actividad fotosintética de las hojas)
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada

Problemas por exceso de magnesio

- Se pueden inducir deficiencias de Ca y K
- Indirectamente puede inducir mayor incidencia de enfermedades y plagas (estimula una mayor absorción y utilización del N)

AZUFRE

- Mejora el desarrollo de brotes y coloración de las hojas
- Contribuye a reducir el pH del suelo (acidificación)
- En aplicación junto al K mejoran la firmeza de la fruta

Problemas por exceso de azufre

- En suelos con alta conductividad eléctrica genera un aumento en dicho parámetro pudiendo afectar el desarrollo de las plantas
- Aplicado como sulfato en suelos con baja concentración de Ca puede causar una deficiencia de Ca

BORO

- Mejora la cuaja de flores
- Aumenta el calibre de frutos
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada
- Contribuye a una mejor brotación para la siguiente temporada

Problemas por exceso de boro

- La toxicidad por B genera los mismos síntomas que la salinidad en las plantas dañando hojas y consecuentemente la producción

ZINC

- Mejora la producción de centros de crecimiento
- Mejora el enraizamiento de plantas nuevas
- Aumenta la cuaja de flores
- Mejora el vigor de plantas

Problemas por exceso de zinc

- Puede inducir deficiencias de P en suelos pobres en este nutriente
- Puede inducir deficiencias de cobre (Cu) y hierro (Fe)

DETERMINACIÓN DE DOSIS DE NUTRIENTES

Sin análisis de suelo y foliar

La dosis de nutrientes a aplicar para huertos en plena producción se puede determinar de forma simple relacionando el rendimiento a obtener con la necesidad nutricional por cada unidad de rendimiento, según la siguiente fórmula:

Dosis de nutriente	=	Rendimiento esperado	*	Factor de dosis
(kg/ha)		(ton fruta/ha)		(kg nutriente/ton fruta)

Dosis de N (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 4 a 5 (kg/ton)

Dosis de P (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 1,5 a 2,5 (kg/ton)

Dosis de K (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 5 a 7 (kg/ton)

Dosis de Ca (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 1,2 a 1,5 (kg/ton)

Dosis de Mg (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,6 a 0,8 (kg/ton)

Dosis de S (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,6 a 0,8 (kg/ton)

Dosis de B (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,02 a 0,03 (kg/ton)

Dosis de Zn (kg/ha) = Rendimiento esperado (ton/ha) × Factor 0,02 a 0,04 (kg/ton)

Ejemplo: Un productor espera un rendimiento de 12 ton/ha y no cuenta con análisis de suelo o análisis foliar. Los suelos del lugar son pobres en P y K, además tienen muchas malezas gramíneas, lo que indica que es rico en N.
Determinemos las necesidades de nutrientes utilizando las fórmulas indicadas anteriormente:

Dosis de N = 12 × 4 = 48 kg/ha (se usó 4 y no 5 porque el suelo es rico en N).

Dosis de P = 12 × 2,5 = 30 kg/ha (se usó 2,5 y no 1,5 porque es un suelo pobre en P).

Dosis de K = 12 × 7 = 84 kg/ha (se usó 7 y no 5 porque es un suelo pobre en K).

Dosis de Ca = 12 × 1,4 = 17 kg/ha (se usó 1,4 como promedio porque se desconoce el contenido de Ca en el suelo).

Dosis de Mg = 12 × 0,7 = 8 kg/ha (se usó 0,7 como promedio porque se desconoce el contenido de Mg en el suelo).

Dosis de S = 12 × 0,7 = 8 kg/ha (se usó 0,7 como promedio porque se desconoce el contenido de S en el suelo).

Dosis de B = 12 × 0,02 = 0,24 kg/ha (se usó 0,02 como promedio porque se desconoce el contenido de B en el suelo).

Dosis de Zn = 12 × 0,03 = 0,36 kg/ha (se usó 0,03 como promedio porque se desconoce el contenido de Zn en el suelo).

Conocidas las necesidades anuales de nutrientes del cultivo de arándanos para el rendimiento presentado en este ejemplo, se determinan los fertilizantes a emplear para el manejo convencional, como también la parcialización de ellos en función de las necesidades estacionales de cada nutriente, asociadas a las funciones que cada elemento tiene en la planta (como se señaló en la primera parte de este capítulo).

Con análisis de suelo y análisis foliar

Respecto al diagnóstico nutricional de cada huerto se puede emplear análisis de suelo y tejidos.

Las ventajas de usar estas herramientas técnicas para diagnosticar el estado nutricional del suelo y las plantas son las siguientes:

- Fertilización más eficiente y acorde a la realidad de cada huerto (ningún huerto es igual a otro)
- Ahorro en algunos nutrientes (fertilizantes) y mayor inversión en otros nutrientes que no se encuentran en un nivel suficiente
- Aumenta el rendimiento, la vitalidad del huerto y la calidad de la fruta cosechada (mejor posición para comercializar la fruta)

Análisis de suelo. Se debe realizar previo a la aplicación de las fuentes de fertilización de mayor importancia para el cultivo, como el caso del compost para huertos con manejo orgánico (período de otoño a invierno). Para ello se debe tomar una muestra de suelo compuesta (promedio de 20 sub-muestras) desde las zonas de los camellones, a una profundidad desde 0 a 30 cm. El sector de suelo a muestrear debe limpiarse en superficie para evitar alteración del resultado por restos de residuos vegetales u otros. Luego se colectan muestras desde 20 puntos dentro del huerto, se depositan paulatinamente en un balde, se mezclan y

se obtiene una muestra representativa de más o menos 1 kg de suelo, el cual será llevado al laboratorio. Una vez analizado este suelo, cada nutriente evaluado se presentará en 3 categorías que permitirán ajustar la dosis del nutriente o fuente nutricional a aplicar según se indica en la Figura 4. 4.

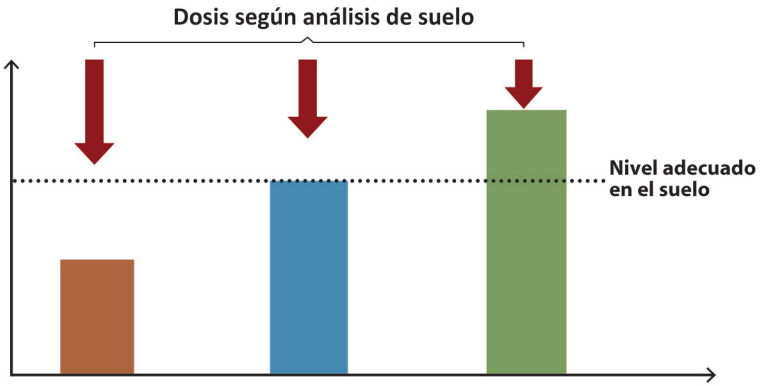

Figura 4.4. Posterior al análisis de suelo el contenido de cada nutriente se cataloga como bajo, normal o alto para determinar la dosis a aplicar.

Por ejemplo, si el análisis de suelo indica que un nutriente se encuentra en un alto nivel, concentración o contenido en el suelo, entonces la dosis del nutriente a aplicar será baja en relación a la recomendación normal. Si el análisis de suelo indica que el nutriente se encuentra en un contenido medio, entonces se aplicará una dosis normal para ese nutriente. En cambio, si el análisis de suelo indica que el nutriente se encuentra en un bajo contenido se deberá aplicar una dosis alta de dicho nutriente para poder conseguir un rendimiento adecuado. Los niveles nutricionales en el suelo para un cultivo de arándanos se presentan en el Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1. Propiedades químicas del suelo apropiadas para el cultivo de arándano.

Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a franco limo arenosa	Franco limosa a franco arcillosa
Materia orgánica	%	Mayor a 2	Mayor a 3
pH (agua 1:2,5)	--	5,0 - 6,0	4,8 - 5,8
Conductividad eléctrica	dS/m	Menor a 1,5	Menor a 1,5
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	$cmol_{(+)}/kg$	8 - 15	15 - 30
Nitrógeno inorgánico	mg/kg	15 - 30	20 - 40
Nitrógeno mineralizable	mg/kg	20 - 40	30 - 50
Fósforo Olsen	mg/kg	Mayor a 15	Mayor a 20
Potasio intercambiable	$cmol_{(+)}/kg$	0,3 - 0,5	0,4 - 0,6
Calcio intercambiable	$cmol_{(+)}/kg$	4 - 8	6 - 10
Magnesio intercambiable	$cmol_{(+)}/kg$	0,8 - 2	1 - 3
Sodio intercambiable	$cmol_{(+)}/kg$	Menor a 0,3	Menor a 0,6
Suma de bases	$cmol_{(+)}/kg$	5 - 10	6 - 12
Relación de calcio sobre la CIC	%	45 - 55	45 - 55
Relación de magnesio sobre la CIC	%	8 - 12	8 - 12
Relación de potasio sobre la CIC	%	2 - 3	2,5 - 3,5
Azufre	mg/kg	Mayor a 8	Mayor a 10
Hierro	mg/kg	4 - 10	5 - 15
Manganeso	mg/kg	2 - 5	4 - 10
Zinc	mg/kg	0,8 - 1,5	1 - 2
Cobre	mg/kg	0,4 - 1	0,4 - 1
Boro	mg/kg	0,6 - 1,5	0,8 - 1,6

Análisis foliar. Es una herramienta de diagnóstico nutricional muy apropiada para ser usada en huertos de desarrollo normal que presenten problemas de rendimiento, calidad de fruta, coloraciones, tamaños y formas anormales en las hojas.

Para realizar el análisis foliar se debe tomar una muestra compuesta de hojas recientemente maduras ubicadas en el tercio medio de los brotes del año, entre Enero e inicios de Febrero. Lo ideal es tomar hojas desde al menos 50 plantas ubicadas en distintas zonas del huerto.

Para aquellos huertos de desarrollo deficiente se debe evaluar de manera integral la causa de los problemas y descartar aquellos que no sean nutricionales, antes de atribuir el problema al manejo inadecuado de los nutrientes. Por ejemplo, si

el problema de crecimiento se debe a la presencia de capas compactadas del suelo, entonces la respuesta normal de la planta será un crecimiento deficiente, y la causa es totalmente ajena a la falta, exceso o desbalance de nutrientes, y será muy probable que el análisis foliar muestre algunos problemas, cuya causa es otra (diagnóstico incorrecto del problema).

Si el huerto presenta un desarrollo normal o casi normal, el análisis foliar permitirá mejorar el programa de manejo nutricional en función de lo antes aplicado, con el objetivo de ir ajustando la dosis adecuada para ese huerto en sus condiciones particulares de suelo, clima, manejo y nivel de rendimiento.

Los niveles nutricionales en las hojas para un cultivo de arándanos se presentan en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Niveles nutricionales adecuados en las hojas de arándano muestreadas del tercio medio de la ramilla del año, muestreo entre fines de Enero e inicios de Febrero.

Nutriente	Unidad de medida	Nivel deficiente	Nivel adecuado	Nivel excesivo
N	%	< 1,5	1,6 - 2,0	> 2,5
P	%	< 0,1	0,12 - 0,4	> 0,8
K	%	< 0,3	0,35 - 0,65	> 1,0
Ca	%	< 0,13	0,4 - 0,8	> 1,0
Mg	%	< 0,08	0,12 - 0,25	> 0,45
Fe	mg/kg	< 60	60 - 120	> 400
Mn	mg/kg	< 23	50 - 350	> 450
Zn	mg/kg	< 8	8 - 30	> 50
Cu	mg/kg	< 4	4 - 20	> 80
B	mg/kg	< 20	30 - 70	> 200

FERTILIZACIÓN DE HUERTOS ORGÁNICOS DE ARÁNDANO

Para el caso del manejo orgánico se debe considerar que las principales fuentes de N empleadas en el manejo orgánico (compost, abonos verdes) no dejan todo el N disponible en la misma temporada de aplicación. Los compost en general dejan entre 15% y 40% del N total disponible durante la misma temporada de aplicación, en tanto que los abonos verdes dejan entre 5% y 20%.

El compost y abonos verdes tienen la ventaja que pueden ser elaborados o producidos en el mismo predio, ya sea reciclando materiales vegetales o subproductos animales y/o sembrando praderas o cubiertas vegetales entre las hileras.

Otras fuentes nitrogenadas con mayor velocidad en la entrega del nutriente son las harinas de sangre, harina de lupino, el salitre y los guanos rojos, cuyo costo por kilogramo de producto aplicado es mayor que el de los compost y abonos verdes. A su vez, existen otras alternativas en el mercado de mayor velocidad en la entrega del N, cuya decisión de uso estará relacionada al costo de cada producto.

El uso de mulch orgánico (paja, aserrín, corteza, capotillo u otro) genera una reducción del N disponible para el huerto (hambre de nitrógeno), que incluso puede restar parte importante del N aplicado con el programa de fertilización. Esto puede ser un problema importante del punto de vista nutricional, ya que la falta de N en un huerto orgánico de arándano puede limitar el rendimiento, por lo tanto al usar mulch orgánico se debe considerar la aplicación adicional de N disponible (proporción del N total que se hace disponible en la misma temporada de aplicación) a razón de 4 a 5 kg por cada m^3 de mulch usado.

Por ejemplo, si un productor aplica 10 m^3 de aserrín como mulch, entonces debe realizar una aplicación de N adicional a las necesidades calculadas por el cultivo equivalente a 40 a 50 kg de N disponible. Si la fuente de N es un compost con 60% de materia seca y 1,5% de N total, al considerar que sólo un 40% de ese N se hace disponible en la misma temporada de aplicación se necesitaría aplicar entre 11 y 14 ton/ha de compost. Para este mismo ejemplo, si las necesidades de N disponible del cultivo correspondían a 60 kg/ha, entonces se debe adicionar 40 ó 50 kg/ha que necesitará el mulch de aserrín, con lo cual la necesidad total de N disponible de este huerto será de 100 a 110 kg/ha. Se debe considerar además que los mulch orgánicos tardan entre 2 y 5 años en descomponerse completamente, según sea su origen.

5 RIEGO EN ARÁNDANO

Hamil Uribe[1]
Ingeniero Agrónomo, MSc., Dr.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del arándano ha tenido un importante desarrollo durante los últimos años y gracias a su buena rentabilidad ha sido adoptado por productores medianos y grandes. Se trata de un cultivo hilerado, de raíces fibrosas y superficiales, lo que explica su buena respuesta al riego.

La distribución del agua dentro del suelo tiene un efecto importante en la producción de arándanos, de modo que el riego es un factor a considerar dentro del manejo del cultivo, principalmente por el sistema radical superficial de esta especie. Estudios recientes, muestran incrementos de hasta el 43% en el rendimiento de arándano, con la aplicación de riego. El manejo del agua potencial del suelo es importante para lograr altas tasas de crecimiento, siendo 10 cb el potencial aconsejado para el mismo.

Por lo anterior, el manejo del agua se realiza preferentemente mediante riego localizado (goteo), que permite que el cultivo reciba la cantidad de agua adecuada, con buena distribución en el suelo, puesto que un déficit o exceso de ella afecta la producción y el crecimiento vegetativo. Esta situación se puede graficar mediante las funciones de producción que muestran cómo el nivel de riego afecta el rendimiento del cultivo (Figura 5.1).

En la Figura 5.1 se puede apreciar que existe un nivel óptimo de riego en el cual el rendimiento es mayor y a medida que nos alejamos de este punto, la producción disminuye. Otros estudios indican que regando el 100% de los requerimientos se logran mejores resultados que con 50%, sin embargo aumentando al 150% no hay un efecto mayor.

[1]INIA Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán (juribe@inia.cl).

El arándano es un arbusto de la familia de las Ericáceas que da pequeñas bayas comestibles. Se caracteriza por un sistema de raíces fibrosas, de desarrollo superficial que alcanza los 60 ó 70 cm de profundidad, con pocos pelos radicales y cuya densidad de raíces se concentra en los primeros 30 cm (Figura 5.2). La zona de mayor absorción de agua (profundidad de raíces efectiva) se encuentra generalmente en los primeros 25 a 30 cm del perfil del suelo.

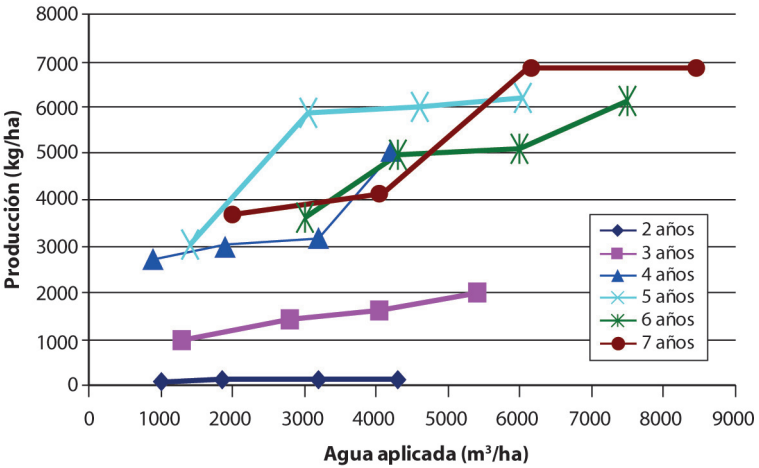

Figura 5.1. Función de producción que muestra el efecto del riego sobre el rendimiento de arándano.

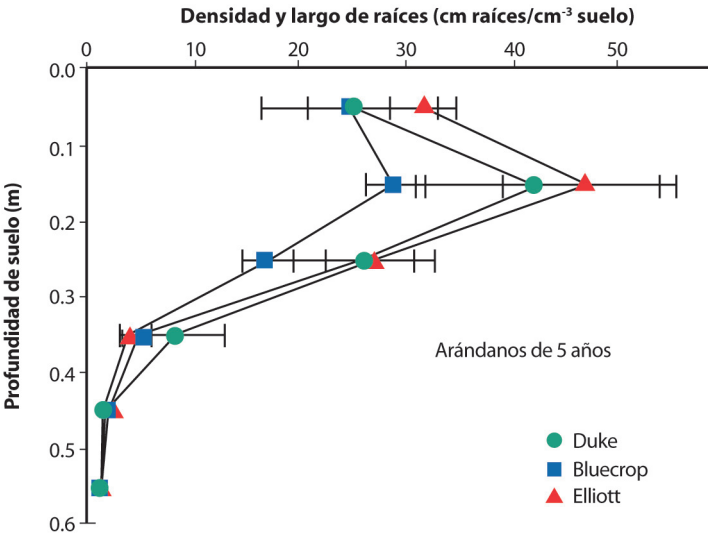

Figura 5.2. Distribución de las raíces de distintas variedades de arándano.

MÉTODOS DE RIEGO

La pregunta que se debe hacer el productor al momento de establecer un huerto es ¿qué método de riego es el más conveniente? La respuesta debe considerar varios factores que se analizan más adelante. Los arándanos pueden ser regados por goteo, micro aspersión y aspersión. Existen estudios en 'Elliot' que han comparado el rendimiento y calidad del fruto bajo estos tres métodos de riego y los resultados indican que el riego por goteo fue mejor que micro aspersión y aspersión en términos de producción y peso de fruto. Por otra parte evaluaciones realizadas en Chile han mostrado que con micro aspersión se han logrado mejores rendimientos que con goteo. Esto indica la importancia de contar con emisores que permitan una buena distribución del agua en el suelo, además de entregar la cantidad de agua adecuada.

En Chile los agricultores han optado por riego por goteo dado que el beneficio de aplicar agua en la cantidad y momento adecuado justifica plenamente la inversión. Se debe subrayar que la distribución de la humedad en el suelo es un factor fundamental, por ello en suelos de textura media o liviana se recomienda doble línea de emisores. Esto es relevante, por ejemplo cuando se modifica la estructura del suelo al mezclarlo con aserrín, produciendo un comportamiento de la distribución del agua similar a un suelo liviano.

Si existe riesgo de heladas es recomendable contar con un sistema de riego adicional por aspersión para su control.

Factores para determinar el método de riego

Otros factores a tener en cuenta para determinar el método de riego más adecuado son:

Disponibilidad de agua. El agua debe estar disponible en forma suficiente y oportuna. Dado que la distribución del agua de canales se realiza por turnos, por ejemplo una vez por semana, existe una limitante para la oportunidad de riego localizado debiendo complementar el sistema con acumuladores. Si se cuenta con pozos o norias con baja disponibilidad se debe privilegiar un método que sea

eficiente, como el riego por goteo. Para evaluar la disponibilidad de agua se debe comparar la demanda de agua del cultivo (ver sección más adelante) con respecto al agua disponible.

Tipo de suelo. La textura del suelo es trascendental puesto que determina la distribución del agua en la zona de raíces, factor considerado clave para lograr buen rendimiento y calidad de frutos. En suelos livianos se debe asegurar un porcentaje de humedecimiento del suelo adecuado.

Topografía del terreno. Suelos planos con pendiente uniforme no presentan problemas, sin embargo si la pendiente es irregular o existen pendientes fuertes es más recomendable usar emisores autocompensados.

Disponibilidad de energía. En general en huertos menores a 3 ha el riego localizado requiere electrificación monofásica, normalmente presente en las casas de los agricultores. Sin embargo para superficies mayores se necesita electrificación trifásica. En cualquiera de los dos casos es necesario verificar la distancia del tendido eléctrico puesto que se trata de costos que podrían afectar la factibilidad económica del proyecto. Si los costos de electrificación son muy altos se deberá optar por riego por surcos.

Si no existe posibilidad de una conexión eléctrica a una distancia económicamente factible es posible evaluar el uso de energías alternativas como solar o eólica.

Disponibilidad de mano de obra. Si la disponibilidad de mano de obra es baja es recomendable el riego tecnificado puesto que libera personal para otras actividades productivas.

PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Cuánto regar se determina conociendo la demanda de agua del cultivo del arándano, la cual depende de las condiciones meteorológicas y del estado de desarrollo del cultivo.

Estimación de evapotranspiración de cultivo de referencia

La evapotranspiración de cultivo de referencia (ET_0) corresponde al consumo de agua de una pradera de 10 cm de altura, bien regada (Figura 5.3), y depende de factores climáticos.

Figura 5.3. Esquema de los factores que influyen en la evapotranspiración de un cultivo de referencia (ET_0).

La ET_0 puede ser estimada mediante bandejas de evaporación clase A (Figura 5.4) o por ecuaciones basadas en parámetros atmosféricos como temperatura, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento.

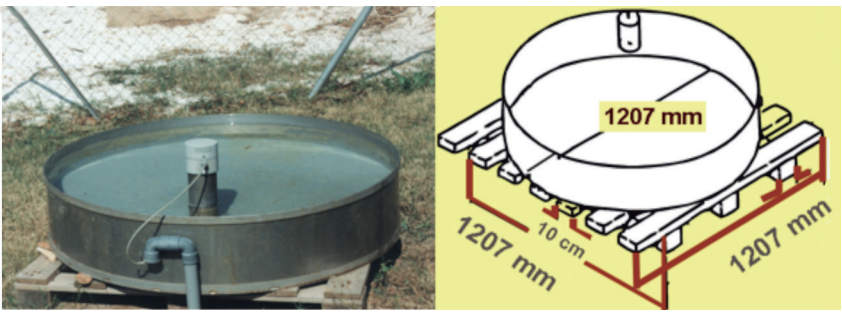

Figura 5.4. Fotografía de bandeja de evaporación y sus dimensiones estándares.

La ET_0 también puede ser obtenida desde el **"Sistema de la Red Agroclima FDF-INIA-DMC"** en www.agroclima.cl (Figura 5.5).

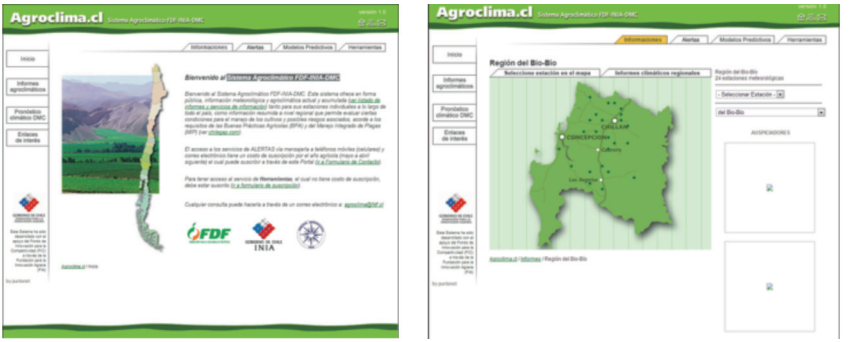

Figura 5.5. Página de entrada del Sistema de la Red Agroclima (www.agroclima.cl) Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Evapotranspiración del cultivo (ETc)

La ecuación básica para calcular la demanda de agua o evapotranspiración del cultivo (ETc) es:

$$ETc = ET_0 \times Kc \times Fc$$

Kc es el coeficiente de cultivo y Fc corresponde al factor de cobertura del follaje o porcentaje de área sombreada.

El desarrollo fenológico de la planta determina los coeficientes de cultivo (Kc) que para la zona central de Chile se presentan en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Coeficientes de cultivo de arándano para la zona Central de Chile.

Mes	Kc
Agosto	0,7
Septiembre	0,7
Octubre	0,8
Noviembre	0,9
Diciembre	1,0
Enero	1,0
Febrero	1,0
Marzo	0,9
Abril	0,8

El factor de cobertura (Fc) se puede calcular a partir del área sombreada o porcentaje de cobertura (Pc) (Figura 5.6) mediante las ecuaciones:

$$Pc = X/Eh$$
$$Fc = 0{,}92 \times Pc + 0{,}187$$

Dónde: Pc = porcentaje de cobertura, X = área sombreada o ancho de follaje (m), Eh = espaciamiento entre hileras (m).

La ecuación para calcular Fc corresponde a un valor promedio de varias formas de estimación.

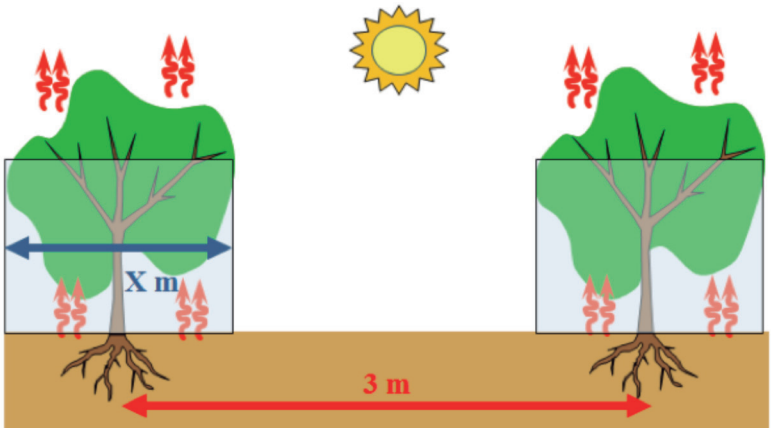

Figura 5.6. Diagrama que muestra relación entre área sombreada o porcentaje de cobertura y espaciamiento entre hileras necesarias para calcular el factor de cobertura.

¿Cuánta agua consume la planta?

El Cuadro 5.2 presenta el requerimiento de agua de acuerdo a la ET_0, el ancho del follaje y el mes. Mediante esta información es posible realizar una estimación del requerimiento de riego del cultivo.

Mediante el Cuadro 5.2 es posible estimar el requerimiento de agua en litros por metro lineal (L/m) de plantación conociendo la ET_0 diaria, mes y ancho del follaje.

Por ejemplo si un día de enero hubo una ET_0 de 7 mm/día y se sabe que el cultivo está espaciado a 3 m entre hilera y que el ancho de follaje es de 1 m, entonces el requerimiento hídrico sería de 11,52 L/m de cultivo. Este valor ya incluye la eficiencia de aplicación del riego de 90% para goteo.

Cuadro 5.2. Requerimiento de riego diario expresado en litros por metro lineal (L/m) de cultivo, bajo riego por goteo (eficiencia de 90%), para distintas ET_0, ancho de follaje y mes. Corresponde a una plantación con hileras a 3 m de distancia.

Mes	Ancho del follaje (m)					ET_0 mm/día
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	
Agosto	0,79	1,15	1,51	1,87	2,23	1
	1,59	2,30	3,02	3,73	4,45	2
	2,38	3,46	4,53	5,60	6,68	3
	3,18	4,61	6,04	7,47	8,90	4
	3,97	5,76	7,55	9,34	11,13	5
	4,76	6,91	9,06	11,20	13,35	6
	5,56	8,06	10,57	13,07	15,58	7
	6,35	9,22	12,08	14,94	17,80	8
	7,15	10,37	13,59	16,81	20,03	9
Septiembre	0,79	1,15	1,51	1,87	2,23	1
	1,59	2,30	3,02	3,73	4,45	2
	2,38	3,46	4,53	5,60	6,68	3
	3,18	4,61	6,04	7,47	8,90	4
	3,97	5,76	7,55	9,34	11,13	5
	4,76	6,91	9,06	11,20	13,35	6
	5,56	8,06	10,57	13,07	15,58	7
	6,35	9,22	12,08	14,94	17,80	8
	7,15	10,37	13,59	16,81	20,03	9
Octubre	0,91	1,32	1,73	2,13	2,54	1
	1,82	2,63	3,45	4,27	5,09	2
	2,72	3,95	5,18	6,40	7,63	3
	3,63	5,27	6,90	8,54	10,17	4
	4,54	6,58	8,63	10,67	12,72	5
	5,45	7,90	10,35	12,81	15,26	6
	6,35	9,22	12,08	14,94	17,80	7
	7,26	10,53	13,80	17,07	20,34	8
	8,17	11,85	15,53	19,21	22,89	9

Continuación Cuadro 5.2.

Mes	Ancho del follaje (m)					ET_0 mm/día
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	
Noviembre	1,02	1,48	1,94	2,40	2,86	1
	2,04	2,96	3,88	4,80	5,72	2
	3,06	4,44	5,82	7,20	8,58	3
	4,08	5,92	7,76	9,60	11,44	4
	5,11	7,41	9,71	12,01	14,31	5
	6,13	8,89	11,65	14,41	17,17	6
	7,15	10,37	13,59	16,81	20,03	7
	8,17	11,85	15,53	19,21	22,89	8
	9,19	13,33	17,47	21,61	25,75	9
Diciembre	1,13	1,65	2,16	2,67	3,18	1
	2,27	3,29	4,31	5,34	6,36	2
	3,40	4,94	6,47	8,00	9,54	3
	4,54	6,58	8,63	10,67	12,72	4
	5,67	8,23	10,78	13,34	15,89	5
	6,81	9,87	12,94	16,01	19,07	6
	7,94	11,52	15,10	18,67	22,25	7
	9,08	13,16	17,25	21,34	25,43	8
	10,21	14,81	19,41	24,01	28,61	9
Enero	1,13	1,65	2,16	2,67	3,18	1
	2,27	3,29	4,31	5,34	6,36	2
	3,40	4,94	6,47	8,00	9,54	3
	4,54	6,58	8,63	10,67	12,72	4
	5,67	8,23	10,78	13,34	15,89	5
	6,81	9,87	12,94	16,01	19,07	6
	7,94	11,52	15,10	18,67	22,25	7
	9,08	13,16	17,25	21,34	25,43	8
	10,21	14,81	19,41	24,01	28,61	9
Febrero	1,13	1,65	2,16	2,67	3,18	1
	2,27	3,29	4,31	5,34	6,36	2
	3,40	4,94	6,47	8,00	9,54	3
	4,54	6,58	8,63	10,67	12,72	4
	5,67	8,23	10,78	13,34	15,89	5
	6,81	9,87	12,94	16,01	19,07	6
	7,94	11,52	15,10	18,67	22,25	7
	9,08	13,16	17,25	21,34	25,43	8
	10,21	14,81	19,41	24,01	28,61	9

Continuación Cuadro 5.2.

Mes	Ancho del follaje (m)					ET_0 mm/día
	0,5	1,0	1,5	2,0		
Marzo	1,02	1,48	1,94	2,40	2,86	1
	2,04	2,96	3,88	4,80	5,72	2
	3,06	4,44	5,82	7,20	8,58	3
	4,08	5,92	7,76	9,60	11,44	4
	5,11	7,41	9,71	12,01	14,31	5
	6,13	8,89	11,65	14,41	17,17	6
	7,15	10,37	13,59	16,81	20,03	7
	8,17	11,85	15,53	19,21	22,89	8
	9,19	13,33	17,47	21,61	25,75	9
Abril	0,91	1,32	1,73	2,13	2,54	1
	1,82	2,63	3,45	4,27	5,09	2
	2,72	3,95	5,18	6,40	7,63	3
	3,63	5,27	6,90	8,54	10,17	4
	4,54	6,58	8,63	10,67	12,72	5
	5,45	7,90	10,35	12,81	15,26	6
	6,35	9,22	12,08	14,94	17,80	7
	7,26	10,53	13,80	17,07	20,34	8
	8,17	11,85	15,53	19,21	22,89	9

¿Cuánto tiempo regar?

El tiempo de riego (TR) se calcula en base al requerimiento de agua por metro lineal (L/m) y el caudal total de los emisores que riegan ese metro de plantación.

$$TR = \frac{\text{Requerimientos de agua (L/m)}}{\text{Emisores} \times \text{caudal emisor (L/h) en 1 m}}$$

Es importante conocer la tasa de aplicación real de los emisores, que generalmente no corresponde al caudal nominal indicado en los catálogos. Para obtener este valor se recomienda realizar mediciones de campo dividiendo cada cuartel o sector de riego como se muestra en la Figura 5.7.

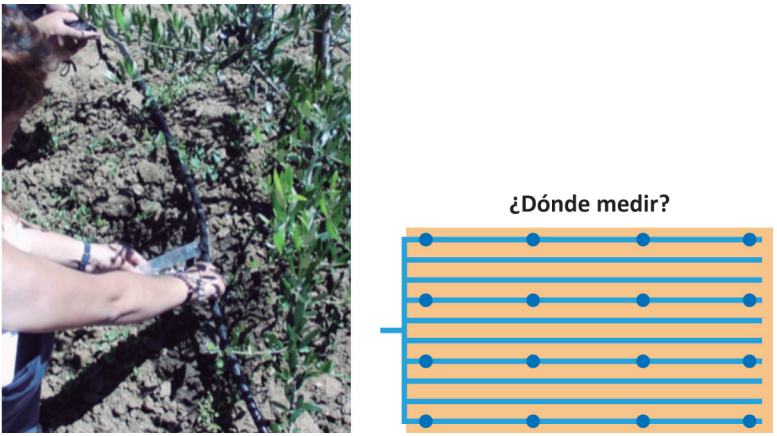

Figura 5.7. Aforo de emisores con probeta graduada (izquierda) y distribución de los puntos de medición en las líneas de riego (derecha).

Conocido el caudal real promedio de los emisores es posible estimar el tiempo de riego real por día. Por ejemplo, se midieron 16 puntos de un cuartel y el promedio fue 2,1 L/h. Además se tiene un cultivo con dos líneas de riego con goteros cada 50 cm, es decir 4 emisores por metro de hilera. La estimación de requerimiento de agua fue de 11,52 L/m, se tiene un tiempo de riego (TR):

$$TR = \frac{11{,}52 \text{ L/m}}{4 \times 2{,}1 \text{ L/h en 1 m}} = 1{,}37 \text{ h} = 1 \text{ h } 22 \text{ min}$$

6 MANEJO DE ENFERMEDADES EN ARÁNDANO

Andrés France I.[1]
Ingeniero Agrónomo, PhD.

INTRODUCCIÓN

El arándano es una especie vigorosa, de rápido crecimiento y altos rendimientos, pero susceptible a varias enfermedades que pueden alterar su desarrollo, acortar su vida productiva y afectar la calidad y cantidad de fruta. La alta densidad de plantas que poseen los huertos y los altos niveles de nutrientes que se utilizan para mantener máximos niveles productivos, facilita el establecimiento y diseminación de enfermedades. Por consiguiente, es importante conocer las patologías de esta especie, de manera de prevenir que las enfermedades se establezcan y vuelvan improductivo el huerto. De hecho cualquier estrategia de control que se desea seguir pasa primero por el diagnóstico de la enfermedad; si no se conoce el problema no se puede aplicar una solución adecuada. A continuación se describen las enfermedades más comunes que afectan a este frutal.

PUDRICIÓN RADICAL

Nombre científico: *Phytophthora cinnamomi*

Figura 6.1. Huerto de arándanos (izquierda) con síntomas de infección y raíz con pudrición (derecha) causados por *Phytophthora cinnamomi*.

[1]INIA Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán (afrance@inia.cl).

Síntomas: La enfermedad puede comenzar desde el vivero, donde se produce muerte de brotes, necrosis de la base de la estaca y falta de desarrollo radical. En los huertos los síntomas son clorosis y necrosis del borde de las hojas, follaje rojizo, desfoliación, menor crecimiento y falta de vigor. Las plantas enfermas tienen mayor aborto floral y producen fruta más pequeña y ácida. El sistema radical muestra necrosis parciales o extensivas de raíces secundarias, y que pueden progresar hasta dejarlas completamente negras, la corteza de la raíz se desprende con facilidad, exhibiendo un centro de tonalidades café oscura.

Ciclo de la enfermedad: La enfermedad se puede transmitir desde plantas enfermas de vivero o el inóculo puede estar en el suelo de plantación o, incluso, llegar nadando con el agua de riego o inundaciones. El patógeno tiene la habilidad de producir esporas flageladas que se conocen como zoosporas, las que pueden nadar y dirigirse a las raíces y cuello de las plantas, si existen heridas se facilita la ubicación del huésped por parte de la zoospora. Los tejidos enfermos producen inóculo cada vez que se inunda el tejido, liberando nuevas zoosporas que nadarán en busca de un nuevo tejido susceptible. Los suelos pesados y las inundaciones favorecen la enfermedad.

Manejo: La principal medida es evitar que el agua inunde el cuello de las plantas, lo que significa plantar en camellones, controlar el exceso de agua de riego, no tener goteros que mojen el cuello de las plantas y buen drenaje. No utilizar plantas enfermas de vivero. El uso de fungicidas como metalaxil, mefenoxam o fosetil aluminio son alternativas de control, pero innecesarias si se evita el exceso de humedad. Además, hay que evitar las heridas causadas por insectos del suelo ya que favorecen la entrada del patógeno a la planta.

ARMILARIOSIS

Nombre científico: *Armillaria mellea*

Figura 6.2. Planta de arándanos (izquierda) con síntomas causados por el hongo *Armillaria mellea* y cuello de planta (derecha) que muestra micelio blanquecino.

Síntomas: Las plantas sufren un lento decaimiento junto con clorosis del follaje. El cuello de las plantas se torna corchoso, la corteza se desprende con facilidad y bajo ésta se observan masas de micelios gruesos, de color blanco y dispuestos en abanicos, las que también pueden ser visibles hacia el interior de la corona. En las raíces primarias se producen rizomorfos de color negro, los que corresponden a micelios que se trenzan entre sí hasta formar estructuras tipo cordones que son utilizadas por el hongo para colonizar plantas nuevas.

Ciclo de la enfermedad: La enfermedad se presenta en diversas especies forestales y frutales. La principal forma de diseminación es a través de los rizomorfos, los que se pasan desde una raíz enferma a las sanas y desde árboles circundantes a la plantación o entre plantas dentro del huerto; estos rizomorfos son muy difíciles de controlar. Las plantas afectadas no tienen control y terminan muriendo, por lo cual se debe dar énfasis a la prevención. Al morir las plantas, en invierno, se producen grupos de carpóforos (callampas o zetas), de 5 a 10 cm de diámetro, de color miel, las cuales producen numerosas esporas que se pueden diseminar a grandes distancias.

Manejo: No plantar después que se ha levantado un bosque, hay que eliminar raíces gruesas o esperar hasta que se hayan descompuesto. También eliminar árboles débiles o muertos que rodeen el huerto. Las plantas enfermas no tienen control

y es preferible eliminarlas, además se puede tratar de controlar la diseminación a partir de una planta enferma, pero sólo es posible mediante control biológico de los rizomorfos, como opción está el *Trichoderma* pero con el inconveniente que debe ser profundizado hasta la altura de las raíces principales.

VERTICILOSIS

Nombre científico: *Verticillium dahliae*

Figura 6.3. Lesiones en plantas de arándano provocados por verticilosis en hojas (izquierda) y haces vasculares (centro y derecha).

Síntomas: Marchitez y clorosis moderada del follaje, seguido de un rápido desecamiento del borde de las hojas durante el verano; similar a la falta de agua. Esta marchitez o necrosis de hojas puede ser parcial dentro de las ramas o dentro del arbusto. La mayor intensidad de síntomas se produce en verano y se caracteriza por obstruir el sistema vascular (xilema) impidiendo el paso de agua y nutrientes hacia el follaje, lo que induce la marchitez. Al cortar los tallos afectados se observan anillos necróticos que pueden ser parciales o completos. También, ocurre pudrición de raíces y desarrollo de un micelio plomizo alrededor del cuello y raíces primarias de las plantas enfermas.

Ciclo de la enfermedad: El organismo causal puede afectar numerosos huéspedes, por lo cual el inóculo puede estar presente en el suelo de plantación. Las primeras plantas afectadas pueden aparecer en áreas reducidas y con síntomas leves, pero si no se controlan estas áreas pueden expandirse y causar mayores daños sobre los arbustos. Las heridas a las raíces y cuello de la planta, por insectos o labores culturales, contribuyen a que se infecten con *Verticillium*.

Manejo: Esta enfermedad no se controla, sólo se previene. Es importante evitar las heridas en las raíces tanto mecánicas como aquellas causadas por insectos del suelo o nematodos fitoparásitos. A las plantas sintomáticas se les debe eliminar la fruta y reducir el área foliar para que disminuya la transpiración, de lo contrario colapsan por falta de flujo de agua desde las raíces. Las plantas se pueden recuperar al año siguiente.

AGALLAS DEL CUELLO

Nombre científico: *Agrobacterium tumefaciens*

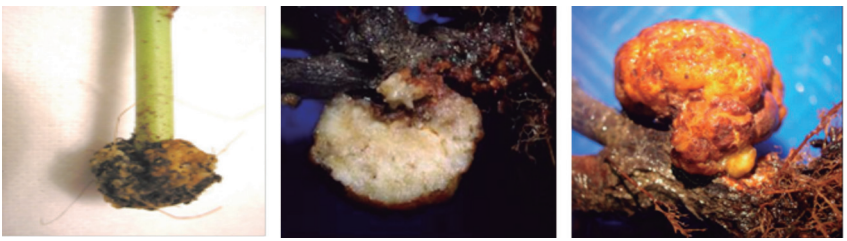

Figura 6.4. Plantas de arándano afectadas por *Agrobacterium tumefaciens*, agallas en cuello (izquierda) y raíces (centro y derecha).

Síntomas: En la zona del cuello y raíces principales se producen tumores o agallas que pueden llegar al tamaño de una pelota de pin-pon. Los síntomas aéreos pueden pasar desde inadvertidos hasta clorosis y enrojecimiento del follaje, disminución del crecimiento y eventualmente la muerte de estas plantas. Mientras más joven es la planta al momento de la aparición de agallas, más llamativos serán los síntomas. Lo normal es detectar las agallas en la zona del cuello, donde se instalan después de recibir alguna herida mecánica o por insectos masticadores. Las agallas tienen una consistencia relativamente más blanda que un callo de cicatrización, su interior presenta un tejido esponjoso y de textura irregular y crecen rápido hasta alcanzar el tamaño de una pelota de 5 cm. Las plantas que se infectan a temprana edad son más débiles y pueden morir.

Ciclo de la enfermedad: La enfermedad la produce una bacteria que se moviliza con la ayuda de flagelos hasta una herida en raíces o cuello. Esta bacteria puede ingresar con el agua de riego o estar presente en el suelo o sustratos, una vez

que ubica la herida se adhiere al tejido dañado y traspasa un trozo de información genética (plasmidio o plásmido) a la célula huésped. El plásmido contiene información que induce a que la célula crezca y se divida sin control, generando una agalla. Además, el plasmidio induce la producción de proteínas (opines) que le sirven de alimento a *Agrobacterium*, y permiten la multiplicación de la bacteria. Las agallas eventualmente pueden desaparecer cuando éstas se pudren, pero nuevas agallas se forman en otros sectores, siempre y cuando se sigan produciendo heridas.

Manejo: La enfermedad debe prevenirse, ya que una vez enfermas las plantas quedan modificadas de por vida. Se deben inspeccionar las plantas de viveros, en busca de agallas en la base del cuello, y en caso de estar presentes deben ser eliminadas. La propagación por estacas leñosas en camas calientes es un ambiente favorable para la multiplicación y diseminación de la bacteria. Las camas se infectan cuando se usa agua contaminada con bacterias, por lo cual sólo se debe utilizar agua de pozo profundo o tratada con cloro o sulfato de cobre. Como control biológico existe *Agrobacterium radiobacter* raza K84, la cual es efectiva sólo en forma preventiva, evitando el contacto de *A. tumefaciens* con la raíz. Las raíces a tratar deben ser sumergidas en una solución de *A. radiobacter* previo a la plantación. Una vez que se presenta la enfermedad no existe control curativo y se debe convivir con ella, evitando en lo posible las heridas a las raíces, única forma que tiene la bacteria para causar nuevas infecciones.

MUERTE REGRESIVA

Nombre científico: *Phomopsis vaccinii* (fase asexuada: *Diaporthe vaccinii*)

Figura 6.5. Síntomas característicos causados por *Phomopsis vaccinii* en tallos de arándano.

Síntomas: Muerte regresiva de ramillas terminales hasta llegar a la base de la ramilla de la temporada anterior y una coloración negra brillante. También, desarrollo de cancros superficiales y lisos, sobre los cuales se pueden formar picnidios que están inmersos en la corteza; los picnidios son estructuras huecas con forma de pera en cuyo interior se producen las conidias, pero que se observan como pequeños puntos negros en la superficie de la rama enferma. La muerte de ramas afecta la parte productiva de la próxima temporada.

Ciclo de la enfermedad: La enfermedad puede estar presente en los viveros cuando se enraízan estacas provenientes de plantas enfermas. Las ramas enfermas producen numerosos picnidios, que durante la primavera liberan conidias cada vez que existen lluvias, el golpe de las gotas de agua y el viento contribuyen a la diseminación. Durante el invierno se puede producir el ciclo sexuado del hongo (*Diaporthe vaccinii*) en los restos de ramas enfermas que quedan en el suelo, esta parte del ciclo se reconoce por los peritecios negros, agrupados, de cuellos largos e irregulares, y que se encuentran bajo la corteza. Los tallos que han sufrido heridas por heladas, ramaleos y mordeduras de insectos, son los más susceptibles, empeorado por climas con mayores precipitaciones.

Manejo: La poda sanitaria de ramas enfermas es una buena medida de control, pero siempre que estas ramas sean eliminadas del huerto. Las aplicaciones a yema hinchada de fungicidas cúpricos o que tienen efecto sobre *Botrytis* ayudan a disminuir el inóculo. La presión de la enfermedad es variable y depende de las lluvias primaverales y nivel de inóculo que permanece en los restos de poda, en la zona sur se hace necesario más de una aplicación primaveral para evitar la muerte de ramillas.

CANCROSIS DEL CUELLO

Nombre científico: *Fusicoccum parvum* (fase asexuada: *Botryosphaeria corticis*)

Figura 6.6. Síntomas causados por *Fusicoccum parvum* con muerte de ramas en planta de arándano (izquierda) y necrosis en el tallo (derecha).

Síntomas: Se inician con la clorosis de las hojas y leve enrojecimiento del borde de la lámina foliar, seguido de una rápida marchitez del follaje, similar a la falta de agua. Posteriormente las hojas se tornan café claro y permanecen adheridas por un tiempo. La muerte de ramas es repentina y se produce normalmente desde mediados del verano. En la base de las ramas enfermas se pueden presentar partiduras de la corteza y desarrollo de cancros irregulares. Bajo o sobre la corteza se observan picnidios de color negro que normalmente están agrupados. Al cortar las ramas enfermas se observa una necrosis parcial con forma de abanico o semicírculo, la que crece hasta necrosar toda la rama, momento en el cual se produce la muerte. Sin control la planta se debilita en forma progresiva por disminución de ramas y follaje.

Ciclo de la enfermedad: Se disemina por la propagación de estacas enfermas en viveros, y posteriormente en el huerto por las lluvias que liberan las conidias desde el interior de los picnidios. Cuando las plantas mueren o en climas con inviernos muy fríos se produce el ciclo sexuado, que se conoce como *Botryosphaeria* y se caracteriza por producir peritecios a partir de las maderas afectadas; estos cuerpos posteriormente liberan ascosporas temprano en la primavera, constituyéndose en el inóculo primario. En climas más benignos, la fase sexuada no se produce y el patógeno inverna como picnidios en la base de los tallos enfermos. Las conidias se liberan en primavera y colonizan heridas de brotación o podas tardías.

Manejo: La mejor forma de cortar el ciclo de la enfermedad es la poda sanitaria a medida que se van produciendo las ramas muertas, sin embargo no es fácil eliminar la rama completa y es común observar tocones de poda que permiten la reproducción del hongo. La poda debe ser a ras de suelo y la porción a eliminar son los primeros 10 cm a partir del cuello de la planta. Como complemento están las aplicaciones de fungicidas en otoño y temprano en primavera.

ATIZONAMIENTO DE LA MADERA

Nombre científico: *Botryotinia fuckeliana* (fase asexuada: *Botrytis cinerea*)

Figura 6.7. Atizonamiento en arándano, esclerocios en rama (izquierda) y yema completamente cubierta por micelio y estructuras reproductivas de *Botrytis* (derecha).

Síntomas: Los síntomas de tizón de la madera se inician desde un racimo floral que fue afectado por el patógeno, para posteriormente avanzar hacia la madera y producir una lesión más o menos circular, de color café, y que puede terminar en un anillado necrótico, secando la rama por sobre la lesión. Estos síntomas son más frecuentes en brotes nuevos, sobre todo si hay excesos de nitrógeno o crecimientos tardíos. Las maderas enfermas pueden formar esclerocios, los que se observan insertos en la corteza como pequeñas estructuras negras de formas irregulares.

Ciclo de la enfermedad: En primavera, los esclerocios germinan produciendo estructuras reproductivas (conidióforos y conidias) de color plomizo, constituyéndose en la principal fuente de inóculo para el resto de la temporada. Las conidias son diseminadas por el viento y pueden colonizar cualquier tejido de la planta, excepto las raíces, si las condiciones ambientales lo permiten. El hongo puede vivir a expensas de tejidos sanos y en descomposición, con lo cual aumenta aún más las

posibilidades de reproducirse. Durante el invierno el micelio del hongo se agrega en sí mismo y forma los esclerocios, las cuales son estructuras de resistencias duras, compactas y de color negro. La incidencia y severidad son mayores cuando hay lluvias de primavera y verano, excesos de nitrógeno en la planta, daño por heladas y heridas. En climas muy benignos donde las plantas se mantienen siempre verdes, este daño por *Botrytis* es más frecuente.

Manejo: Es similar al que se indica más adelante para el control de la pudrición gris de las flores y frutos. En este caso se puede agregar la poda sanitaria para eliminar las ramillas enfermas, pero teniendo la precaución de eliminarlas del huerto.

TIZON BACTERIANO
Nombre científico: *Pseudomonas syringae*

Figura 6.8. Tizón bacteriano en plantas de arándano, brote necrosado (izquierda) y lesiones necróticas en hojas (derecha) producidas por *Pseudomonas syringae*.

Síntomas: A inicio de la temporada de crecimiento las yemas y ramillas terminales parten por necrosarse en los ápices, luego avanza hacia la base anillando la madera alrededor de los brotes y deja grandes sectores del tallo necrosado. Cuando se afectan los brotes nuevos se produce una muerte regresiva, similar a la que causa *Phomopsis vaccinii*, pero en este caso la necrosis se limita a la corteza. Los síntomas en hojas más desarrolladas son lesiones necróticas en forma de V cuando parten desde el borde apical de la hoja, o deformación lateral si la infección comienza en un costado. Las infecciones tardías en 'Rabbit-eye' producen desprendimiento de epidermis por el envés de las hojas, junto con una necrosis del mesófilo al quedar expuesto por esta pérdida de epidermis.

Ciclo de la enfermedad: La bacteria habita sobre hojas del arándano u otras plantas dicotiledóneas que no necesariamente pueden estar enfermas; al producirse una herida en la planta, ya sea en forma artificial o natural, la bacteria ingresa y comienza el desarrollo de la enfermedad, lo cual es muy rápido por la facilidad con la cual se reproduce este organismo. La diseminación es por lluvia y la mayor incidencia de la enfermedad está condicionada a la presencia de heladas, ya que facilita la producción de heridas en los tejidos verdes. La enfermedad también se puede iniciar desde los cortes de poda, para continuar con la muerte regresiva del tallo.

Manejo: Esta enfermedad está condicionada a la presencia de heridas y agua libre, por lo cual se debe hacer control cuando la yema está recién hinchando, momento en el cual se produce una herida natural y masiva en los brotes. Posteriormente las heladas son la principal causa de heridas y establecimiento de la enfermedad, lo que obliga a realizar aplicaciones de antibióticos o productos cúpricos. Los tallos enfermos se deben podar y retirar del huerto.

TIZÓN DE LOS TALLOS
Nombre científico: *Pestalotia vaccinii*

Figura 6.9. Tizón de los tallos en arándano, hoja con necrosis (izquierda) y tallos con anillado (centro) y con estructuras reproductivas (derecha) de *Pestalotia vaccinii*.

Síntomas: Sólo se produce en tallos nuevos, los que muestran clorosis del follaje y muerte completa de ramas, y en la base se produce un anillado de color café oscuro, con o sin partiduras en la corteza. En la zona del cuello se producen numerosos acérvulos (estructuras reproductivas con forma de cojín), que levantan la corteza para liberar gran cantidad de conidias de color negro. En las hojas se produce una

necrosis extensiva, de bordes definidos y similar a la que produce *Botrytis cinerea*, esta necrosis va acompañada de la formación de acérvulos similares a los que se producen en el tallo.

Ciclo de la enfermedad: Es importante en viveros donde las condiciones de alta humedad y temperatura, más la presencia de abundantes tejidos tiernos, facilita el desarrollo de la enfermedad. Luego se puede observar en plantaciones nuevas. El inóculo puede provenir de tejidos enfermos de arándanos u otros huéspedes, destacándose la acícula de pino como tejido susceptible. Otra fuente de inóculo son los tallos y hojas enfermas que quedan en el suelo. Las conidias son diseminadas por la lluvia y el viento, en el caso de los viveros se disemina con los riegos por aspersión.

Manejo: Esta enfermedad debe manejarse en vivero, eliminando los residuos de plantas y en particular de hojas y restos de tallos de las macetas y el suelo, de lo contrario el reservorio de inóculo es constante. La ventilación es importante para no crear ambientes tropicales en los invernaderos, necesarios para la germinación de la conidia. En los huertos se debe evitar la recepción de plantas con tallos anillados en la base, la poda sanitaria permite eliminar este tipo de ramillas, pero siempre que no queden en el mismo huerto. Fungicidas aplicados al cuello ayudan al control de las conidias. No se debe utilizar acículas de pino en substratos de vivero o en la preparación de camellones.

PLATEADO

Nombre científico: *Chondrostereum purpureum*

Figura 6.10. Síntomas clásicos de *Chondrostereum purpureum* en plantas de arándano, color plateado de las hojas (izquierda), tallo con necrosis central (centro), y hoja con desprendimiento de epidermis

Síntomas: Las hojas muestran una coloración plomiza que se intensifica en las hojas superiores, la epidermis de estas hojas se puede desprender con facilidad exponiendo un mesófilo sano, que luego se quemará con el sol dejando lesiones necróticas en las hojas. En los tallos se observa necrosis en el centro de la madera, la que se intensifica hacia la base. Los tallos son más frágiles y se pueden despatillar con facilidad. La fruta de ramas plateadas es más pequeña y no completa la madurez. El arbusto muere en 3 a 4 temporadas si no se realiza manejo de la enfermedad.

Ciclo de la enfermedad: Los cuerpos frutales del hongo (basidiocarpos) se forman cuando la necrosis interna de la madera logra alcanzar el borde de la corteza, aparecen en otoño e invierno entremedio de las estrías de la corteza o en cortes de poda de ramas gruesas. Los basidiocarpos son de color rosado a púrpura, adheridos a la corteza y con los bordes ligeramente levantados. Estos producen una gran cantidad de esporas que son diseminadas por el viento, si encuentran una herida profunda en la madera, como un corte de poda, se produce la infección.

Manejo: Las variedades susceptibles, 'Brigitta', 'Duke', 'Bluecrop', 'Drapper', 'Liberty', 'Misty', 'Elliot', 'Blueheaven', deben ser podadas lo antes posible en la temporada, los cortes gruesos deben ser cubiertos con pinturas protectoras y se deben evitar los días con lluvia para la poda. Es mejor retirar las plantas enfermas del huerto o, en su defecto, se deben podar las ramas sintomáticas desde la base tan pronto aparecen los síntomas, sin embargo este manejo no elimina la enfermedad pero sí estimula el rebrote y formación de nuevas ramas productivas. El uso de té de compost es una alternativa para estimular mecanismos de defensa y revertir síntomas, los cuales se logran después de varias temporadas de uso intensivo. No existe control químico.

PUDRICIÓN GRIS DE FLORES Y FRUTOS

Nombre científico: *Botryotinia fuckeliana* (fase asexuada: *Botrytis cinerea*)

Figura 6.11. Pudrición gris en arándano, necrosis en hoja (izquierda) y en flor (derecha) causada por *Botrytis cinerea*.

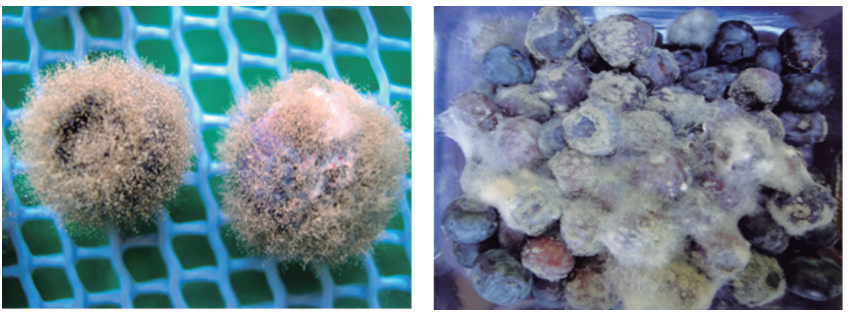

Figura 6.12. Micelio y estructuras reproductivas de Botrytis cinerea en frutos de arándano.

Síntomas: Los síntomas se observan de preferencia en flores y frutos, aunque también pueden afectarse las hojas, en éstas causa lesiones de color café que comienzan generalmente por el centro de la lámina y se extienden hacia los bordes, produciendo una necrosis extensiva de las hojas. En el caso de las flores se producen lesiones necróticas, las que crecen hasta atizonar por completo la flor y posteriormente el racimo floral. En los frutos inmaduros también se puede observar necrosis, pero está condicionada a la presencia de restos florales. Mientras que en los frutos maduros es donde se alcanza la mayor expresión de síntomas, caracterizada por ablandamiento de la fruta, tonalidad opaca, liberación de jugo, deshidratación y desarrollo de nidos de micelio. Si la humedad ambiente

es alta, sobre las lesiones se desarrollan las estructuras reproductivas del patógeno (conidióforos y conidias) que dan un aspecto plomizo a los tejidos.

Ciclo de la enfermedad: Este hongo es polífago e inespecífico en los substratos que coloniza, pudiendo dañar tejidos verdes de diferentes plantas e incluso tejidos en descomposición. El inóculo de *Botrytis* es muy abundante en el ambiente y proviene de los numerosos huéspedes que tiene. Las primeras infecciones ocurren en las flores y posteriormente los restos florales infectados pueden transmitir la enfermedad a los frutos. Las infecciones de fruta pueden ser tan temprano como en cuaja y manifestarse cuando alcanza la madurez o en destino, sobre todo si existen condiciones propicias para su desarrollo en la poscosecha, como son los quiebres de la cadena de frío. Los frutos infectados pueden desarrollar esclerocios de color negro a medida que se deshidratan o durante el invierno, los que sirven como estructura de resistencia al hongo para los períodos de invierno.

Manejo: El control debe ser mediante un manejo integrado que disminuya las condiciones predisponentes para el ataque del patógeno, tales como el exceso de nitrógeno, altas densidades de plantas, uso de variedades de floración prolongada, daño por viento y heladas. Algunos de estos factores se deben prevenir al momento de la plantación y selección de las variedades, y otros con cortinas cortavientos, control de heladas y regulación de la fertilización. Los controles con productos químicos o biológicos deben iniciarse junto con la floración, continuar con la cuaja y caída de flores, además es necesario continuar con las aplicaciones en apriete de racimos para aquellas variedades con racimos compactos. A la cosecha es necesario evitar los restos florales adheridos al fruto, ya que son un buen reservorio de inóculo que se desarrollará en almacenaje. Para guardas y viajes prolongados (por ejemplo a Oriente), se deben hacer controles de precosecha.

ANTRACNOSIS DEL FRUTO

Nombre científico: *Colletotrichum acutatum*

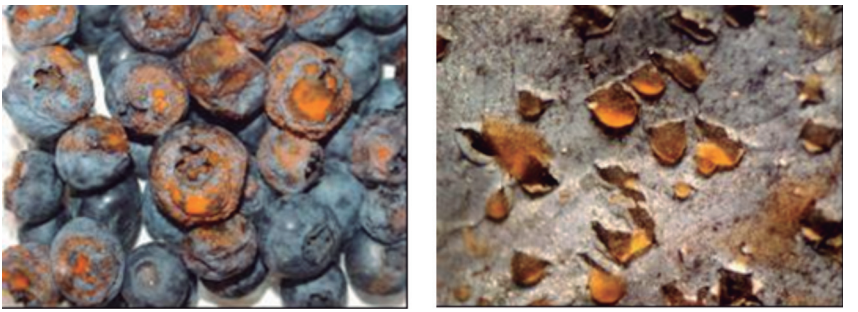

Figura 6.13. Antracnosis en arándano, frutos deshidratados y con acérvulos anaranjados (izquierda) y epidermis del fruto (derecha) con estados reproductivos de *Colletotrichum acutatum.*

Síntomas: Los síntomas se observan principalmente en poscosecha cuando comienzan a aparecer pequeños acérvulos de color anaranjado en la epidermis de la fruta. Bajo condiciones de alta humedad relativa, el hongo aumenta la producción de conidias, las que son exudadas por las heridas que producen estos acérvulos y contaminan a otros frutos. A medida que se desarrolla el hongo se va produciendo la deshidratación del fruto, el que termina momificado y cubierto por las conidias del patógeno. Este organismo también puede afectar las flores, pero su daño pasa inadvertido. Si bien la infección parte desde la floración, la mayor expresión de síntomas se observa en la poscosecha.

Ciclo de la enfermedad: El patógeno se disemina con las lluvias y viento a través de conidias, que se desarrollan en los frutos que quedan botados o adheridos a las plantas desde finales de la cosecha. Las primeras infecciones se producen durante la floración, quedando latente el desarrollo de la enfermedad a la espera de una mayor acumulación de azúcares, lo cual se produce al momento de la cosecha y en el almacenaje. La presencia de un fruto enfermo significa la contaminación del resto durante el almacenaje, pudiendo causar importantes pérdidas.

Manejo: No hay un manejo especial para esta enfermedad, las prácticas de control que se utilizan para la *Botrytis* ayudan a controlar esta patología.

7 MANEJO DE LAS MALEZAS EN ARÁNDANO

Alberto Pedreros L.[1]
Ingeniero Agrónomo, MSc., PhD.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos perennes o que permanecen por más de 2 años en un mismo suelo tienen la necesidad de enfocar las malezas con un sistema de manejo, es decir realizar una serie de actividades que las afecten en el largo plazo y no sólo en el corto período que pueden ser afectadas por un herbicida. Este enfoque es utilizado preferentemente en frutales donde se busca disminuir su presencia, aún cuando el huerto esté en períodos no productivos. Para planificar esto es necesario realizar una correcta identificación de las especies, incluso de las que están en bajas poblaciones, para evitar que pasen a dominar sobre otras y sea sólo un cambio de especies. Así, es necesario también conocer sus ciclos de vida ya que se requiere entender su respuesta al manejo y los períodos de producción de semillas y/o propágulos vegetativos.

EFECTO DE LAS MALEZAS EN ARÁNDANOS

Aunque no existe información del efecto de las malezas en las diversas zonas productoras de arándano del país, en la Región del Biobío se han realizado ensayos durante varios años que indican aumentos importantes del rendimiento de frutos, como efecto de controlar las malezas, incluyendo algunos sistemas orgánicos que utilizan paja, aserrín o la malla anti malezas (Cuadro 7.1). Así, el sólo hecho de controlar malezas en un huerto de alta densidad de arándanos, en este caso 15.400 plantas/ha, incrementó el rendimiento en 56,6%; 50,8% y 37,1% al comparar el desmalezado manual cada 3 semanas con el testigo sin control (Cuadro 7.1). Por

[1]Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Av. Vicente Méndez 595, Chillán (jpedrerosl@udec.cl).

otra parte, numerosos herbicidas utilizados sobre la hilera y aplicados a salidas de invierno con los arándanos aún en latencia, aumentaron el rendimiento tanto o más que el desmalezado manual. Además, entre las cubiertas evaluadas, el uso de paja de trigo también produjo un mayor rendimiento, pero su aumento fue menor que el producido por algunos herbicidas. De los sistemas sin productos químicos, la malla antimalezas fue muy efectiva en el control siendo necesario complementar con desmalezado manual alrededor del cuello de las plantas (Figuras 7.1-7.3).

Cuadro 7.1. Efecto de herbicidas y cubiertas en la hilera de plantación en rendimiento de arándano 'O'Neal' al tercer, cuarto y quinto año de plantados. Chillán 2005-2007.

Tratamientos	Rendimiento del año (ton/ha)		
	2005	2006	2007
Oryzalin	6,49	7,21	21,03
Hexazinona	6,45	9,90	20,70
Dichlobenil	4,80	8,39	18,93
Hexazinona + diuron	6,08	9,97	19,16
Pendimetalin + oxifluorfen		8,11	20,41
Paja de trigo		8,15	16,97
Aserrín de pino		7,01	16,05
Malla antimaleza		8,70	21,50
Desmalezado año 1 y 2	6,25	9,82	18,25
Desmalezado año 2		8,02	15,29
Testigo sin control	3,99	6,51	13,31
Coeficiente de variación	7,5	11,9	9,3

Figura 7.1. Malezas mal manejadas en arándanos. A) Malezas que llegan al predio en material de plantación, B) falta de control alrededor de la planta con mulch de paja, C) mulch plástico o malla antimalezas en mal estado.

Figura 7.2. Malezas perennes mal controladas por cubiertas plásticas sobre la hilera; se observa chufa que atraviesa el plástico.

Figura 7.3. Malezas alrededor del tronco deben ser controladas en sus primeras etapas para impedir competencia.

Además de las pérdidas de rendimiento durante la temporada de cosecha, existe una pérdida en la temporada siguiente aunque el control de malezas sea muy eficiente, ya que el rendimiento depende no sólo de la temporada de producción sino que también de cómo fue el control antes que las plantas entraran en receso invernal. Por otra parte, sumado a la pérdidas de rendimiento se agrega una pérdida de la calidad expresada como tamaño de frutos y en algunos casos se reporta competencia por los agentes polinizantes que pueden ser más atractivos para las flores de malezas que las de arándanos.

Esta especie tiene dos etapas en que no debe haber malezas para evitar pérdidas de rendimiento de arándano o período crítico de interferencia. Como se dijo antes, no controlar malezas al término de la cosecha afecta el rendimiento de la temporada siguiente, aunque se haga un eficiente control de malezas desde el término de la latencia del arándano hasta el inicio de cosecha. Estos resultados se obtuvieron en Chillán, debido a un menor largo total de ramillas y menor número de flores y frutos por planta que se produjo en 'O'Neal' por haber competido con las malezas en la etapa no productiva del arándano (Figura 7.4). Así, el período crítico de interferencia de malezas fue, en este caso, desde el estado de foliación y crecimiento de brotes hasta el estado de inicio de la caída de hojas, previo a la entrada en latencia Por otra parte, trabajos realizados en la misma variedad pero durante la etapa productiva, es decir desde el término de dormancia hasta cosecha de frutos, indicó que fue importante no tener malezas desde el momento que se reinició el crecimiento primaveral hasta inicios de Diciembre, aunque la pérdida de rendimiento por no controlar malezas durante Diciembre fue de sólo el 3,8% y 1,6% al compararse con las limpias hasta el 5 y 20 de Noviembre respectivamente. Es decir, en este caso se requirió ausencia de malezas hasta al menos inicios de Noviembre, que coincidió con etapa de crecimiento de frutos, poco antes que se iniciara el cambio de color.

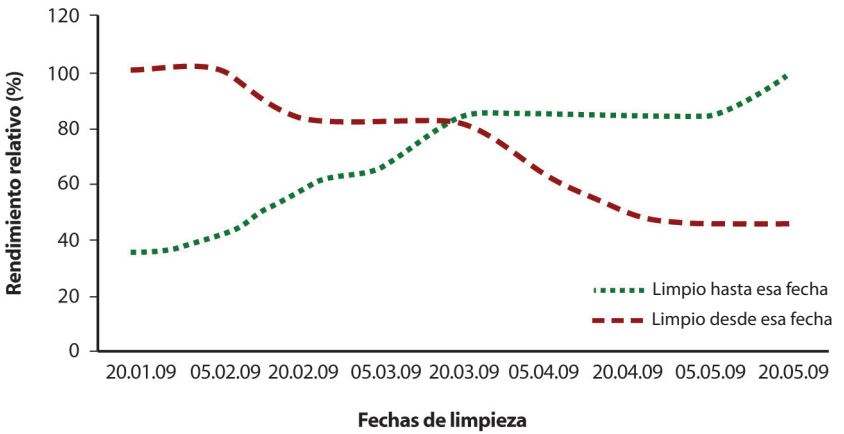

Figura 7.4. Efecto de períodos con y sin malezas en etapa no productiva en el rendimiento relativo de arándano 'O'Neal'. Chillán 2009-2010.

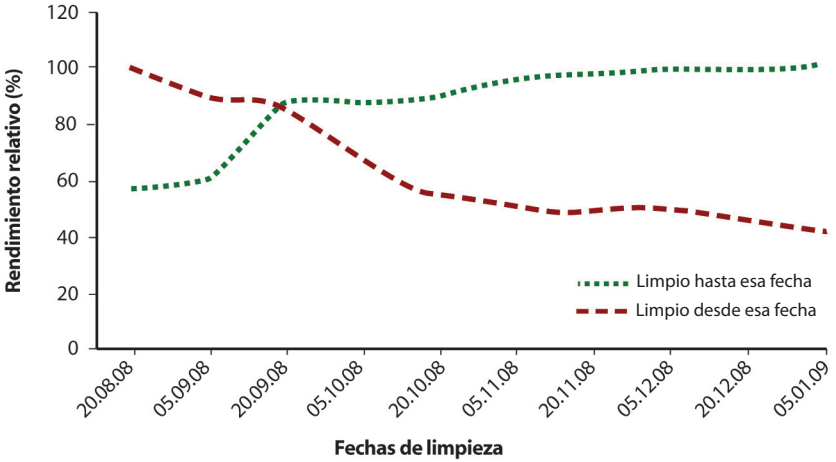

Figura 7.5. Efecto de períodos con y sin malezas en la etapa de desarrollo productivo en el rendimiento relativo de arándano 'O'Neal'. Chillán 2008 - 2009.

IDENTIFICACIÓN DE MALEZAS

Un control eficiente requiere como primer paso identificar adecuadamente las especies más importantes en todas las etapas de crecimiento de los arándanos ya que no todas responden de la misma manera a cada método de control. Lo ideal es diferenciarlas en los primeros estados de desarrollo ya que es la etapa en que inician la mayor competencia, en tanto que identificarlas y controlarlas en floración, como lo hacen muchos agricultores, ya se ha producido una gran competencia con el cultivo resultando en un efecto más estético que productivo.

Aunque existen diversas formas de clasificar las malezas, las más útiles desde el punto de vista agronómico son clasificarlas por su morfología y según su ciclo de vida. Así, en el primer caso se tiene:

Monocotiledóneas

También conocidas como hoja angosta donde están las familias de las poáceas (gramíneas), ciperáceas y juncáceas entre las más importantes. Como ejemplo, aquí son muy importantes las chépicas (*Cynodon dactylon* y *Paspalum paspalodes*),

maicillo (*Sorghum halepense*) y las chufas (*Cyperus rotundus* y *C. esculentus*) entre las perennes, mientras que entre las anuales están los hualcachos (*Echinochloa* spp.), ballica (*Lolium* sp.), pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), y junquillo (*Juncus bufonis*), entre otras.

Dicotiledóneas

Conocidas como hoja ancha o latifoliadas, donde están especies muy comunes en los arándanos como correhuela (*Convolvulus arvensis*), vinagrillo (*Rumex acetosella*), falso té (*Bidens aurea*) y diente de león (*Taraxacum officinale*) entre las perennes, mientras que en las anuales está sanguinaris (*Polygonum aviculare*), bolsita del pastor (*Capsella bursa-pastoris*), rábano (*Raphanus* spp.), yuyo (*Brassica* sp.), entre otras.

Como existen herbicidas para controlar malezas gramíneas, es necesario diferenciarlas en las primeras etapas para usarlos y asegurar las dosis, ya que ésta varía dependiendo si son anuales o perennes y con la ventaja que son selectivos para las plantas de arándano, pero no controlan todas las malezas de hoja angosta.

Desde el punto de vista agronómico es muy importante diferenciarlas por sus ciclos de crecimiento, es decir si son anuales, bienales o perennes, ya que la respuesta al manejo puede ser totalmente diferente entre ellas. Así, un manejo adecuado para una especie anual de crecimiento erecto, puede significar que una especie perenne aumente su importancia y termine desplazando a las menos competitivas. De esta forma se clasificarán las malezas herbáceas para zonas templadas.

MALEZAS ANUALES

Las malezas anuales son aquellas especies que completan su ciclo de vida dentro de una misma temporada y su única forma de dispersión son las semillas que, por lo general, producen en alta cantidad. Algunas pueden requerir varios meses para completar este ciclo, pero otras los completan en 30 ó 40 días, por lo que es

necesario estar atento para evitar que aumente el banco de semillas del suelo. Dentro de este grupo están las anuales de otoño que se caracterizan por germinar en otoño o invierno, se desarrollan en primavera, producen semilla y mueren tarde en primavera y en verano. Ejemplos de estas anuales de invierno son ballica, avenilla (*Avena fatua*), yuyo (*Brassica rapa*), y rábano (*Raphanus sativus*). La mayor parte de estas malezas emerge en la etapa que el arándano está dormante, pero su crecimiento más activo es durante la etapa de desarrollo reproductivo del arándano, es decir durante la primavera, por lo que pueden llegar a ser muy competitivas si están en alto número.

Un segundo grupo de anuales crece preferentemente en primavera-verano por tener un mayor requerimiento de temperaturas para iniciar su ciclo. La mayoría de éstas germina y se desarrolla en primavera y produce semillas tarde en verano o inicios de otoño; ejemplos son los hualcachos (*Echinochloa* spp.), pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*), chamico (*Datura stramoniun*), verdolaga (*Portulaca oleracea*) entre otras. Por su período de emergencia y crecimiento, deberían estar en altas poblaciones en las plantaciones de arándanos, por lo que es necesario controlarlas en las primeras etapas de desarrollo o al menos retrasar su emergencia, situación que la mayoría de los herbicidas al suelo puede realizar por un cierto período de tiempo. Casi todas estas especies requieren del estímulo de la luz para germinar y como el arándano no es una especie que produzca gran cantidad de sombra se esperan altas poblaciones de este tipo de malezas, a no ser que haya gran competencia con especies perennes.

Desde el punto de vista de control, las malezas de hoja ancha anuales son fáciles de afectar ya que sus puntos de crecimiento están muy expuestos y basta cortarlas al estado de plántula y no son capaces de reiniciar su crecimiento. En el caso de las gramíneas, su punto de crecimiento en los primeros estados de desarrollo está casi a ras de suelo, por lo que está algo protegido y es necesario destruir esta parte ya que rebrotan más fácilmente si se cortan a varios centímetros del suelo (Figura 7.6).

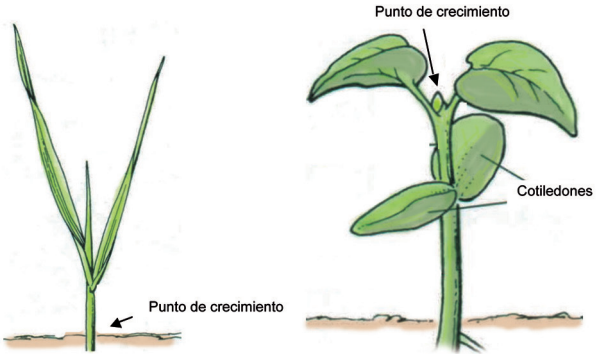

Figura 7.6. Tipo de plantas anuales de hoja angosta (izquierda) y hoja ancha (derecha) con sus respectivos puntos de crecimiento.

MALEZAS BIENALES

Las malezas bienales, llamadas bianuales, requieren de dos temporadas para completar su ciclo, en la primera tienen un crecimiento vegetativo llegando hasta el estado de roseta y la segunda temporada emiten su tallo floral, producen semillas y mueren. Dependiendo de la cantidad de horas de frío de la temporada, algunas pueden acortar o alargar su ciclo. Por lo general, si se corta el tallo central después de iniciado su crecimiento, son capaces de emitir un nuevo tallo pero de menor altura y con menor producción de semillas. Son pocas las malezas en este grupo y ejemplos son: cicuta (*Conium maculatum*), hierba azul (*Echium* spp.) y zanahoria silvestre (*Daucus carota*). Algunas anuales, dependiendo de las condiciones climáticas, se pueden comportar como bienales; en especial cuando la primera temporada no ha completado su requerimiento de horas de frío. Aquí se tiene algunas como *Erodium* spp., *Lamium amplexicaule*, *Raphanus* spp. En términos generales, el comportamiento de las malezas bienales es muy dependiente de las temperaturas, ya que además del requerido período de vernalización, que puede ser completado en sólo una temporada, algunas de ellas pueden llegar a comportarse como perennes ya que son capaces de rebrotar desde trozos de raíces. Se menciona así la zanahoria y hierba azul.

MALEZAS PERENNES

Las malezas perennes pueden o no completar su ciclo hasta producir semillas durante la primera temporada, pero luego pueden vivir por muchos años rebrotando y produciendo semillas desde propágulos vegetativos. Dentro de este grupo están las llamadas perennes simples, que son las que se reproducen por semillas, pero pueden rebrotar desde la corona o raíz perenne. Ejemplos son diente de león, galega (*Galega officinalis*), romaza (*Rumex crispus*) y siete venas (*Plantago lanceolata*). Si la planta es cortada superficialmente, rebrotará desde la raíz tantas veces como reservas tengan las raíces, pero si la raíz es seccionada, por ejemplo por algún sistema de control mecánico, cada pedazo es capaz de generar una planta. Por este motivo, no se recomienda utilizar rastras cuando hay abundancia de estas malezas.

Entre las malezas perennes, las más importantes son las llamadas perennes complejas o vivaces que son las que pasan los períodos de carencia y producen nuevas plantas desde estructuras o propágulos vegetativos que pueden estar profundamente enterrados en el suelo, además de producir semillas. Esta característica significa que la planta puede vivir por muchas temporadas y mientras existan las condiciones adecuadas estará diseminándose en forma continua. En la medida que estas plantas crecen sin ser controladas, estarán persistentemente aumentando sus medios de propagación, llegando a cubrir grandes superficies de suelo en cortos períodos de tiempo. En este grupo se encuentran las malezas más difíciles de controlar en las hileras de plantación de cualquier cultivo en hileras, incluyendo los arándanos. Una vez que estas malezas se han establecido, es muy difícil erradicarlas y deberá realizarse un trabajo de varios años de manejo con herbicidas y control mecánico planificado, en ciertas épocas del año. Por este motivo, la principal estrategia contra estas especies es evitar que lleguen o evitar que se diseminen si ya han llegado. Ejemplo de estas especies son correhuela, vinagrillo, falso té, y pata de laucha (*Rorippa sylvestris*), entre las de hoja ancha y chépica o pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), chépica o pasto quila (*Agrostis capillaris*), maicillo *y* chufas (*Cyperus* spp.) entre las de hoja angosta. La mayoría de estas especies tiene su crecimiento en primavera-verano ya que tienen requerimiento de altas temperaturas, pero vinagrillo y diente de león pueden ser encontradas con facilidad en invierno, en especial la primera. Como el reinicio del crecimiento de estas especies es más importante desde sus propágulos vegetativos, no requieren

del estímulo del sol para emerger, por lo que cubiertas orgánicas o inorgánicas que tienen muy buen control de la mayoría de las malezas, no controlan bien. En el Cuadro 7.2 se indican las principales malezas perennes presentes en huertos de la zona central de Chile. Algunas de ellas han adquirido gran importancia debido al persistente manejo del suelo con poca variedad de herbicidas, dejando prácticamente descansar el control en el uso de glifosato. Así, especies como pila-pila y epilobio han aumentado su importancia por el poco control de este producto sobre estas especies.

Cuadro 7.2. Malezas perennes asociadas a frutales en las Regiones del Maule y Biobío 2006-2011.

Nombre común	Nombre científico	Reproducción asexuada
Monocotiledóneas		
Chépica	*Paspalum distichum* L.	estolones, rizomas
Chépica, pasto bermuda	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	estolones, rizomas
Chépica, pasto quila	*Agrostis capillaris* L.	rizomas
Maicillo	*Sorghum halepense* (L.) Pers.	rizomas
Pasto cebolla	*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl subsp. *bulbosum* (Willd.) Schübl. & G. Martens	cormos
Chufa amarilla	*Cyperus esculentus* L.	rizomas, bulbos, tubérculos
Chufa púrpura	*Cyperus rotundus* L.	rizomas, bulbos, tubérculos
Dicotiledóneas		
Correhuela	*Convolvulus arvensis* L.	yemas radiculares
Diente de león	*Taraxacum officinale* F.H. Wigg. aggr.	raíces
Epilobio	*Epilobium ciliatum* Raf.	raíces
Falso té	*Bidens aurea* (Aiton) Sherff	rizomas
Hierba del chancho	*Hypochaeris radicata* L.	raíces
Hierba mora	*Prunella vulgaris* L.	estolones
Pila-pila	*Modiola caroliniana* (L.) G. Don	estolones
Pata de laucha	*Rorippa sylvestris* (L.) Besser	estolones
Vinagrillo	*Rumex acetosella* L.	rizomas

Algunas de las especies mencionadas en el Cuadro 7.2 tienen gran importancia en arándanos y si no se controlan cuando están iniciando su presencia, en una temporada pueden llegar a cubrir una gran superficie con los rizomas o raíces, que por lo general pasan inadvertidos. En este grupo hay que poner atención a especies como vinagrillo, correhuela, pata de laucha, falso té, chufas y las chépicas y maicillo,

aunque estas dos últimas tienen la ventaja de ser controladas por herbicidas selectivos. El continuo uso del herbicida glifosato ha favorecido el aumento de especies que por lo general son escasas, pero al eliminar su competencia estas especies aumentan su importancia de manera preocupante y más aún cuando el agricultor responde con utilización del mismo producto ya sea aumentando las aplicaciones o aumentando las dosis. Así, hoy es común poblaciones muy altas de epilobio en muchas plantaciones.

La desventaja de tener malezas perennes es que sus estructuras de rebrote son más difíciles de destruir, ya que están ligeramente bajo la superficie en el caso de las simples y enterradas a diferentes profundidades bajo el suelo en el caso de las complejas (Figura 7.7).

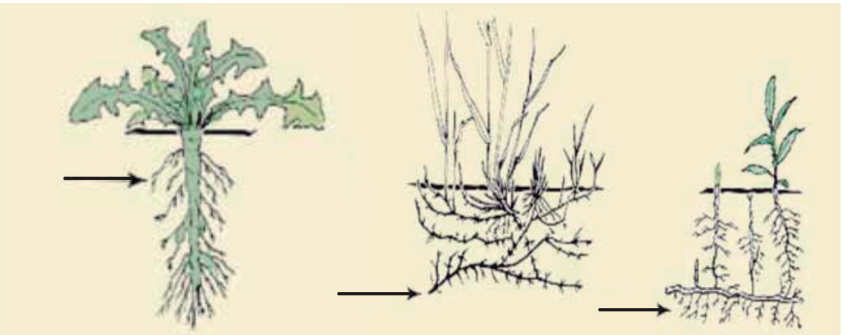

Figura 7.7. Punto de rebrote de malezas perennes simples (izquierda) y perennes complejas (centro y derecha).

Si se quiere disminuir sus poblaciones se requieren varios años de trabajo dirigido hacia los propágulos e impidiendo a la vez que se establezcan nuevas plantas. Cuán importante sea cada especie de maleza dependerá de la zona por sus características climáticas, pero también es muy influida por los sistemas de manejo del huerto. Así, algunos sistemas tienden a favorecer ciertas especies, de forma más eficiente que otros. Por ejemplo, los continuos cortes de la vegetación entre las hileras de plantación del cultivo ejercen una presión de selección sobre las malezas existentes y hay una tendencia a favorecer las malezas rastreras con crecimiento superficial y/o subterráneo. En este caso se controlan bien las malezas de crecimiento erecto, por lo general anuales, pero terminan dominando las especies

como chépica, correhuela o pata de laucha. Esto se agrava cuando de manera insistente se repite esta práctica año a año, ya que es rápida y barata, pero termina con grandes poblaciones de especies con crecimiento de rizomas y/o estolones.

MÉTODOS DE CONTROL

Básicamente existen cuatro métodos de control que pueden ser aplicados: biológico, cultural, mecánico y químico; sin embargo, el productor siempre busca lo más fácil y económico por lo que descansa excesivamente en el control químico pensando que es la única solución. En este caso es factible y hay una serie de productos registrados para arándanos, pero es necesario recalcar que la solución es más factible de alcanzar con el control integrado, es decir, utilizar todas las estrategias que estén al alcance de los agricultores para disminuir el efecto de las malezas, partiendo por la prevención, es decir evitar que lleguen malezas, evitar que se reproduzcan, evitar que se diseminen.

Control cultural

El control cultural se refiere a cualquier medida que favorezca el desarrollo del cultivo, para así aumentar su capacidad competitiva frente a las malezas e indirectamente las afecte. Aunque estas labores no bastan por sí solas, y en el caso de arándanos puede no ser de gran utilidad por el poco sombreamiento que producen, sirven para que el cultivo esté en mejores condiciones de crecimiento y en mejores condiciones de competir con las malezas. Aquí se incluyen factores como elección de una variedad adecuada a la zona, revisar las plantas en el vivero para evitar acarrear malezas, fertilización y riego adecuados para las plantas de arándano, plantación en la época correcta, buena calidad de plantas para asegurar una buena población y un crecimiento inicial vigoroso, control de plagas y enfermedades, evitar sectores con acumulación de agua, evitar suelos compactados, etc. Estas medidas buscan evitar disminuir cualquier estrés al cultivo, ya que de producirse, afectarán su crecimiento y competirá de manera ineficiente con las malezas.

En términos generales, estas labores pueden pasar inadvertidas sobre el efecto que pueden causar en las malezas pero cualquier medida que favorezca un

desarrollo inicial rápido de las plantas de arándano, ayudará a que compita mejor con muchas malezas.

Control biológico

Corresponde a la utilización de organismos vivos para disminuir la población de malezas a niveles en los cuales no alcanza un daño económico. Aquí se produce sólo una regulación en la población de la maleza, sin que desaparezca por completo. Como el control biológico es específico, no hay agentes biocontroladores de malezas específicas del arándano, sino que más bien para malezas que han escapado al control cultural y ya tiene una diseminación generalizada en todo tipo de suelos y ambientes. En Chile son conocidos algunos casos de biocontroladores introducidos como los insectos *Chrysolina quadrigemina y C. hyperici* para la hierba de San Juan (*Hypericum perforatum* L.); del hongo *Phragmidium violaceum* para la zarzamora (*Rubus* spp.); del hongo *Uromyces galegae* para galega y de los insectos *Apion ulicis, Agonopterix ulicetella* y del ácaro *Tetranychus lintearius,* todos como biocontroladores del espinillo (*Ulex europaeus* L.). Cualquiera de estas malezas que apareciera en una plantación de arándano es sinónimo de muy mal manejo, ya que las factibles de hacerlo, galega, hierba de San Juan o zarzamora, deberían ser rápidamente controladas al aparecer los primeros ejemplares.

Control mecánico

El control mecánico se refiere a cualquier método que tenga por objetivo terminar el contacto suelo-planta y por lo general hay una destrucción física de las malezas o un impedimento físico de su crecimiento. Los más comunes corresponden al control manual, la pica con azadón y al uso de cultivadores u otro implemento como flameo o cubiertas.

Para el caso del arándano, es muy importante la ausencia de malezas en dos etapas, desde febrero a mayo y desde agosto a diciembre, y como no es factible lograr esto sólo con herbicidas, es importante complementarlo con control mecánico; pero teniendo en cuenta ciertos aspectos como su gran efecto y eficiencia sobre las

malezas anuales, mientras que las malezas perennes tienen sólo un retraso en su crecimiento y dentro de éstas, las que tienen propágulos vegetativos aumentarán su diseminación. Por otra parte, la remoción del suelo por sí sola estimula la germinación de nuevas malezas al exponer semillas a la luz. A esto se suma el inconveniente del alto costo de este tipo de control y la lentitud cuando el huerto ya ha sido invadido por malezas perennes, por lo que es recomendable cuando se observan en baja población y no esperar que estén totalmente diseminadas.

El uso de mulch o cubiertas sobre la hilera de plantación es importante ya que disminuye la llegada de luz al suelo y así disminuye la germinación de semillas de malezas que se encuentran en la superficie, aunque, como ya se dijo, no tiene efecto sobre los propágulos. Ensayos realizados en arándanos orgánicos en la Provincia de Ñuble indican que es factible el uso de paja de trigo, corteza o aserrín de pino y cascarilla de arroz, con aumentos de rendimiento respecto a no controlar, pero este aumento es menor en relación a los herbicidas. Destacable es el uso de mallas antimalezas, que pese a su alto costo tiene un excelente control durante los primeros años, y se logran altos rendimientos, con la salvedad que es necesario controlar malezas alrededor del cuello (Cuadro 7.1, Figuras 7.1-7.3).

Control químico

El uso de productos químicos es una práctica que se ha generalizado en la agricultura tecnificada debido principalmente a que su bajo costo lleva a una alta relación beneficio/costo. La producción de arándanos no escapa a esto, pero en la práctica no existe gran cantidad de herbicidas que se pueda utilizar en todas las épocas de desarrollo de una plantación, por lo que es necesario considerar a los herbicidas como un complemento a otros sistemas de control. Por otra parte, las malezas son muy poco consideradas previo al establecimiento de los arándanos y por lo general no hay una preocupación adecuada como con los otros problemas sanitarios. Una de las mayores fallas en este aspecto es que la preocupación por las malezas comienza un par de años después que la plantación está establecida, en especial cuando ya hay una gran población de malezas perennes, que no son fácilmente controladas.

Por tal motivo, un adecuado sistema de manejo en arándanos, debería partir con un control químico al menos en dos etapas: antes de establecer la plantación y después de la plantación.

MANEJO PREVIO AL ESTABLECIMIENTO

El manejo antes de establecer un arandanal apunta sobre todo al control de las especies de reproducción vegetativa, es decir las malezas perennes, ya que una vez establecido el huerto su control se hace muy difícil. Esto también es importante para los productores orgánicos que deberían ejecutar esta labor antes de convertirse a orgánicos, ya que después de hacerlo no les es factible el uso de herramientas químicas. Para esto es aconsejable partir la temporada anterior con la elección de un sitio que de preferencia tenga baja población de este tipo de malezas, o caso contrario hay que permitirles un cierto desarrollo para utilizar herbicidas sistémicos no selectivos del tipo glifosato o aminotriazol. También es factible utilizar mezclas de glifosato + hormonales para especies que tengan cierta tolerancia al glifosato solo, como siete venas, hierba del chancho u otras. De aplicar estas mezclas, hay que considerar que los hormonales tienen cierta residualidad en el suelo por lo que debe transcurrir un tiempo antes de la plantación de los arándanos, cosa que no ocurre con glifosato o los de contacto a base de paraquat o glufosinato.

Para la destrucción de malezas perennes provenientes de propágulos vegetativos, es también factible ayudarse con elementos de labranza que no seccionen los propágulos vegetativos, si no que más bien los arranquen y los depositen sobre la superficie del suelo para que queden expuestos a la deshidratación. Este tipo de labores debería hacerse al menos una temporada antes ya que las malezas perennes responden mejor a los herbicidas cuando éstos se aplican cercano a floración, o al menos que tengan bastante desarrollo como para que absorban suficiente producto como para translocar hacia las estructuras subterráneas. Si estos productos se aplican en sus primeros estados de desarrollo deberá aplicarse en varias oportunidades, ya que plantas pequeñas no absorben gran cantidad de herbicidas por su escasa superficie foliar y habrá un continuo rebrote.

MANEJO DESPUÉS DE ESTABLECIDO

El uso de herbicidas después de la plantación debería considerar el control de las especies apenas aparezcan los primeros ejemplares y no esperar a que hayan invadido toda la plantación. En este caso, una decisión importante es la metodología de manejo entre las hileras. Lo más recomendable es mantener algún tipo de cubierta vegetal ya que tiene muchas ventajas en comparación al control permanente de la vegetación presente. Entre ellas está disminuir la erosión, facilitar el tránsito de maquinaria en épocas lluviosas, aportar materia orgánica al suelo, evitar el polvo en suspensión durante la cosecha, entre otras. A pesar que la mayoría de los productores utiliza como práctica el corte de la vegetación natural para mantener una cubierta entre las hileras, su uso no es aconsejable debido a que los continuos cortes producen una presión de selección y un aumento de las malezas rastreras. Como se mencionó antes, varias de estas especies tiene un crecimiento a base de rizomas y estolones por lo que continuamente están creciendo hacia las hileras plantadas, lugar donde se riega y fertiliza en épocas críticas, por lo que en un par de años tiene invadido el sector de las plantas productivas.

Una vez elegido el sistema de manejo entre las hileras es necesario el control sobre las hileras, apuntando siempre a evitar la dominancia de especies perennes. El uso de herbicidas suelo-activos sobre la hilera es posible y recomendable cuando se espera alta población de malezas anuales, pero su efecto sobre las estructuras vegetativas es restringido y sólo algunas de ellas pueden ser afectadas. Como gran parte de los arándanos están plantados sobre camellones, previo a aplicar herbicidas suelo-activos es necesario revisar que no haya raíces expuestas como efecto de las lluvias invernales que pudiesen provocar erosión en los camellones. Al momento de aplicar el suelo debe estar sin malezas ni residuos que impidan el contacto del herbicida con el suelo. De haber malezas presentes al momento de aplicar, favorecería la aplicación de algún herbicida post emergente en mezcla con el suelo-activo a la hilera de plantación o deberían controlarse antes. En este caso los productos deben aplicarse lo más tarde posible en invierno, pero antes que se inicie el término de la latencia de las plantas de arándano, ya que si hay peligro que éstas se afecten por absorber producto.

Cuadro 7.3. Herbicidas registrados para usar en arándanos en Chile, según Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), 2012.

Ingrediente activo	Producto comercial	Grupo químico	Mecanismo de acción	Modo de acción
Post Emergentes				
Glifosato	Atila; Bingo 48 SL; Faena FG; Panzer Gold;Glifosato Du Pont; Glifospec 48% SL; Glifospec 75 SG; Rango 75 WG; Rango 480 SL; Rango Full; Roundup Amonio; Roundup Amonio; Roundup FG; Roundup Ultramax; Titan SG; Touchdown IQ; Touchdown IQ 500 SL; Touchdown IQ 500	Glicinas	Inhibidor enzima EPSPS	Sistémico, no selectivo; controla hoja angosta y ancha
Aminotriazol/ Tiocianato de amonio	Azote Plus	Triazoles/ sales de amonio	Inhibidor de carotenoides	Sistémico, no selectivo, controla hoja ancha y angosta
MCPA	MCPA 750 Sl	Fenoxiacéticos	Hormonal	Sistémico, no selectivo, controla hoja ancha
Cletodima	Centurion 240 EC; Centurion Super; Aquiles 24 EC	Ciclohexano-diona	Inhibidor enzima ACCasa	Sistémico, selectivo, controla gramíneas
Quizalofop - etil	Flecha 9.6 EC	Aryloxifenoxi-propionatos	Inhibidor enzima ACCasa	Sistémico, selectivo, controla gramíneas
Quizalofop-P-etil	Assure Pro	Aryloxifenoxi-propionatos	Inhibidor enzima ACCasa	Sistémico, selectivo, controla gramíneas
Quizalofop-P-tefurilo	Sector - T	Aryloxifenoxi-propionatos	Inhibidor enzima ACCasa	Sistémico, selectivo, controla gramíneas
Tepraloxydim	Aramo	Ciclohexano-dionas	Inhibidor enzima ACCasa	Sistémico, selectivo, controla gramíneas
Fluazifop butil	Hache Uno 2000 175 EC	Fenoxipropio-nato	Inhibidor enzima ACCasa	Sistémico, selectivo, controla gramíneas
Diquat	Reglone	Bipiridilios	Inhibidor fotosíntesis I	Contacto, no selectivo; controla gramíneas y hoja ancha
Paraquat	Kazaro 276 SL15-03-2013 Nuquat; Paraquat 276 SL; Paraquat 27,6 SL Agrospec; Roaster; Gramoxone Super; Paraquat 276	Bipiridilios	Inhibidor fotosíntesis I	Contacto, no selectivo; controla gramíneas y hoja ancha

Continuación Tabla 7.3.

Ingrediente activo	Producto comercial	Grupo químico	Mecanismo de acción	Modo de acción
Paraquat/ Diquat	Farmon	Bipiridilios	Inhibidor fotosíntesis I	Contacto, no selectivo; controla gramíneas y hoja ancha
Glufosinato de amonio	Basta 14 SL	Ácidos fosfínicos	Inhibidor enzima GS	Contacto, no selectivo; controla gramíneas y hoja ancha
Pre Emergentes				
Diclobenilo	Casoron G	Benzonitrilo	Inhibidor pared celular	Sistémico, residual, controla hoja ancha y gramíneas
Diuron	Diuron 80 % WP; Dazzler 50 SC; Dogma 800 WG	Ureas	Inhibidor fotosíntesis II	Suelo activo; controla hoja ancha y algunas gramíneas
Oryzalin	Surflan A.S.	Dinitroanilinas	Inhibidor división celular	Suelo activo: controla gramíneas y hoja ancha
Oxifluorfen	Goal 2 EC; Tango 24 EC	Difeniléteres	Inhibidor enzima PPO	Contacto, suelo activo; controla gramíneas y hoja ancha
Pendimetalin	Spectro 33 EC; Spectro 40 EC	Dinitroanilinas	Inhibidor división celular	Suelo activo; controla gramíneas y algunas de hoja ancha
Terbutilazina	Terbutilazina 500 Sc; Click 75 DF	Triazinas	Inhibidor fotosíntesis II	Suelo activo
Simazina	Simazina 500 SC; Simazina 90 WG	Triazinas	Inhibidor fotosíntesis II	Suelo activo

Mención de nombre comercial no significa preferencia sobre otro producto de igual ingrediente activo. Preferir productos registrados para el cultivo, a pesar que otro de igual ingrediente activo puede usarse. EPSPS: enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa; ACCasa: enzima acetil coenzima A carboxilasa; GS: enzima glutamina sintetasa; PPO: enzima protoporfirinógeno oxidasa.

Como el control de malezas perennes se realiza principalmente en primavera-verano, es factible utilizar productos no selectivos pero aplicados en forma dirigida, ya que si se depositan en alguna parte verde de las plantas de arándano o tejido no lignificado, se pueden producir daños irreversibles (Figura 7.8). Este cuidado también debe tenerse en caso de mezclar un suelo activo con algún herbicida post emergente.

Figura 7.8. Aplicación de herbicida sistémico no selectivo a plantación de arándano con pantalla.

8 INSECTOS PLAGA DE IMPORTANCIA ECONÓMICA ASOCIADOS AL ARÁNDANO

Ernesto Cisternas A.[1]
Ingeniero Agrónomo Dr.

INTRODUCCIÓN

La asociación insecto-planta de arándano es relativamente nueva en el país desde su introducción por el INIA en la década del 80. El incremento sostenido de la superficie cultivada y las nuevas variedades han permitido la incorporación de nuevas zonas y áreas productivas, por ello aún observamos y detectamos nuevas asociaciones. Considerando que la producción y exportación del arándano crece sostenidamente, las medidas de manejo sanitario deben permitir la ausencia de insectos. Actualmente el área de distribución productiva en el país se ha extendido desde la Región de Coquimbo hasta la Región de Los Lagos, asociado a diferentes condiciones edafoclimáticas, agroecológicas y de biodiversidad. El objetivo de este capítulo es entregar información que permita a los usuarios profesionales, técnicos y agricultores una aproximación a una mejor identificación de los principales problemas entomológicos y acercarnos a la filosofía de una estrategia de manejo integrado de plagas.

GUSANOS BLANCOS
(Coleoptera: Scarabaeidae) Pololos, pololitos, San Juanes

Figura 8. 1. Gusanos blancos. A) Adultos, B) larvas y raíces dañadas, C) daño en hojas, D) larva de escarabeido.

[1]INIA La Cruz, Chorrillos 86, Quillota (ecistern@inia.cl).

Hylamorpha elegans, *Sericoides* spp., *S. viridis*, *S. obesa*, *Brachysternus prasinus*, *B. spectabilis*, *Phytholaema herrmanni*, *P. dilutipes* y *Tomarus villosus* serían las especies más frecuentes que conforman el conjunto de gusanos blancos. La mayoría de las especies desarrolla su ciclo en 1 año. El adulto se alimenta principalmente del follaje de árboles y arbustos nativos y en menor medida del follaje del arándano, salvo las especies de *Sericoides* que presentan una mayor fagia en el cultivo. La hembra una vez apareada se introduce en el suelo y deposita aproximadamente unos 60 huevos blancos. Las larvas de estas especies se encuentran regularmente en la sobre hilera, junto a las raíces de las plantas y en la entre hilera asociada a la carpeta vegetal. Las larvas se alimentan de raíces y raicillas del arándano sobre la hilera o camellón, lo que produce un debilitamiento general e incluso la muerte de plantas jóvenes. Las heridas producidas por las mordeduras son puerta de ingreso de enfermedades. Las plantas atacadas muestran síntomas de estrés hídrico y menor crecimiento. El mayor daño se observa en plantas recién establecidas y menores de 4 años (Figura 8.1).

Monitoreo. Antes del establecimiento se debe revisar unas 20 muestras de suelo (cubos de 20 × 20 × 30 cm de profundidad) por sector. Durante el cultivo, a plantas con síntomas de déficit hídrico, amarillez e incluso rojizas, debe revisarse su sistema radical y descartar daños radicales y presencia de insectos. La detección temprana de las larvas de este insecto se debe hacer entre fines de verano y otoño a través de la revisión de muestras de suelo de la sobre hilera.

Control cultural. Los gusanos blancos presentes en el suelo deben combatirse antes de la plantación. El laboreo del suelo y la incorporación de insecticidas antes de la plantación reducirán la densidad de larvas antes de la plantación. Si el cultivo presenta una cubierta de plástico, la incidencia será menor en comparación a otro tipo de mulch.

Control natural. Estos insectos son controlados naturalmente por aves, avispas y moscas parasitoides, hongos entomopatógenos y algunos depredadores.

Control biológico. Aplicación preventiva y curativa de hongos entomopatógenos específicos para las especies detectadas e identificadas correctamente en el cultivo.

Control químico. Se deberá aplicar un insecticida de suelo incorporándolo cuando se hayan detectado larvas antes de la plantación. Una medida de control eficaz es aplicar insecticidas registrados respetando los períodos de carencia para el control de los adultos.

BURRITOS
(Coleoptera: Curculionidae) Cabrito, burrito, capachito, gorgojo

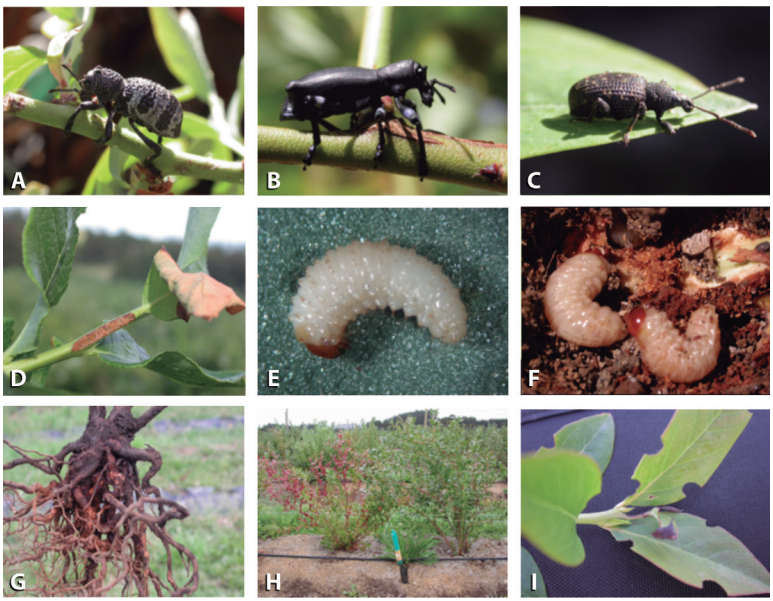

Figura 8.2. Burritos-Cabritos. A), B) y C) adultos, D) daño por cabrito en ramilla de arándano, E) y F) larvas, G) y H) ataque de curculiónidos, en raíces y plantas, I) daño por burritos en hojas.

Aegorhinus superciliosus, *Aegorhinus nodipennis*, *Aegorhinus phaleratus*, *Otiorhynchus sulcatus*, *Otiorhynchus rugosostriatus*, *Naupactus xanthographus*, *Graphognatus leucoloma* y *Naupactus cervinus*, serían las principales especies presentes en el cultivo. Los estados adultos se encuentran en el campo desde fines de primavera hasta principios de otoño según la especie. Las especies *O. sulcatus* y *O. rugosostriatus* son de actividad nocturna a diferencia de las otras especies, que son de actividad diurna. *Otiorhynchus sulcatus* y *O. rugosostriatus* pueden invernar como adulto e iniciar la postura de huevos temprano en la temporada siguiente a su emergencia (Figura 8.2).

Sus tamaños, coloridos y formas son variables según la especie, pero fácilmente identificables. La alimentación de los adultos ocurre principalmente en las hojas produciendo características escotaduras en ellas, a diferencia de las especies de *Aegorhinus* que pueden cortar los pecíolos de hojas y frutos y en menor medida consumir follaje. El estado larval presenta en común la ausencia de patas, siendo el estado del insecto que produce los mayores daños a la planta, ya que consumen y dañan raíces, raicillas y coronas. Por las heridas ingresan patógenos que pueden producir la muerte de la planta. El ciclo de estos insectos es anual y en algunos su desarrollo supera 15 meses. La emergencia de los adultos comienza a fines de primavera, concentrándose en los meses de verano.

Monitoreo. Antes del establecimiento se deben revisar unas 20 muestras de suelo (cubos de 20 × 20 × 30 cm de profundidad) por sector. Durante el cultivo deben revisarse plantas con síntomas de déficit hídrico, amarillez e incluso rojizas, descartar daños radicales y presencia de insectos.

Control cultural. Los burritos deben combatirse antes de la plantación. La sanidad de las plantas en origen y procedencia en relación a los burritos es muy importante ya que se puede infestar un huerto de especies nuevas. Revisar el cultivo para detectar adultos provenientes de bordes boscosos. No usar suelos con infestaciones comprobadas sin hacer rotaciones largas.

Control natural. Grillos, moscas parasitoides, avispas parasitoides, aves silvestres, hongos entomopatógenos.

Control biológico. Hongos entomopatógenos específicos para algunas de las especies.

Control químico. Se deberá aplicar un insecticida de suelo incorporándolo cuando se hayan detectado larvas. El combate de los adultos se debe realizar con insecticidas registrados y respetando los períodos de carencia.

TRIPS

(Thysanoptera: Thripidae) Trips, trips de las flores, trips de la cebolla, trips negro de las flores

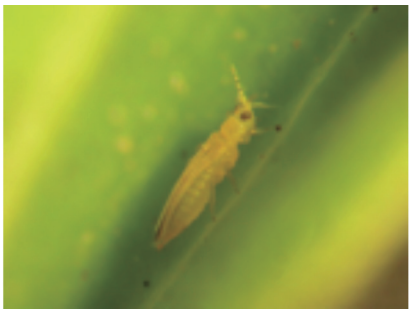

Figura 8.3. Adulto de trips *Frankliniella occidentalis*.

Frankliniella occidentalis, *Thrips tabaci*, y *Frankliniella australis* serían las principales especies asociadas al cultivo. Estos insectos son de muy pequeño tamaño y de apariencia frágil, al estado adulto pueden variar entre 0,8 y 2 mm, presentan dos pares de alas membranosas delgadas y pilosas. Cuerpo cilíndrico de apariencia frágil. Algunas de estas especies no son fáciles de distinguir a nivel de campo. De reproducción sexual y por partenogénesis, las hembras insertan los huevos ovoides, brillantes y transparentes bajo los tejidos vegetales, encastrados en ramillas tiernas de crecimiento estacional, estructuras florales, pedúnculos y frutos. De ellos emerge la larva o ninfa I de color blanco hialino tornándose posteriormente amarillento. La larva o ninfa II es amarillenta que luego muda y da origen a una prepupa que luego de un breve período da origen a una pupa, las cuales no se alimentan y luego de una semana emerge un nuevo adulto muy activo. El ciclo de vida se puede completar en 15 a 20 días y dependiendo de las condiciones climáticas pueden mantenerse activos todo el año o hibernar como adulto. Las larvas y los adultos son los estados que se alimentan de los tejidos tiernos a través de su estilete, son vectores de enfermedades ya que pueden transportar hongos, bacterias y virus. Los adultos también se alimentan de polen. Los daños cosméticos causados por la ovipostura y/o por efecto de la alimentación de las larvas y adultos, producirá russet y puntuaciones en frutos (Figura 8.3).

Monitoreo. Para detectar presencia y determinar densidades se deben tomar 100 flores por hectárea, sacudirlas sobre una superficie negra y plana y contar el número

de individuos. Este monitoreo se puede repetir cada 10 ó 15 días, dependiendo de las poblaciones y época del año. Se desconoce umbral de control.

Control cultural. Mantener el huerto con una reducida presencia de malezas o plantas hospederas tales como correhuela, yuyo, rábano, diente de león, etc., para reducir poblaciones y mantener enemigos naturales.

Control natural. Otros trips depredadores, crisopas, chinches y ácaros.

Control biológico. *Orius* spp.

Control químico. Aplicar productos registrados en las dosis y épocas de ataque.

CUNCUNILLAS NEGRAS
(Lepidoptera: Hepialidae) Polillas fantasmas

Figura 8.4. A) Cuncunilla negra y B) daño a nivel de cuello en planta de arándano.

Dalaca pallens y *D. variabilis* son especies nativas que presentan una generación al año. Los adultos son mariposas de vuelo crepuscular y nocturno. Ellas ponen entre 1000 y 2000 huevos sobre el suelo. Al cabo de 28 días eclosionan cuncunillas de 1 mm que en un período de 9 a 10 meses alcanzan largos de 5 a 6 cm. La larva o cuncunilla vive en el suelo donde construye una galería que ocupa durante el día. En la noche las cuncunillas salen de su galería y se alimentan a nivel del cuello de las plantas herbáceas y arbustivas. El daño característico más severo es el anillado del cuello de las plantas a ras y hasta 3 cm sobre el suelo, produciéndose en el área cortada callos de gran tamaño. Plantas menores de 3 años y ramillas nuevas de plantas mayores anilladas mueren tras el ataque (Figura 8.4). Los ataques

regularmente ocurren tarde en la temporada cuando las cuncunillas migran desde la entre hilera y se establecen bajo la plantas. La presencia de malezas en el cuello y camellón favorecerán su incidencia. Ataques a plantaciones mayores de 4 años producen sólo la pérdida de ramas productivas que cambian de color (amarillo a rojizo). Los ataques se inician en el verano con el establecimiento del insecto en la entre y sobre hilera bajo la cobertura vegetal o rastrojos.

Monitoreo. Revisar unas 20 muestras de suelo (cubos de 20 × 20 × 20 cm de profundidad) por cuartel o sector tomadas en la entre hilera desde fines de Mayo a comienzos de Julio. Aplicar medidas de control cuando la densidad de la plaga supere las 20 larvas/m^2. Las plantas pequeñas o menores de 3 años serían las más susceptibles a la plaga.

Control cultural. El manejo del suelo y pre-cultivo antes de la plantación permitirán una baja presencia o ausencia de la plaga.

Control natural. Aves silvestres, insectos carábidos, hongos entomopatógenos, virus y nematodos entomoparásitos.

Control biológico: Hongo entomopatógeno BioINIA.

Control químico. Diversos productos químicos registrados del grupo de los piretroides.

GUSANOS CORTADORES
(Lepidoptera: Noctuidae) Polillas nocturnas

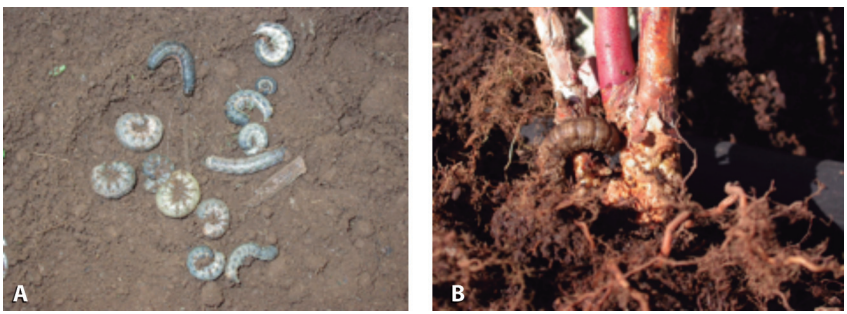

Figura 8.5. A) Larvas de gusanos cortadores y B) larva en cuello de planta de arándano.

Agrotis ipsilon y *Peridroma saucia* presentan entre una y tres generaciones al año. Los adultos son mariposas de vuelo crepuscular y nocturno con una alta capacidad de dispersión. Presentan una gran capacidad de adaptación a diversas condiciones y hospederos. Las mariposas viven entre 1 y 2 semanas, período en el cual ponen entre 1000 y 2000 huevos esféricos estriados, en pequeños grupos o aislados, sobre las hojas del cultivo y malezas generalmente en el envés, además sobre la hojarasca o en el suelo. Cuando las larvas son pequeñas se alimentan sobre el follaje; pero cuando crecen se ocultan en el suelo entre 5 y 10 cm de profundidad. Durante la noche son muy activas desplazándose y alimentándose del cuello de las plantas (Figura 8.5). Regularmente los daños de los gusanos cortadores se localizan en el cuello de las plantas a ras y bajo el suelo (anillado), siendo las plantas recién establecidas las que presentan mayores daños. Cuando las plantas son mayores (3 a 4 años) los daños son mínimos.

Monitoreo. Revisar unas 20 muestras de suelo (cubos de 20 × 20 × 20 cm de profundidad) por cuartel o sector tomadas en la sobre hilera durante otoño, invierno y primavera. Aplicar medidas de control cuando la densidad de la plaga supere 0,2 larvas/planta Las plantas pequeñas o menores de 3 años serían las más susceptibles a la plaga.

Control cultural. Antes de la plantación el manejo del suelo y pre-cultivo permitirán una baja presencia o ausencia de la plaga. Controlar las malezas.

Control natural. Aves silvestres, insectos carábidos, parasitoides y nematodos entomoparásitos.

Control biológico. Parasitoides bracónidos y taquínidos de larvas. Los huevos son atacados por microavispas del género *Trichogramma*. Las larvas pueden ser controladas con productos comerciales en base a *Bacillus thuringiensis*.

Control químico. Diversos productos químicos registrados del grupo de los piretroides.

PULGONES

(Hemiptera: Aphididae) Pulgón del melón y pulgón rosado

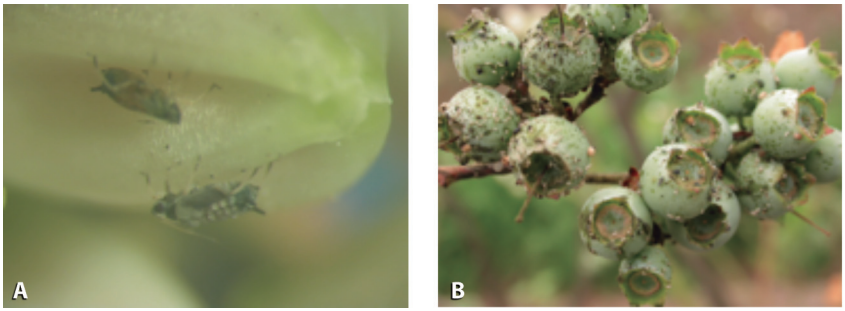

Figura 8.6. A) Adultos de pulgones en flor de arándano y B) racimo de frutos infestado.

Aphis gossypii y *Macrosiphum* spp. *Aphis gossypii* tiene muchas generaciones durante 1 año. Dependiendo de las temperaturas puede completar una generación en 8 días. Estos pequeños insectos de cuerpo blando forman colonias entre los racimos desde floración hasta término de cosecha y posteriormente entre los tejidos tiernos y flores de remonta. La colonización del huerto se inicia en la primavera con la llegada de hembras aladas, éstas son vivíparas y depositan sus crías (60) entre las ramillas y flores, formando densas colonias en muy poco tiempo; cuando ello ocurre, los individuos alados migran hacia otras plantas (Figura 8.6). Este tipo de insecto constituye un grupo de significancia económica. El daño más relevante dice relación con el manchado de la fruta con mielecilla exudada y fumagina, así como la transmisión de virus. Ataques intensos pueden producir la caída de flores y reducción del crecimiento de brotes nuevos.

Monitoreo. Los ataques de pulgones son rápidos y dinámicos dependiendo de la época. El monitoreo deberá realizarse previo a la floración y sobre brotes tiernos desde fines de invierno y primavera. Tomar 100 ramilletes florales/ha al inicio de la brotación en primavera, tomar medidas de control si la presencia de pulgones supera 10%.

Control cultural. No sobre fertilizar con nitrógeno.

Control natural. Varios son los agentes de control natural que regulan las poblaciones de los pulgones (chinitas, avispas parasitoides, sírfidos, hongos

entomopatógenos, etc.) Se estima que cuando sobre 30% de los pulgones está parasitado y además hay presencia de otros enemigos naturales, se deben respetar estos agentes no aplicando insecticidas de amplio espectro o seleccionando insecticidas que respeten los enemigos naturales.

Control biológico. Existen varios agentes de control natural como parasitoides (*Aphidius* spp.) y depredadores que sobrepasan el 90% de control a mediados de primavera en la zona central. Estos agentes pueden ser multiplicados en laboratorio para el control de pulgones, pero deben ser solicitados a las empresas productoras de controladores biológicos con antelación a las épocas de liberación.

Control químico. Aplicar insecticidas sistémicos principalmente, respetando dosis, épocas, registro y carencias.

ENROLLADOR DE LAS HOJAS
(Lepidoptera: Tortricidae) Eulias, Proeulias

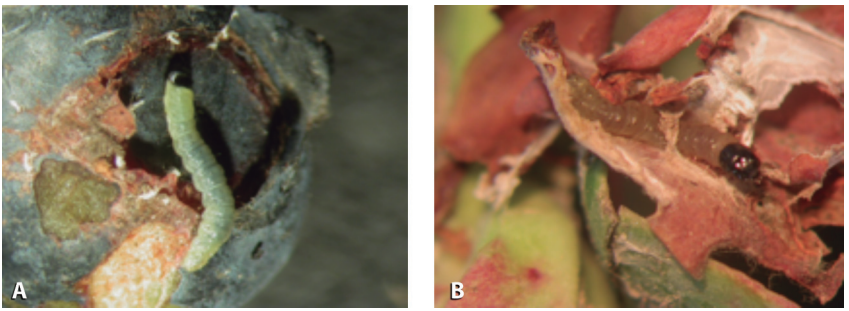

Figura 8.7. A) Larva de *Proeulia* en fruto y B) en hoja de arándano.

Proeulia spp. Estas especies de mariposas nativas tendrían a lo menos dos a tres generaciones al año, las que podrían ser alternadas en distintos hospederos. La mayor relevancia es su condición cuarentenaria. Su incidencia sobre el cultivo ha sido regularmente baja, sin embargo la tasa de rechazos es alta. Se estima que son varias las especies asociadas al cultivo. Estas mariposillas nocturnas de 2 cm de expansión alar presentan vistosos colores ocres, dorados, café y naranjo con algunas bandas blancas y grises. Las hembras ponen sus huevos blancos en grupos sobre las hojas, a medida que transcurren los días los huevos se tornan

amarillentos, anaranjados y algo negruzcos previo a la eclosión. Entre los 10 y 12 días eclosionan larvitas de 1,5 mm que en su desarrollo máximo alcanzan entre 2 y 2,5 cm. Las pupas se encuentran entre las hojas enrolladas. En la primavera y verano es posible encontrar hojas enrolladas y frutos dañados externamente por larvas (Figura 8.7).

Monitoreo. A fines de otoño se han detectado larvas de primeros estadios atacando yemas. Desde inicio de primavera y a través de un análisis visual de 100 brotes por cuartel, cuantificar la presencia de daños en el follaje y/o detección de larvas en los racimos de fruta.

Control cultural. Retirar material de poda del huerto.

Control natural. Regularmente larvas y pupas se encuentran parasitadas, siendo avispas bracónidos y moscas taquínidos las más comunes.

Control biológico. Aplicación curativa de *Bacillus thuringiensis* (comercial).

Control químico. Aplicar insecticidas registrados respetando los períodos de carencia es una medida de control eficaz para el control de larvas cuando más de 2% de los brotes presenta daños en follaje.

CHANCHITOS BLANCOS
(Hemiptera: Pseudococcidae)

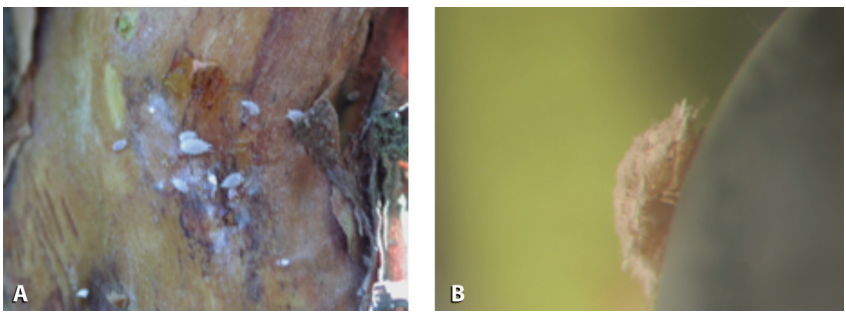

Figura 8.8. A) Adultos y ninfas de chanchito blanco sobre planta y bajo la corteza y B) sobre fruto de arándano.

Pseudococcus viburni, *P. calceolariae*, *P. longispinus* y *P. cribata*. Durante el año se producen entre 3 y 4 generaciones. La dificultad de identificación de los estados inmaduros de estas especies los hace particularmente cuarentenarios. Su cuerpo es de consistencia blanda, oval y aplanada. Se encuentran cubiertos de cera blanquecina que a veces deja ver la coloración rosada o grisácea del cuerpo. En el contorno presentan filamentos de cera que son de mayor tamaño en la parte posterior. Los huevos (200 a 300) de color amarillo-anaranjado se protegen en masas algodonosas de cera (ovisaco). Las ninfas móviles que eclosionan de los huevos se distribuyen hacia distintas partes de la planta. Durante el invierno los insectos adultos y juveniles se ubican principalmente bajo el suelo, entre las raíces de las plantas y en la base del tronco bajo la corteza. Durante la primavera y verano colonizan los racimos y la fruta (Figura 8.8).

Monitoreo. Las trampas de cartón corrugado puestas en el tronco son una muy buena herramienta para su monitoreo y detección. Las malezas son importantes fuentes de infestación natural. Se deben analizar 20 trampas por cuartel desde inicio de primavera. Cuantificar la presencia en el cuello, follaje y detección en los racimos de fruta, según la época.

Control cultural. Retirar material de poda del huerto. Controlar malezas en cuello, camellón y borde de camellón. Combatir las hormigas.

Control natural. Varios agentes de control natural producen una muy buena regulación de las especies, conformada por parasitoides y depredadores.

Control biológico. Liberación de parasitoides y depredadores según las especies determinadas en el huerto. Aplicación de hongos entomopatógenos seleccionados BioINIA. El control de hormigas es fundamental para la eficacia de los enemigos naturales y controladores biológicos.

Control químico. Una medida de control eficaz para el control de la plaga es aplicar insecticidas registrados respetando los períodos de carencia cuando más de 2% de las plantas presenta el insecto plaga.

CHINCHE PARDA DE LOS FRUTALES
(Hemiptera: Coreidae)

Figura 8.9. A) Adulto de chinche parda y B) ninfas sobre frutos de arándano.

Leptoglossus chilensis tiene una generación al año. Los adultos presentan un cuerpo café opaco, delgado, de hasta 15 mm con antenas y patas largas. Posterior al apareamiento la hembra inicia la postura característica de sus huevos en forma de cadena, pegados a las ramillas, hojas, y frutos de arándano en menor medida. De los huevos rectangulares color pardo eclosan pequeñas ninfas negras-rojas, que a primera vista semejan arañas. Regularmente se encuentran agrupadas sobre el follaje y racimos de fruta (Figura 8.9). La colonización del huerto se inicia con la llegada de los adultos hibernantes desde las plantas nativas. El vuelo de dispersión lo iniciarían cuando aumentan las temperaturas, temprano en la primavera. Se le encuentra asociado a muchas plantas nativas que ocupan los contornos de los huertos en la zona central como litre, boldo, quillay, peumo, además de muchos otros hospederos cultivados introducidos. No se ha encontrado daño sobre hojas y frutos, salvo en fruta sobremadura. Las densidades en que se encuentra regularmente son bajas y estacionales. Con regularidad las densidades serán mayores en los sectores donde existen hospederos nativos. Su importancia mayor es cuarentenaria.

Monitoreo. Análisis visual del follaje desde inicio de primavera a través de una revisión puntual de 50 a 100 plantas/cuartel. Cuantificar la presencia en el follaje y en los racimos de fruta, según la época. Se desconocen umbrales de aplicación.

Control natural. Dos parasitoides regulan naturalmente su población al estado de huevo y adulto.

Control químico. Aplicar insecticidas registrados y respetando los períodos de carencia, la eficacia del control de la plaga es suficiente a satisfactoria.

AVISPA BARRENADORA DE LOS BROTES (Hymenoptera: Tenthredinidae)

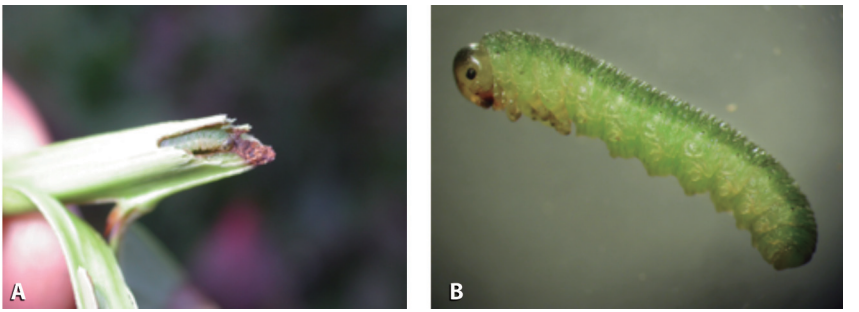

Figura 8.10. A) Ramilla de arándano horadada por larva de avispa barrenadora y B) larva hibernante.

Ametastegia glabrata es una especie introducida accidentalmente, fue detectada en el sur del país en 1986 atacando frambuesos. Este insecto presentaría hasta tres generaciones al año. Su área de distribución actual ocurre entre las Regiones del Maule y Los Lagos, probablemente se ha visto incrementada por el movimiento de plantas. Los adultos son avispas de entre 0,6 y 0,8 cm de color negro y patas anaranjadas. La hembra deposita sus huevos de apariencia aplastada sobre las hojas de especies malezas poligonáceas, como duraznillo, romaza y vinagrillo. La larva verde con tres pares de patas verdaderas y siete pares de falsos pies, se alimenta del envés del follaje de las malezas hasta que alcanza su máximo crecimiento 1 a 1,5 cm, momento en cual migra a lugares donde construir una cámara para hibernar como larva, pupar en primavera y emerger como avispa en primavera (Figura 8.10). El mayor daño de este insecto ocurre desde fines de verano y otoño cuando la larva busca un lugar para hibernar, horadando los brotes tiernos de crecimiento estacional del arándano. Su importancia mayor se da en plantaciones nuevas y principalmente donde no se han controlado las malezas indicadas. El control de las malezas hospederas es la mejor estrategia de manejo y control del insecto.

Monitoreo. La revisión de las plantas hospederas malezas es una muy buena herramienta para su monitoreo y detección. Las malezas son la fuente de infestación. Desde Marzo a Mayo (otoño) ocurre la colonización del insecto en las ramillas de las plantas.

Control cultural. Retirar material de poda del huerto. Controlar malezas poligonáceas en el cuello, camellón y borde de camellón.

Control natural. Sin información.

Control químico. Aplicar insecticidas registrados respetando los períodos de carencia.

9 MANEJO DE COSECHA Y POSCOSECHA EN ARÁNDANO

Bruno Defilippi[1]
Ingeniero Agrónomo, PhD.
Paula Robledo[1]
Ingeniero Agrónomo
Cecilia Becerra[1]
Ingeniero Agrónomo

INTRODUCCIÓN

Al igual que en otras frutas, dentro de la cadena de manejo para la producción de arándano, la etapa de poscosecha de la fruta constituye un punto clave para llegar al consumidor con un producto de calidad. Calidad que está definida por una serie de factores como color, firmeza, ausencia de daños, balance dulzor/acidez y aroma. Existe una gran gama de variedades que hoy son cultivadas a nivel comercial que pueden diferenciarse en muchos aspectos, incluyendo hábito de crecimiento, fecha de producción, sabor, entre otros. Además es importante considerar que el comportamiento en poscosecha puede ser distinto entre variedades, ya que éstas pueden presentar un metabolismo distinto en lo que dice relación con respiración y producción de etileno, susceptibilidad a pudriciones, firmeza a la cosecha y poscosecha, relación azúcar/ácidos, etc. Sin embargo, existe un punto común para todas ellas, y es que se caracterizan por ser muy perecibles después de cosecha. Entre las principales causas de deterioro en arándano están: pudriciones, deshidratación, pérdida de firmeza, pérdida de apariencia, desarrollo de desórdenes y calidad sensorial.

Por lo tanto, el desafío de llegar con un producto de calidad es aún mayor bajo nuestras condiciones, ya que los principales mercados consumidores se encuentran distantes (EE.UU., Europa) por lo cual la fruta debe mantener su integridad y calidad por un período prolongado.

[1]INIA La Platina, Av. Santa Rosa 11610, La Pintana, Santiago (bdefilip@inia.cl; probledo@inia.cl).

Características fisiológicas del fruto

Los arándanos presentan un comportamiento respiratorio climatérico, caracterizado por una alza respiratoria y de etileno durante la madurez. Sin embargo, a diferencia de otros frutos climatéricos, como la manzana, los arándanos deben cosecharse cercanos a madurez de consumo ya que los atributos organolépticos (sabor) no mejoran después de cosecha. Es importante considerar que las variedades pueden presentar distintos niveles de respiración. Además la tasa respiratoria está influenciada, como en otros productos frescos, por la temperatura.

Cuadro 9. 1. Respiración del fruto de arándano a diferente temperatura.

Temperatura (ºC)	Respiración (mL CO_2/kg por h)
0	3
10	9
20	34

Fuente: Universidad de California Davis.

Debido al pequeño tamaño de la fruta que se traduce en una mayor relación entre área superficial y volumen, los arándanos son más susceptibles a la pérdida de agua (o deshidratación) que frutas de mayor tamaño como manzana. Quizás una de las pocas ventajas prácticas de esta característica morfológica es el menor tiempo requerido para los procesos de enfriamiento. Por otro lado la epidermis (piel) de la fruta es delgada y muy susceptible a daño mecánico y pérdida de agua. Sin embargo, una característica morfológica que contribuye a disminuir la pérdida de agua es el contenido de cera de la cutícula ubicada sobre la epidermis. Por lo tanto la mantención de esta cutícula durante la cadena productiva tiene un efecto cosmético, tanto al contribuir a la disminución de la deshidratación como al *blooming* de la fruta.

En general los arándanos no muestran una gran producción de etileno comparado con otros frutos. Sin embargo la tasa de producción de esta hormona así como la respuesta a ella tiene relación con la variedad.

Todos los factores antes descritos hacen que los manejos de poscosecha deben orientarse principalmente al manejo de la temperatura y humedad relativa.

MANEJO DE COSECHA

Calidad del fruto

La calidad está definida por una serie de factores que podemos agrupar en calidad visible, calidad organoléptica y calidad nutritiva. La calidad visible se refiere a la apariencia de la fruta, la cual en arándanos se define como: (i) un fruto de color azul uniforme, (ii) presencia de cera en la superficie de la fruta (conocida como *bloom*) que el consumidor relaciona a una fruta fresca, (iii) ausencia de defectos como daño mecánico y pudriciones, (iv) forma y tamaño de la fruta, y (v) fruta con firmeza adecuada. La calidad organoléptica está determinada por un contenido adecuado de azúcares, ácidos y compuestos volátiles responsables del aroma característico de la fruta. Por lo tanto, todas las operaciones de precosecha y poscosecha deben ir orientadas a maximizar la llegada de un producto de calidad hasta el consumidor. Los índices de calidad normalmente usados por la industria de fruta fresca son: color, tamaño, forma, ausencia de defectos, firmeza y sabor.

Madurez del fruto

Gran parte del potencial de duración de poscosecha de la fruta (o mantención de calidad) se define en el momento de cosecha, especialmente para *berries.* El primer factor a considerar es la selección del momento de cosecha adecuado, el cual para arándanos está definido por el color de la fruta. A pesar de su característica climatérica, los arándanos deben tener un desarrollo de color azul uniforme para obtener una fruta de buena calidad. Frutas cosechadas de color rojo, si bien mantienen una mayor firmeza y desarrollarán un color azul posterior a cosecha, tendrán calidad organoléptica inferior a un fruto cosechado con un color apropiado. En este momento, se deben tomar todas las precauciones para disminuir daños por golpe y exposición a altas temperaturas, lo que sólo se logrará con una buena capacitación del personal de cosecha. Un mayor manipuleo de la fruta sólo contribuirá a causar daño y remover la cera de la piel del arándano. Si los contenedores de cosecha son sobrellenados, el daño por compresión causa un efecto directo sobre la fruta y por otro lado dificultará su posterior enfriamiento.

Si la cosecha se realiza directamente en el contenedor de exportación, la fruta es sometida a un menor manipuleo, lo que favorece entre otras cosas la mantención

del bloom, menor daño por compresión y menor exposición a contaminación. Otro factor importante es evitar la exposición de la fruta a alta temperatura durante las labores de cosecha, por lo que es fundamental un rápido transporte a packing.

Figura 9. 1. Color de la fruta principal factor a considerar al momento de la cosecha.

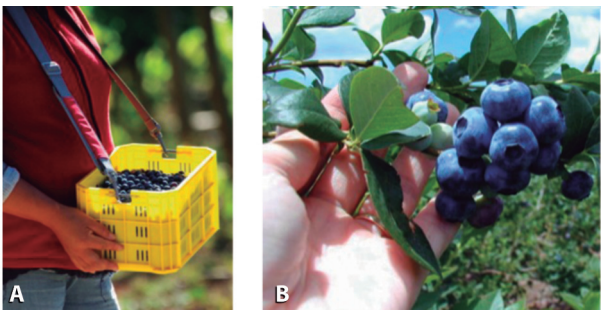

Figura 9. 2. Manejo de cosecha en arándanos para obtener fruta de calidad. A) Bandejas cosecheras, B) manipulación cuidadosa del fruto.

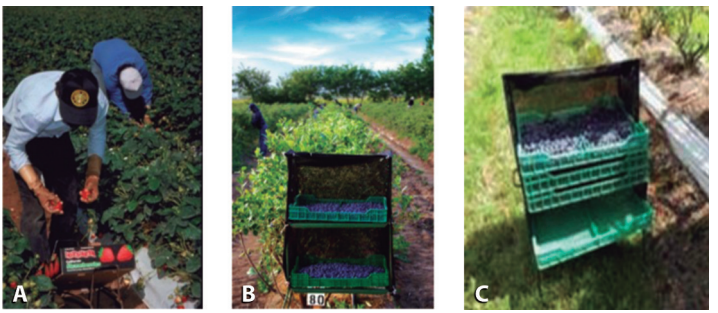

Figura 9. 3. Manejo de cosecha en arándanos para obtener fruta de calidad. A) Manipulación cuidadosa del fruto, B) y C) bandejas protegidas del sol.

MANEJO DE POSCOSECHA

Manejo de temperatura y humedad relativa

Uno de los puntos más críticos para la prolongación de la vida de poscosecha de arándanos es la temperatura, la cual debe ser manejada desde el huerto al momento de la cosecha mediante el uso de sombreaderos o el desplazamiento rápido a los lugares de embalaje (packing) donde existe un control de temperatura. Si las condiciones de cosecha no permiten un traslado rápido y frecuente de los frutos al packing, se recomienda cubrir las bandejas con materiales que permitan reflejar el sol evitando el aumento de temperatura de la fruta.

La temperatura tiene una relación directa con el metabolismo de la fruta y con la vida en poscosecha. Durante la cosecha los frutos se encuentran en general bajo condiciones de alta temperatura ambiente, lo que hace que se encuentran respirando a una alta tasa. En el proceso de respiración se consume oxígeno (O_2) y se produce dióxido de carbono (CO_2) para poder producir energía necesaria para mantener la vida; sin embargo, como subproductos existe calor de respiración y agua liberados al medio. La respiración y sobre todo aumentos en su tasa pueden afectar la calidad de la fruta, por ejemplo producto del calor de respiración que aumenta la temperatura se produce pérdida de agua en el proceso y además es posible observar en muchos casos una baja de la acidez porque los ácidos son usados como sustratos preferenciales para el proceso de respiración.

Después de la cosecha y llegada al packing, son necesarios sistemas eficientes para lograr una rápida remoción del calor de campo previo al almacenamiento y llegar a una temperatura de entre 0 y 1 °C que es la recomendada para el almacenamiento y transporte.

Con estrategias de enfriamiento por aire forzado es posible reducir la temperatura de huerto a temperaturas de almacenamiento (0-1 °C) en menos de 1 h. Se ha demostrado que arándanos enfriados a 1,5 °C en 2 h presentaron menor nivel de pudrición después de almacenamiento que los enfriados a la misma temperatura pero en 48 h. El control de frío puede llegar hasta la línea de packing, donde se puede incorporar un túnel de pre-frío que permite obtener fruta con temperatura cercana a 0 °C al final de la línea. Otro punto importante a tomar en cuenta para

hacer eficiente el enfriamiento por aire forzado, son las perforaciones de los materiales de embalaje, así como su orientación para favorecer el flujo de aire frío. Otra forma de enfriado utilizada es en cámara convencional en forma pasiva. Sin embargo la remoción de calor es lenta e ineficiente, ya que los frutos ubicados al centro de envases o *pallets* reciben un enfriamiento inadecuado, generando además condiciones de condensación al liberar aire cálido a los frutos del exterior que están a menor temperatura.

Una vez realizado el enfriamiento rápido y que la fruta ha alcanzado su temperatura óptima de almacenamiento-transporte, es importante mantener la cadena de frío para evitar las alzas de temperatura. Es así como para evitar quiebres térmicos, una operación ideal para arándanos considera las labores de prefrío (aire forzado), embalaje en un ambiente refrigerado y luego un almacenamiento-transporte a una temperatura constante a 0 °C, condición que se debe mantener hasta su recepción final.

En general los arándanos son muy susceptibles a la pérdida de agua, lo que afecta de manera negativa la apariencia de la fruta ya que se observan “arrugamientos”. Por este motivo es crítico mantener la fruta a la temperatura y humedad recomendadas para disminuir así el déficit de presión de vapor y la deshidratación. Junto con el uso de baja temperatura, los arándanos deben almacenarse con una alta humedad relativa (95% a 0 °C), condición que contribuirá a reducir la pérdida de agua de la fruta. Con un buen manejo de cosecha, rápido enfriamiento y almacenaje a 0 °C, en condiciones de humedad relativa de entre 90 y 95%, los arándanos tienen una duración mínima de 14 días.

Figura 9. 4. Pallet con cajas de arándanos embaladas para exportación en cámara de frío a 0 °C.

Uso de atmósferas controladas y modificadas

Teniendo como base de manejo de poscosecha en arándanos el uso de baja temperatura (0 °C), se ha evaluado una serie de tecnologías para extender su vida de poscosecha. Las más utilizadas, atmósfera modificada (AM) y controlada (AC), se basan en la modificación de la composición de gases (O_2 y CO_2) durante almacenamiento y/o transporte. En ambas técnicas el principal efecto sobre la fisiología de la fruta es la disminución de la actividad metabólica así como el control de hongos. Dentro de los potenciales beneficios de estas tecnologías se pueden mencionar una reducción de la deshidratación (AM principalmente) y menor desarrollo de pudriciones, siempre y cuando se utilicen correctamente. Los niveles de gases logrados a través del uso de AM son dependientes de características de la fruta (tasa respiratoria, temperatura), de la cubierta o *film* (permeabilidad principalmente), y ambiente (temperatura). Al contrario, en AC los niveles de gases a utilizar son mantenidos y/o ajustados en forma automática durante todo el almacenamiento de la fruta, lo que lo independiza de los factores mencionados para AM.

Una opción que es utilizada en AM para llegar en forma más rápida a la concentración de gases final es realizar una inyección inicial, la que posteriormente se mantiene a través de la respiración de la fruta y características del film (atmósfera modificada activa). Para arándano, las concentraciones que han mostrado ventajas en la extensión de poscosecha son 2-5% de O_2 y 10-15% de CO_2 a 0 °C. Los efectos de alto CO_2 pasan básicamente por el control de patógenos como *Botrytis*, concentraciones mayores a un 10% han demostrado ser eficientes en el control de patógenos. Uno de los factores que determina qué concentraciones utilizar para alcanzar un máximo beneficio en poscosecha es la susceptibilidad de una determinada variedad a bajos niveles de O_2 y altos de CO_2. Niveles bajos de O_2 (< 2%) o altos de CO_2 (25%) pueden desarrollar procesos metabólicos que resulten en el desarrollo de sabores o aromas extraños en la fruta, pardeamientos o decoloraciones y una mayor incidencia de pudriciones, que sin duda son causa de rechazo al momento de la venta. El desarrollo y severidad de los problemas antes mencionados están dados en parte por concentraciones de CO_2 y O_2 alcanzadas, tiempo de exposición a las mismas, y la susceptibilidad que pueda presentar la variedad. Uno de los factores primordiales para tener éxito con AM es la mantención de una temperatura apropiada durante toda la cadena,

de lo contrario se acelerarán los procesos detrimentales ya mencionados. Además es importante considerar el factor varietal, ya que las tasas respiratorias varían dependiendo de la variedad. Un efecto anexo del uso de AM es reducir la pérdida de humedad, sin embargo si se produce una excesiva condensación ésta puede aumentar los problemas de pudrición.

Dentro de las precauciones que hay que considerar al trabajar con AM se incluyen: los procesos de enfriamiento del producto son más lentos, no se debe dañar el film ya que de lo contrario se perderá la atmósfera benéfica, y evitar el uso de films con baja permeabilidad al vapor de agua ya que esto generará una alta humedad relativa que beneficiará el desarrollo de patógenos.

Incidencia de pudriciones

De los principales problemas en la poscosecha de arándanos, el desarrollo de pudriciones sin lugar a dudas ocupa un lugar preponderante. De los patógenos que frecuentemente atacan a estos frutos tenemos botritis (*Botrytis cinerea*), antracnosis (*Colletotrichum* sp.) y rhizopus (*Rhizopus* sp.).

Sin embargo, el principal problema fungoso en la poscosecha de arándanos es botritis. Si bien con un buen manejo de temperatura se puede reducir la incidencia de este hongo no pueden frenar su desarrollo, ya que es capaz de desarrollarse incluso a 0 °C. El uso de alto CO_2 en manejos de AC o AM también son capaces de reducir el nivel de incidencia del patógeno, pero sin duda todas estas estrategias de poscosecha deben ser apoyadas por un buen manejo de la precosecha y cosecha; es así como la aplicación de fungicidas en momentos críticos de infección en precosecha como por ejemplo floración, ayudan a reducir los niveles de incidencia en poscosecha, además se deben evitar las cosechas en días con alta humedad o agua libre.

El desarrollo de otros patógenos como rhizopus durante poscosecha está muchas veces asociado a un deficiente manejo en la temperatura, y a falta de higiene durante los procesos de cosecha y embalaje.

Se menciona que la presencia de etileno durante el almacenamiento puede estimular el crecimiento de *Botrytis cinerea*, organismo causante de pudriciones. Sin embargo, en general no se han observado beneficios directos en la fruta al utilizar productos para reducir la síntesis o acción de etileno.

Figura 9. 5. Pudriciones observadas en arándanos a lo largo del almacenamiento en frío.

REFERENCIAS

Aalders, L.E., Hall I.V. 1961. Pollen incompatibility and fruit set in lowbush blueberries. Canadian Journal of Genetics and Cytology 3:300-307.

Ballington, J. 2006. The rol of interspecific and sectional hybridization in the N.C. State program. Proceedings of 10th North American Blueberry Research and Extension Conference, Tifton, Georgia. 4-8 June. University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Tifton, Georgia, USA.

Bañados, P. 2005. Fisiología, poda y nutrición de los arándanos. Seminario Asociación de Exportadores de Chile (ASOEX). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Bell, R. 1982. The blueberry. Department of Agriculture, New South Wales, Sydney, Australia.

Beaudry, R.M., Moggia, C., Retamales, J.B., Hancock J.M. 1998. Quality of 'Ivanhoe' and 'Bluecrop' blueberry fruit transported by air and sea from Chile to North America. HortScience 33:313-317.

Boyette,M.D., Estes, E.A., Mainland, C.M., Cline, W.O. 1993. Postharvest cooling and handling of blueberries. AG-413-7. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, USA. Disponible en http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-413-7/index.html

Cline, W.O. 1996. Postharvest infection of highbush blueberries following contact with infested surfaces. HortScience 31:981-983.

DeLong, J.M., Orange, R.K., Bishop, C., Harrison, P.A., Ryan, D.A.J. 2003. The influence of 1-MCP on shelf-life quality of highbush blueberry. HortScience 38:417-418.

Ehlenfeldt, M. 2006. Parthenocarpic fruit development in Highbush blueberry. Proceedings of 10th North American Blueberry Research and Extension Conference, Tifton, Georgia. 4-8 June. University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Tifton, Georgia, USA.

Enríquez, F. 2009. Efecto de las malezas y su control en el rendimiento de arándano O´Neal de nueve años de producción. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.

Estay, P., Vitta, N. 2005. Conducta polinizadora de *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae) sobre kiwi (*Actinidia chinensis* Planch). Simiente 76(3-4):48-49.

Hancock, J. 2006a. The new Michigan State University Highbush blueberry varieties. Proceedings of 10th North American Blueberry Research and Extension Conference, Tifton, Georgia. 4-8 June. University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Tifton, Georgia, USA.

Hancock, J. 2006b. Factors influencing the long term storage of blueberries. Proceedings of 10th North American Blueberry Research and Extension Conference, Tifton, Georgia. 4-8 June. University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Tifton, Georgia, USA.

Hanson, E.J. 1995. Preharvest calcium sprays do not improve highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) quality. HortScience 30:977-978.

Hanson, E.J., Beggs, J.L., Beaudry, R.M. 1993. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush blueberry firmness. HortScience 28:1033-1034.

Hirzel, J. (ed.) 2008. El suelo como fuente nutricional. p. 49-83. In Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Colección Libros INIA-24. 296 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

Javorek, S.K., Mackenzie, K, Vander Kloet, S.P. 2002. Comparative pollination effectiveness among bees (Hymenoptera: Apoidea) on lowbush blueberry (Ericaceae: *Vaccinium angustifolium*). Annals of the Entomological Society of America 95(3):345-351.

Kader, A.A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. Publication 3311, 535 p. 3rd ed. University of California, Department of Plant Sciences, Davis, California, USA.

Lyrene, P.M., Crocker, T.E. 1991. Commercial blueberry production in Florida. Bull. SS-FRC-002. Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores, Santiago, Chile.

Miller, W.R., McDonald, R.E., Crocker, T.E. 1993. Quality of two Florida blueberry cultivars after packaging and storage. HortScience 28:144-147.

Mitcham, E.J. Crisosto C.H., Kader, A. 1998. Bushberries: blackberry, blueberry, cranberry, raspberry: Recommendations for maintaining postharvest quality. University of California, Postharvest Technology, Davis, California, USA. Disponible en http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Bushberries/

Moggia, C. 1991. Aspectos de cosecha y postcosecha de arándanos. p. 80-92. En Arándano. Seminario Internacional Producción Comercial y Perspectivas Económicas. Universidad de Talca, Talca, Chile.

NeSmith, D. 2006a. New Southern highbush blueberry varieties from the University of Georgia. Proceedings of 10th North American Blueberry Research and Extension Conference, Tifton, Georgia. 4-8 June. University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Tifton, Georgia, USA.

NeSmith, D. 2006b. New rabbiteye blueberry varieties from the University of Georgia. Proceedings of 10th North American Blueberry Research and Extension Conference, Tifton, Georgia. 4-8 June. University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Tifton, Georgia, USA.

Pacheco, R. 2009. Período crítico de interferencia de malezas en arándano variedad O´Neal. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Adventista de Chile, Chillán, Chile.

Pedreros, A. 2006. Manejo de malezas sobre la hilera de plantación con cubiertas orgánicas. Tierra Adentro 68:22-25.

Pedreros, A., Grau, P., Lagos, M., Rebolledo, C. 2007. Malezas en arándano. Tierra Adentro N° 75. p. 35-37.

Pedreros, A., Rebolledo, C. 2009. Malezas y sistemas de control en la producción de Arándano (*Vaccinium corymbosum*) en un suelo volcánico de Chile. p. 773-776. En de Sousa, E., Calha, I., Moreira, I., Monteriro, A., Rodrigues, L., Portugal, J., Vasconcelos, T. (eds.) Herbologia e biodiversidade numa agricultura sustentâvel, Lisboa. 10 a 13 de Novembro. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.

Pedreros, A., Rebolledo, C., Urrutia, N. 2011. Interferencia de las malezas en etapa no productiva de arándano (*Vaccinium corymbosum*). p. 587-593. XX Congreso Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), Viña del Mar, Chile. 4-9 diciembre.

Perkins-Veazie, P. 2004. Blueberry. Handbook 66. 3 p. South Central Agricultural Laboratory USDA/ARS, Lane, Oklahoma, USA. Disponible en http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/039blueberry.pdf

Pizarro, F. 1996. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación. 513 p. Mundi-Prensa, Madrid, España.

Pritts, M.P., Hancock, J.F., Eames-Sheavly, M., Celentano, D. 1992. Highbush blueberry production guide. NRAES (Series) 55. 200 p. Northeast Regional Agricultural Engineering Service (NRAES) Cooperative Extension, Ithaca, New York, USA.

Rosenfeld, H.J., Meberg, K.R., Haffner, K., Sundell, H.A. 1999. MAP of highbush blueberries: sensory quality in relation to storage temperature, film type and initial high oxygen atmosphere. Postharvest Biology and Technology 16:27-36.

San Martín, J. 2009. Poda del arándano. En C.G. Morales (ed.) Cultivo de berries: Consideraciones generales. Boletín INIA-N° 187. 95 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Raihuén, Villa Alegre, Chile.

Seminario Arándano: Modernización y Perspectivas del Cultivo. Chillán. 27 Julio 2006. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Ñuble A.G., Chillán, Chile.

Song, Y., Kim, H.K., Yam, K.L. 1992. Respiration rate of blueberry in modified atmosphere at various temperatures. Journal of the American Society for Horticultural Science 117:925-929.

Strik, B. (ed.) 2006. Highbush blueberry production. Pacific Northwest Extension Publication, PNW 215. 72 p. Oregon State University, Washington State University, University of Idaho. Disponible en http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/pnw/pnw215.pdf

Stringer, S. 2006. Recent and pending blueberry cultivar releases. Proceedings of 10th North American Blueberry Research and Extension Conference, Tifton, Georgia. 4-8 June. University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Tifton, Georgia, USA.

Stubbs, C.S., Drummond, F.A. 2001. *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae): an alternative to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) for lowbush blueberry pollination. Journal of Economic Entomology 94:609-616.

Zoffoli, J.P., Naranjo, P., Leiva, F. 2010. Nuevas técnicas para prolongar el tiempo poscosecha de frambuesas. En VII Seminario de Berries y II Seminario de Arándano Industrial, Talca. 3 y 4 de agosto. Chile Alimentos, Asociación de Empresas de Alimentos de Chile, Santiago, Chile.