



Manual de manejo agronómico del arándano

Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias

BOLETÍN INIA / Nº 371



ISSN 0717 - 4829



INDAP
Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile

Coordinadores responsables:

Marcelo Zolezzi V.,
Ing. Agrónomo. M. Sc. Coordinador del Programa Nacional de Transferencia Tecnológica y Extensión

Patricio Abarca R.

Ing. Agrónomo. M. Sc. Encargado regional convenio INIA-INDAP, Región de O'Higgins

Editora:

Carmen Gloria Morales A.
Ing. Agr. M. Sc. / INIA Raihuén

Autores:

Abel González G.
Ing. Agrónomo. M.Sc. / INIA Carillanca

Carmen Gloria Morales A.
Ing. Agrónoma. M.Sc. / INIA Raihuén

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

Juan Hirzel C.
Ing. Agrónomo, M. Sc., Dr. / INIA Quilamapu

Andrés France I.
Ing. Agrónomo Ph D. / INIA Quilamapu

Alberto Pedreros L.
Ing. Agrónomo, M.Sc., Ph. D / U. de Concepción

Hamil Uribe C.
Ing. Civil Agrícola, Dr. / INIA Quilamapu

Bruno Defilippi B.
Ing. Agrónomo, Ph.D. / INIA La Platina

Paula Robledo M.
Ing. Agrónoma

Cecilia Becerra C.
Ing. Agrónoma

Boletín INIA N° 371

ISSN 0717 - 4829

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

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

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

Santiago, Chile, 2017.



Manual de manejo agronómico del arándano

Boletín INIA
INIA - INDAP, Santiago 2017

ISSN 0717 - 4829



ÍNDICE

PRÓLOGO	9
CAPÍTULO 1. VARIETADES DE ARÁNDANOS	11
1.1. Variedades de arándanos existentes en el mercado	11
1.1.1. Características de las variedades Southern highbush	12
1.1.2. Variedades Ojo de Conejo, <i>rabbiteye</i>	15
1.1.3. Características de arándanos Northern Highbush	16
1.2. Recomendaciones al elegir una variedad.....	19
CAPÍTULO 2. REQUERIMIENTOS DE SUELO Y CLIMA	20
CAPÍTULO 3. ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	23
CAPÍTULO 4. PREPARACIÓN DEL SUELO	26
4.1. Rotación del predio y manejo de los rastrojos.....	26
4.2. Compactación del suelo	27
4.3. Subsulado de suelo	28
4.4. Drenaje de suelo	29
CAPÍTULO 5. FERTILIZACIÓN	31
5.1. Nitrógeno	31
5.1.1. Problemas por exceso de nitrógeno	32
5.2. Fósforo	33
5.2.1. Problemas por exceso de fósforo	33

5.3. Potasio	33
5.3.1. Problemas por exceso de potasio	33
5.4. Calcio	35
5.4.1. Problemas por exceso de calcio	35
5.5. Magnesio	35
5.5.1. Problemas por exceso de magnesio	35
5.6. Azufre	35
5.6.1. Problemas por exceso de azufre	36
5.7. Boro	36
5.7.1. Problemas por exceso de boro	36
5.8. Zinc	37
5.8.1. Problemas por exceso de zinc	37
5.9. Determinación de dosis de nutrientes	38
5.9.1. Sin análisis de suelo y foliar	38
5.9.2. Con análisis de suelo y análisis foliar	39
5.10. Análisis de suelo	39
5.11. Análisis foliar	40
5.12. Fertilización de huertos orgánicos de arándano	41

CAPÍTULO 6.
USO DE BIOESTIMULANTES 43

CAPÍTULO 7.
ENFERMEDADES CLAVES DEL ARÁNDANO 48

7.1. Pudrición radical	48
7.2. Armilariosis	49
7.3. Verticilosis	50
7.4. Agallas del cuello	51
7.5. Muerte regresiva	53
7.6. Cancrosis del cuello	54
7.7. Atizonamiento de la madera	55
7.8. Tizón bacteriano	56
7.9. Tizón de los tallos	57
7.10. Plateado	58

7.11. Pudrición gris de flores y frutos	59
7.12. Antracnosis del fruto	61

CAPÍTULO 8.

MALEZAS Y SU MANEJO **63**

8.1. Efecto de las malezas en arándanos.....	63
8.2. Identificación de malezas	66
8.2.1. Monocotiledóneas	67
8.2.2. Dicotiledóneas.....	67
8.2.3. Malezas anuales	68
8.2.4. Malezas bienales.....	68
8.2.5. Malezas perennes.....	69
8.3. Métodos de control	71
8.3.1. Control cultural	71
8.3.2. Control biológico	72
8.3.3. Control mecánico	72
8.3.4. Control químico	73
8.4. Manejo previo al establecimiento	74
8.5. Manejo después de establecido	74

CAPÍTULO 9.

RIEGO **76**

9.1. Introducción	76
9.2. Métodos de riego	79
9.2.1. Factores para determinar el método de riego.....	79
9.3. Programación del riego	80
9.3.1. Estimación de evapotranspiración de cultivo de referencia	80
9.3.2. Evapotranspiración del cultivo (ETc)	81
9.3.3. ¿Cuánto tiempo regar?	83

CAPÍTULO 10.	
POLINIZACIÓN	85
10.1. Introducción	85
10.2. ¿Cuándo poner las abejas?.....	86
10.3. ¿Qué tipo de colmenas?	87
CAPÍTULO 11.	
COSECHA Y POSTCOSECHA	89
11.1. Introducción.....	89
11.2. Características fisiológicas del fruto.....	89
11.3. Manejo de cosecha	90
11.3.1. Calidad del fruto	90
11.3.2. Madurez del fruto	91
11.4. Manejo de postcosecha	93
11.4.1. Manejo de temperatura y humedad relativa	93
11.4.2. Uso de atmósferas controladas y modificadas	95
11.4.3. Incidencia de pudriciones.....	96

PRÓLOGO

Los berries, de acuerdo con el catastro frutícola nacional (Odepa, 2016), representan el 6,6% de la superficie de frutales del país, equivalentes a 20 mil hectáreas, de las cuales más de 15 mil (4,91%) corresponden a arándanos.

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) fue introducido en Chile en la década de 1980, y desde ahí en adelante experimentó un crecimiento casi exponencial. Su distribución geográfica va, de norte a sur, desde la región de Atacama hasta la región de Los Lagos, predominando como zona productiva la región del Biobío, con casi 5.200 hectáreas en 2016.

Este importante desarrollo del sector ha posicionado a nuestro país como un importante exportador de fruta en el mercado mundial, y como el principal exportador de arándanos del Hemisferio Sur. Esta situación coincide con una demanda creciente en todo el mundo por alimentos saludables y ricos en antioxidantes, una de las principales características del arándano.

Dada la importancia de este cultivo en la fruticultura nacional, capaz de generar buena rentabilidad, con una alta capacidad de adaptación a zonas agroclimáticas y a prácticas de manejo sustentables, de acuerdo con las exigencias del mercado comprador, es que surgió la necesidad de generar instancias de capacitación en las más recientes prácticas agronómicas para la producción de arándanos.

Es en este contexto que INIA e INDAP suscribieron un convenio de colaboración para fortalecer y actualizar los conocimientos y competencias de los asesores técnicos de los distintos programas de capacitación (SAT, Prodesal, PDTI y ejecutivos de INDAP), lo que en definitiva se traducirá en aumentos sustanciales de la productividad de las especies producidas por cada uno de los pequeños y medianos productores que forman parte de la Agricultura Familiar Campesina.

Amparados en lo anterior, es que se pone a disposición de los asesores técnicos, y de la comunidad en general, el presente boletín técnico denominado Manual de manejo agronómico del arándano, que detalla los aspectos relevantes de las labores agronómicas fundamentales vinculadas con el cultivo. Confiamos que será una herramienta eficaz de apoyo en el manejo agronómico por parte de los equipos de asesores y productores.

Rodrigo Avilés Rodríguez
Director Regional
INIA Raihuén / INIA Quilamapu

CAPÍTULO 1.

VARIETADES DE ARÁNDANOS

Abel González G.

Ing. Agrónomo, M. Sc.
INIA Carillanca

Carmen Gloria Morales A.

Ing. Agrónoma, M. Sc.
INIA Raihuén

Hoy la cantidad de variedades de arándanos a disposición del productor es extensa, por lo que la elección del portafolio de variedades que configuran un huerto moderno debe tomar en cuenta una serie de consideraciones técnicas, que se inician por conocer las potencialidades y debilidades de las variedades, las cuales se expresarán en mayor o menor medida dependiendo de la zona agroecológica donde sean cultivadas. Es por ello que, previo a la elección de estas, es imprescindible desarrollar un estudio de zonificación edafoclimática del área específica de plantación, realizando un análisis de variables climáticas; como acumulación de horas frío, grados días, riesgo de helada y precipitaciones, especialmente en las épocas de floración y cuaja del cultivo. Del mismo modo, un acabado estudio de los suelos, en cuanto a profundidad, textura y condición química.

Por otra parte, al elegir una variedad se debe tener en consideración la productividad, calidad y capacidad viajera de las variedades, dependiendo del mercado de destino. De esta manera, una variedad para fresco debe principalmente tener alto rendimiento, floración y cosecha concentrada, fruta de alto calibre y de firmeza que supere los 200 N/mm², para que sea capaz de viajar largas distancias y con periodos de postcosecha de hasta 55 días, lo cual exige, por ejemplo, el mercado asiático. Dicha condición, si bien tiene un origen varietal muy fuerte, es dependiente del manejo agronómico del cultivo, con variables críticas como poda, nutrición, riego y manejo de Botrytis. Del mismo modo una característica, que cada vez irá cobrando mayor importancia, será la intensidad de color, sabor y crocancia, que son las cualidades que conforman el aspecto de calidad que convencerá en definitiva al consumidor para decidir su compra.

1.1. Variedades de arándanos existentes en el mercado

Los arándanos constituyen un grupo de especies nativas del Hemisferio Norte, que pertenecen al género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas. Representan

una de las especies de larga domesticación, cruzamientos y mejoras genéticas han permitido que los arándanos cultivados se establezcan en climas fríos, cálidos y mediterráneos, y su oferta se extiende durante todo el año.

De las especies cultivadas, la de mayor importancia es el arándano Alto (highbush), que representa más del 80% de las especies cultivadas. Le sigue la especie Ojo de Conejo (rabbiteye), con una proporción de alrededor del 14%. El arándano Alto fue la especie que primero se introdujo a cultivo. Es una planta originaria de la costa este de América del Norte y que bajo condiciones de cultivo puede alcanzar alturas de hasta 2,5 m. Debido al largo proceso de mejoramiento al que esta especie ha sido sometida, que se inició en 1906, es el tipo de arándano que muestra la fruta de mejor calidad en cuanto a tamaño y sabor.

En cuanto a requerimientos térmicos, la especie de arándano Alto está dividida en variedades ideales para zonas de menor requerimiento de frío, Southern highbush, y las de mayores requerimientos térmicos en receso invernal, Northern highbush. La especie Ojo de Conejo es ideal para zonas que registran pocas horas de frío.

1.1.1. Características de las variedades Southern highbush

Estos cultivares tienen un menor requerimiento de frío invernal y más tolerancia al calor. En general muestran un bajo vigor y una alta mortalidad, por lo que son difíciles de cultivar. Presentan, a su vez, problemas graves cuando las plantas se cultivan en suelos con limitaciones texturales y profundidad efectiva de arraigamiento. Son de calibre más alto y, por lo tanto, su orientación es al mercado fresco con cosecha manual.

Estos cultivares han sido desarrollados a partir de hibridación interespecífica entre arándano Alto (*V. corymbosum*) y dos especies nativas del sudeste de Norteamérica: un arándano siempre verde (*V. darrowi*) y el arándano Ojo de Conejo o rabbiteye (*V. ashei*). Estas variedades híbridas requieren entre 200 y 600 horas bajo 7 °C.

Misty: tiene un requerimiento de entre 150 a 300 horas de frío, fruta de mediana a grande, de color azul claro. Es firme y de excelente sabor. Produce fruta muy temprano y puede tener una segunda cosecha en menor cantidad durante el otoño. Las plantas tienen un hábito de crecimiento erecto, arbustivo y son moderadamente vigorosas. La planta tiende a sobrecargar, por lo que es necesario podar anualmente y aliviar el estrés por carga, especialmente en plantas jóvenes. Presenta un bajo desarrollo de hojas en inviernos cálidos.

Jewel: tiene un requerimiento de frío de alrededor de 250 horas, de manera que florece muy temprano en la primavera. El tamaño del fruto es grande, con una excelente marca del pedúnculo y firmeza. El sabor es bueno, pero ligeramente ácido. La baya es azul medio. Esta variedad es moderadamente vigorosa, con un hábito de crecimiento arbustivo. Produce un gran número de racimos de flores y un buen desarrollo de hojas en la primavera. Dada su larga floración, requiere tener un buen sistema de control de heladas y contar con un riguroso programa de prevención de Botrytis. En Chile ha expresado un alto potencial de rendimiento. Es una variedad de muy buena calidad de fruta, pero la cosecha debe ser manejada con cuidado, ya que la fruta se ablanda muy fácilmente en la planta.

Star: requiere un mínimo de 400 horas de frío, produce fruta muy temprano, de gran tamaño, dulce y color azul claro, de excelente sabor 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 en conjunto con O'Neal y antes que Misty. La maduración es en forma concentrada, con fruta con calibres promedio de entre 14 - 16 mm. Es más vigorosa y más productiva que O'Neal. En Chile no ha expresado su máximo potencial, se comenta que ha presentado problemas de partidura y susceptibilidad a enfermedades. Se requiere la polinización cruzada con otros cultivares para mejorar la producción, siendo O'Neal, Santa Fe y Emerald sus polinizadores naturales.

O'Neal: es una variedad que requiere de 200 a 300 horas de frío, que 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 excelente calidad. La planta es vigorosa y de hábito de crecimiento erecto, crece hasta 1.8 m. No presenta condición para viajes largos, por lo que está de salida dentro del portafolio de variedades.

Emerald: tiene bajos requerimientos de frío, estimado en 250 horas. La fruta es muy grande, firme, azul claro con excelente sabor y una pequeña cicatriz. La planta es vigorosa y de hábito abierto. Buena adaptación a suelos pesados o de mal drenaje, por lo tanto, presenta resistencia a Phytophthora y enfermedades de la madera. Es muy productiva, puede producir una cierta cantidad de frutos en el otoño sin reducir la producción de primavera. Emerald permite intervalos de cosecha cada 4 o 5 días sin problemas de firmeza en la fruta; sin embargo, presenta una floración larga, por lo que la cosecha es más escalonada, requiriendo un mayor número de pasadas. Emerald necesita polinización cruzada con otra variedad con necesidades de frío similar. Las buenas opciones de polinizantes pueden ser O'Neal y Star.

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

Jubilee: sus requerimientos de frío se estiman de entre 500 a 700 horas. Considerada de media estación, produce fruta de mediano calibre, azul muy claro, notablemente firme, de buen sabor y pequeña cicatriz de pedicelo. La planta es de crecimiento erecto y compacto, vigoroso y productivo. El período de madurez es muy concentrado, la fruta se cosecha principalmente en dos cosechas.

Reveille: requiere un mínimo de 600 horas de frío. Esta variedad tiene una de las frutas más firmes 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 mediano calibre y presenta poca consistencia en el color a la cosecha, pero desarrolla color completamente luego de cosechada.

Ventura: variedad creada por Fallcreek, de tipo vigorosa y de calibre grande. Variedad principal en plantaciones nuevas en España, solicitada por los principales supermercados europeos. Presenta buenos rendimientos y firmeza, pero debe ser evaluada en distintas zonas agroecológicas. Calibre de tamaño grande y su cosecha se extiende por 4 a 6 semanas.

Legacy: variedad que tiene requerimientos de frío de aproximadamente de entre 500 a 600 horas. Los frutos son de medianos a grandes, firmes y de buen sabor, con una marcada cicatriz del pedúnculo. Es una variedad bien catalogada, producto de su alta producción. El arbusto mantiene sus hojas en invierno. Existen huertos que llegan a los 18 a 20 t/ha al 4º-5º año. Presenta una floración temprana y larga, lo que la hace propensa a hongos de flor. La fruta puede presentar partiduras con precipitaciones abundantes. Se adapta a la mayoría de las zonas productivas. Su fecha de cosecha es intermedia. Se exporta a todos los mercados, lo que mejora sus expectativas comerciales. Entre otras características, se adapta a la cosecha mecánica.



Figura 1.1. Vista general, huerto de arándanos con plantas adultas.

1.1.2. Variedades Ojo de Conejo, *rabbiteye*

El arándano Ojo de Conejo es nativo de Georgia del Sur, en Estados Unidos. Los cultivares del programa de mejoramiento Georgia-USDA forman la columna vertebral de la industria de arándanos del estado de Georgia. En general, el arándano Ojo de Conejo es la especie más productiva y más fácil de cultivar. Se desarrolla en una gran diversidad de suelos, y pH alcalinos, algunos de menor materia orgánica (1-2%), suelos arenosos, y arcillosos; esto a diferencia de la especie Highbush Sur y Norte, que necesitan suelos más altos en materia orgánica. Algunas desventajas de arándano Ojo de Conejo son: algunas variedades florecen relativamente temprano en la primavera, así que el daño por helada de la primavera puede ser un problema; muchos cultivares no son autofértiles, por lo que son más susceptibles a problemas de polinización y la mayoría de los cultivares son tardíos.

El arándano Ojo de Conejo es una de las especies que tienen una mayor resistencia a la sequía y mayor producción; no obstante, en general no tienen la condición viajera, pues son blandas y de floraciones muy prolongadas, lo que implica muchas cosechas en un largo periodo de tiempo, con una baja eficiencia de la productividad de la mano de obra. Estas variedades son ideales para ser cosechadas en forma mecánica y su destino idóneo es la industria de congelado o proceso.

Brightwell: tiene un requerimiento de frío informado de 350-400 horas, pero la floración se produce con 500-550 horas. El período de cosecha es de unos 35 días. Las bayas son de tamaño medio-grande, presentan buen sabor y color, se caracterizan por ser firmes y redondas. Las plantas son vigorosas y adoptan una pronunciada posición vertical. Los frutos son susceptibles al agrietamiento severo bajo condiciones de humedad durante su madurez. Brightwell es parcialmente autofértil. Polinizantes sugeridos: Alapaha, Austi y Powderblue.

Tifblue: tiene un requerimiento de frío de 600-700 horas. Los frutos son de tamaño pequeño a mediano, con color medio y buena cicatriz de cosecha, firmeza media y buen sabor. La primera recolección de Tifblue puede ser cosechada en forma manual para el mercado fresco y luego esperar a madurar en el huerto, para cosechar en forma mecánica para IQF. Sin embargo, la mayoría de los años la fruta madura muy tarde, lo que es un problema para los productores, debido a que habitualmente a la misma fecha ya se ha cerrado la recepción de fruta por parte de las empresas exportadoras. En veranos con muchas precipitaciones la fruta presenta un serio problema de agrietamiento. Debido a estos problemas, ya no se recomienda para huertos comerciales. Las plantas tienen un crecimiento vigoroso, en posición vertical. Los polinizantes sugeridos son: Alapaha, Brightwell, Briteblue y Powderblue.

Ochlockonee: tiene un requerimiento de frío de 650-700 horas. Las bayas son más grandes que Tifblue, tienen buen color, cicatrices, sabor y firmeza. El hábito de la planta es erecto y muestra un alto vigor, con una elevada productividad. La fruta es adecuada para la cosecha mecánica, similar a Tifblue. Se parte como respuesta a la lluvia. Presenta un tiempo de floración similar a Tifblue, o de 2 a 3 días más tarde, por lo que las heladas de primavera rara vez son un problema. Polinizadores sugeridos: Powderblue y Brightwell.

1.1.3. Características de arándanos Northern Highbush

Por lo general se trata de variedades autofértiles, con requerimientos de frío de al menos 1.000 horas, a menos de que se indique lo contrario. Estos arándanos generalmente requieren suelos friables, con un contenido moderado de arcillas y con una profundidad adecuada para expresar potenciales de rendimiento.

Duke: arbusto de vigor medio, erecto. Muy ramificado desde el suelo. Variedad muy productiva, de fruta firme, floración tardía, pero de producción semi-temprana. Calibre grande y uniforme, posee una de las mejores postcosechas de todas las variedades. De producción concentrada, es apta para todo mercado. Respecto de su desarrollo, se pueden encontrar diversos resultados productivos dependiendo del origen de la planta. La planta in-vitro de viveros reconocidos

tiene excelentes resultados, en cambio las plantas de estaca presentan algunas desventajas, entre las cuales podemos mencionar: desuniformidad de desarrollo, pérdida de vigor y producción. Los requerimientos de frío de Duke están entre las 700 y 900 al año. Es una variedad que requiere un manejo de poda intenso, que permita un balance entre brotes basales del año, de dos años y 3 años y más en proporciones iguales. Especial cuidado requiere en madera productiva, la cual tiende a sobrecargar, por lo que es necesario despuntar las primeras yemas florales, dado que el exceso de estas tiende a producir una sobre cuaja y racimos florales muy apretados, siendo un excelente caldo de cultivo de Botrytis, particularmente.

Brigitta: es la variedad más plantada de Linares al sur, junto a Duke. Presenta altos rendimientos por hectárea, pero en el último tiempo se ha visto muy afectada por las altas temperaturas que se están registrando en el período diciembre-enero y las lluvias en verano, que generan partiduras en la fruta. Su cosecha es intermedia. Es una variedad que sufre mucho con el calor, porque se ablanda y deshidrata prematuramente. Los requerimientos de frío están entre las 700 y 900 horas al año. Es una variedad de rendimientos medio alto, de hasta 20 t/ha, y muy susceptible a enfermedades de madera, particularmente el Plateado, por lo que se aconseja realizar manejos preventivos, poda con productos desinfectantes -para evitar contagios entre plantas- y la aplicación preventiva y curativa de fungicidas que permitan evitar la infección de haces vasculares y ramas.

Berkeley: variedad antigua, de floración corta y maduración temprana. Las plantas son vigorosas y muy productivas. Los frutos son grandes y de color azul claro, con un sabor suave, una buena cicatriz de cosecha. A pesar de su productividad, la fruta no tiene condición viajera y puede ser una alternativa para la industria de proceso.

Elliot: variedad tardía, de mediana producción, según el origen de la planta. Es una variedad que solo debe plantarse de Temuco al sur, ya que se afecta mucho con las altas temperaturas (ablandamiento de la fruta). Actualmente un gran porcentaje de esta variedad se destina a IQF. Los requerimientos de frío de Elliot están entre las 800 y 1.200 horas al año. Esta variedad se caracteriza por ser de bajo vigor y presentar una baja emisión de brotes basales, cuando las podas son livianas. No presenta condición viajera sobre los 35 días, es de sabor agridulce y presenta un menor calibre. A pesar de tener muchas desventajas en el sur de Chile, no existe un criterio unánime de cuál es la variedad de reemplazo de Elliot para la producción tardía de arándanos.

Las variedades que se presentan a continuación corresponden al programa de mejoramiento genético de Fallcreek, ubicado en el estado de Oregon, EE.UU., y

cuyas variedades presentan requerimientos de frío medios a altos, por lo que se perfilan desde el Biobío al sur. Como todas las nuevas variedades, requieren de validación específica para cada zona agroecológica y, al mismo tiempo, evaluar su performance en cuanto a condición viajera. En aquellos huertos del sur de Chile donde estas variedades han sido plantadas, muestran un significativo mayor vigor, precocidad y buen calibre; no obstante, se requieren más temporadas para evaluar el rendimiento y la condición de la fruta.

Blue Ribbon: requerimientos de frío medios. Maduración de fruta temprano-medio con una de cosecha extendida, iniciando con Duke y terminando con Draper. El vigor de esta planta es muy alto, similar a Legacy, y de crecimiento arbustivo. Rendimiento muy alto, 2 veces más que Duke cada año, en los primeros 4 años. Fruta grande, 18,09 mm promedio, de sabor dulce y con buen índice de acidez, lo cual le proporciona un sabor especial.

Top Shelf: requerimientos de frío medios. Fruta grande de buena calidad. Cosecha media estación. Cosecha: solo dos y concentradas. Vigor y rendimiento de altos a muy altos.

Cargo: variedad de media estación-tardía, con cosechas de media estación a tardía. Concentración de cosecha moderadamente extendida, con un vigor de planta y rendimientos muy altos. Tamaño del fruto grande, 15,8 mm promedio, redondo y uniforme. Sabor bueno pero no especial. La poda es importante.

Clockwork: variedad con excelentes condiciones para IQF y procesado. Cosecha de media estación y muy concentrada, condición ideal para 1 sola cosecha con máquina. El vigor de la planta es alto y su crecimiento erecto. Rendimiento es bueno, comparable con Duke. Fruta de tamaño mediano. Variedad para cosecha mecanizada y uso especial en procesado.



Figura 1.2. Arándano *Nothorn Highbush*, variedad Duke. Izquierda: planta adulta. Derecha: fruto maduro.

1.2. Recomendaciones al elegir una variedad

Antes de establecer un cultivo de arándanos con una nueva variedad, se recomienda considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Seleccionar una variedad adecuada a las condiciones climáticas y de suelo de la zona de establecimiento: requerimientos de frío, rendimientos, períodos de floración y cosecha. Destacar que el potencial productivo puede superar las 30 ton/ha, dependiendo de la genética de la variedad y la densidad de plantación.
- Considerar la disponibilidad de mano de obra y competencia con otros cultivos de la zona durante las labores de poda y cosecha, épocas de mayor demanda en el cultivo.
- La facilidad de cosecha según sea el caso, manual o mecanizada. Frutos con piel firme al desgarro y la separación del pedicelo sin ejercer fuerza que afecte la calidad. Buenas condiciones de postcosecha del fruto, tales como: cicatriz pequeña y retención de la capa de pruina.
- Evaluar el mercado para la variedad elegida (fresco, congelado o ambos), así como también la vida de postcosecha.
- Una consideración por destacar, es el hecho de que muchas de las nuevas variedades son originadas por programas de mejoramiento privado y, por lo tanto, están licenciadas a empresas que las propagan y entregan a los productores con cláusulas que los obligan a pagar derechos de propiedad.
- Las variedades recomendables para la producción en fresco no necesariamente cumplen con los requisitos para una producción industrial. En fresco se privilegia color, contenido de azúcares y rendimiento; en cambio, en la fruta destinada a congelado, se prioriza el calibre del fruto y su firmeza.
- Calidad organoléptica del fruto: presencia de semillas, color, sabor, calibre y piel suave.
- Resistencia a estrés biótico y abiótico.

CAPÍTULO 2. REQUERIMIENTOS DE SUELO Y CLIMA

Carmen Gloria Morales A.

Ing. Agrónoma, M. Sc.

INIA Raihuén

El arándano es un arbusto perenne de hojas caducas. Su establecimiento ideal es en suelos livianos con buen drenaje, laboreo, profundo y alto contenido de materia orgánica. El sistema radical del arándano está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que carecen de pelos radicales y que se concentran entre los 50 a 60 cm de profundidad del suelo. Presentan baja capacidad de absorción y no son capaces de atravesar superficies de suelo compactas; por ende, es muy sensible al déficit o al exceso hídrico.

Si no existe dicha condición se pueden confeccionar camellones de más de 40 cm de alto y 1 m de ancho, incorporando enmiendas orgánicas tales como: humus, compost, guano, bokashi u otro biopreparado o bioestabilizado, según disponibilidad y costo. Para mejorar la capacidad de retención de humedad, estructura y fertilidad del suelo y, con ello, evitar problemas sanitarios en el sistema radicular provocados por el mal drenaje. Sin embargo, es preciso indicar que la vida útil del huerto será menor y no alcanzará el potencial productivo genético si las labores de preparación de suelo no se realizan correctamente.

La salinidad del suelo es determinante en el éxito del cultivo, por ello es preciso conocer que el pH ideal para un buen desarrollo de los arándanos entre 4,4 y 5,5. Sin embargo, en Chile se han observado buenos desarrollos en pH desde 5,6 a 6,0.

Importante es conocer la condición química del suelo antes del establecimiento; por lo tanto, se recomienda realizar un análisis completo de macro y micronutrientes, salinidad (conductividad eléctrica), materia orgánica, capacidad de Intercambio catiónico y pH. Si el pH es alto se puede acidificar usando azufre en plantación o inyección directa. Es ideal iniciar a aplicar el azufre el año anterior a la plantación, incorporándolo superficialmente a toda la superficie que se plantará. Si no se alcanzó a acidificar el suelo antes de plantar, el azufre elemental debe mezclarse muy bien con el suelo que se sacará de la zona 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. Sin embargo, se debe procurar verificar anualmente la acidez del suelo para asegurar el desarrollo adecuado de las raíces, eficiente

absorción de elementos minerales; por ende, se obtendrán plantas con buena condición nutricional.

En cuanto a los requerimientos de temperatura, el arándano soporta bien heladas durante el receso invernal, siendo $-0,6^{\circ}\text{C}$ un valor crítico previo a registros de daños. Una vez terminada la latencia se torna sensible a las bajas temperaturas, sobre todo en floración. Por tanto, se recomienda considerar los datos históricos de heladas en la zona donde se inicia el cultivo, y la cantidad de horas frío, cuyo rango va desde 400 a 1.200 horas frío con un umbral de 7°C , para realizar una correcta elección de la variedad. La temperatura óptima de crecimiento de raíces va el rango de 18° - 22°C , de brotes, hojas y frutos entre 20° - 26°C .



Figura 2.1. Estado fenológico de floración altamente sensible a las bajas temperaturas.

Respecto de la radiación, es preciso destacar que el exceso provocará un acortamiento del periodo de maduración de la fruta, concentrando la cosecha y promoviendo fruta de inferior calidad. Por el contrario, días con nubosidad estimulan el desarrollo de enfermedades fúngicas que afectan a la condición de la fruta y al rendimiento.

La presencia de malezas perennes es otro factor importante antes de la plantación, ya que afectará la disponibilidad de agua y nutrientes. Hacer un control de malezas previo al establecimiento y usar cubiertas sobre hileras tipo mulch, disminuirá su aparición. También es recomendable elegir terrenos con pradera natural, sembrados con cultivos como avena, trigo u otro cereal que permitirán disminuir la incidencia de malezas y patógenos en el suelo.

CAPÍTULO 3. ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Carmen Gloria Morales A.

Ing. Agrónoma, M. Sc.

INIA Raihuén

El establecimiento del arándano tiene un alto costo inicial, ya que dada sus características requiere adecuada preparación de suelo en profundidad (en seco se logra mejor resultado), instalación de riego localizado, suelo liviano y mulch; además del costo de la planta, que debe ser sana y certificada, obtenida de viveros registrados en el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Una buena planta es aquella con un sistema de raíces con buen desarrollo, blancas y de no más de dos años en vivero.

Se recomienda confeccionar camellones (30 - 50 cm de alto y 1 m de ancho), acondicionar su textura y estructura con aserrín de pino grueso, corteza de pino, capotillo de arroz o viruta en dosis que van entre 200 a 800 m³/ha, o bien usar compost u otras enmiendas orgánicas que permitirán que las raíces exploren libremente la superficie, cubriendo los espacios con raíces. Se debe reestructurar el camellón cada 3 años, realizando un rastraje entre las hileras y aporcando sobre el camellón, agrupando alrededor de las raíces suelo, generalmente, de mayor calidad.

Para la formación de los camellones se pueden conseguir con cuerpos de vertederas simples, orientados para el volteo hacia el centro de las calles. Otra alternativa es la de usar aperos con discos construidos con grupos de dos discos de diferentes tamaños (35,5 y 40,6 cm) unidos con un eje común, que se sitúan inclinados unos 45° con la línea de avance. El suelo es intervenido primero por el disco más pequeño, que hace un surco y pasa la tierra a un segundo disco, que la impulsa con la que el mismo extrae, ya que trabaja a mayor profundidad. El pase posterior de una rastra de disco simple entre hileras, mueve el suelo hacia afuera, moviendo más suelo al camellón central y favoreciendo la forma trapezoidal deseada.

La orientación de las hileras debe ser preferentemente en dirección al viento para permitir una mejor ventilación del cultivo. La distancia entre hileras más usada es 3 m y de no más de 100 m de largo para no afectar la rápida entrega de las rejillas cosechadas. Procurar dejar el espacio suficiente en la cabecera de las hileras para la maniobra de la maquinaria.

Se debe proceder con la instalación del riego previo al establecimiento de

las plantas; las líneas de goteo, que pueden ser cintas de 0,9 mm a 30 cm de distancia, con caudal de 1,6 o 2,2 L/h, o plansa con goteros a 50 o 100 cm, deben estar operativas una vez realizada la plantación.

Se recomienda usar una cubierta o mulch sobre hilera que puede ser plástica (polietileno o malla anti maleza) u orgánica (paja, corteza de pino u otra de origen biológico), ya que permite mantener la temperatura del suelo relativamente constante y evitar pérdidas bruscas de calor durante el invierno y aumentarla durante el verano; por ende, mayor desarrollo de raíces y mayor producción, controlar malezas, mantener la humedad del suelo y optimiza la calidad del fruto, ya que lo protege del contacto directo con el suelo y mantiene la fertilidad del suelo. La cobertura debe ser incluyendo ambos costados (en general 1,40 m de ancho).



Figura 3.1. Huerto de arándanos con mulch para mejorar la condición del suelo desde el punto de vista térmico, hídrico y control de malezas. Izquierda: uso de mulch plástico en huerto adulto. Derecha: malla antimaleza en plantación nueva.

Luego debe instalar el mulch plástico, si corresponde, o la malla antimaleza sobre el camellón que deben ser perforados previamente en una dimensión de 40 x 40 x 40 cm. El efecto del color del mulch utilizado se muestra en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Efectos del color de los films según fecha de plantación y los respectivos inconvenientes en el suelo y cultivo.

Tipo de <i>film</i>	Época plantación	Ventajas	Inconvenientes
Negro-opaco	Invierno.	Impide el crecimiento de malezas. Produce altos rendimientos. Precocidad de cosechas.	Calienta poco el suelo durante el día. Durante la noche la planta recibe poco calor del suelo. En días calurosos puede producir quemaduras en la parte aérea de la planta.
Gris-humo opaco	Invierno y primavera.	Calienta el suelo durante el día. Protege sensiblemente a la planta durante la noche, al permitir el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera. Precocidad de cosecha (mayor que con el negro). No produce quemaduras. Controla malezas.	Debe ser totalmente opaco para no permitir el desarrollo de malezas.
Bicolor blanco al exterior y negro al interior	Verano y primavera.	En plantaciones de verano, impide el calentamiento excesivo del suelo. Controla malezas. No produce quemaduras.	Atrasa el desarrollo inicial de la planta. Menor precocidad de cosecha que con el film gris-humo.

La época de establecimiento puede ser en otoño o inicio de primavera, con plantas de buena calidad que garanticen origen genético y condición sanitaria. Si es en primavera se requiere regar abundantemente 2 o 3 días antes de plantar, finalmente el gotero deberá quedar a 5 cm de la planta. La planta se debe enterrar 2 - 3 cm más profundo que la que tenía en bolsa, dado que el camellón tiende a bajar y las raíces pudiesen quedar expuestas. Se recomienda apisonar suavemente con la mano alrededor de la planta, así se elimina el exceso de aire, evitando la compactación. Además de rebajar a un tercio los brotes, eliminar a los débiles o a los mal ubicados en la planta.

CAPÍTULO 4. PREPARACIÓN DEL SUELO

Jorge Riquelme S.

Ing. Agrónomo, Dr.
INIA Raihuén

Carmen Gloria Morales A.

Ing. Agrónoma, M. Sc.
INIA Raihuén

En la preparación de suelo para el establecimiento del arándano, se deben considerar las distintas acciones físicas para modificar las características del suelo que afectan el desarrollo de la planta y la promoción del uso de métodos agroecológicos para conservar la biodiversidad en el sistema productivo, entre los que destacan:

4.1. Rotación del predio y manejo de los rastrojos

La rotación implica considerar la alternancia entre especies intraprediales, con el fin de favorecer la fertilidad y condición sanitaria del suelo y, por ende, del cultivo. La mejor alternativa es el uso de avena para cortar el ciclo de enfermedades y de leguminosas, por su capacidad de capturar el nitrógeno desde la atmósfera y fijarlo en el suelo a través de los nódulos en sus raíces.

En una plantación nueva se recomienda, antes de las labores de preparación de suelo, incorporar los rastrojos de la cosecha del cultivo anterior, avena, leguminosa u otra especie anual. Con la maquinaria adecuada, triturar y esparcir, procurando cubrir un espacio igual a todo el ancho de la plataforma de corte de la máquina.

Si no es el caso, se recomienda incorporar enmiendas orgánicas, ya se sea compost, bokashi, guano compostado u otro insumo o biopreparado disponible, ya que poseen diversos nutrientes que, al incorporarlos en el suelo, mejoran la estructura y fertilidad, ayudan a la infiltración del agua lluvia y baja el impacto de las mismas; con ello disminuye la erosión o escurrimiento del agua, aumenta la retención de humedad en el suelo, retarda o evita la aparición de malezas, disminuye la temperatura superficial en verano y la aumenta en invierno, permite la biodiversidad de microorganismos en el suelo, entre otras.



Figura 4.1. Vista general del predio antes del establecimiento, realizada la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo.

4.2. Compactación del suelo

La compactación y consolidación del suelo ocurre cuando el agua que infiltra lleva arcillas superficiales u óxidos de hierro hacia los estratos inferiores, donde se aglomeran formando una capa muy dura (capa de subsuelo) o cuando el suelo se compacta por el tránsito de la maquinaria agrícola, formando así una capa dura (capa compactada) en los estratos bajos.

Para conocer el nivel de compactación antes de la plantación, es recomendable efectuar calicatas en diferentes sectores del potrero en que se va a plantar. Una calicata de al menos 1 x 1 x 1 m, que permita una visualización completa de los perfiles de suelo, desarrollo de raíces y profundidad de la humedad.

Otra alternativa para medir la compactación es usar un penetrómetro en un suelo húmedo. Primero raspe suavemente la cubierta vegetal, aplique una fuerza de 200 libras por pulgada cuadrada (PSI) y determine el grado de compactación. Repita la acción varias veces al azar en el sector de la plantación. Finalmente defina un valor promedio de los registros obtenidos. Si no cuenta con el instrumento, puede confeccionarlo según esquema de la figura 4.2.

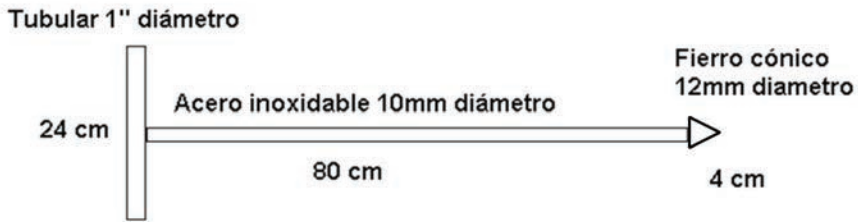


Figura 4.2. Esquema para la confección de un penetrómetro manual para la estimación de la compactación del suelo (Gentileza del Centro de Educación y Tecnología).

4.3. Subsulado de suelo

Al identificar una estrata compactada se debe proceder a su rotura mediante un arado denominado subsolador.

El subsolador puede constar de uno, tres o más brazos montados sobre una barra portaherramientas. Los brazos deberían tener una inclinación vertical mayor de 25 a 30°, preferentemente de 45°, y es aconsejable que la altura sea regulable, de modo de ajustar la profundidad de trabajo respecto de la profundidad a la que se encuentra la estrata compactada. La profundidad óptima de trabajo es de 10 cm. por debajo de la capa que se pretende romper. Habitualmente se designan como subsoladores los que pueden hacerlo a profundidades que superan los 50 cm, mientras que se denominan como arados descompactadores a los que trabajan a menor profundidad.

La denominación de *ripper*, que se utiliza en la maquinaria de movimiento de tierras para designar a las herramientas diseñadas para romper capas de acumulación en el subsuelo, se puede considerar equivalente a la de subsolador.

La bota o pie presenta en su frente de corte una punta o cincel intercambiable, con un ángulo de inclinación diseñado para facilitar la penetración del arado en el suelo. Este elemento protege a la bota del efecto abrasivo del terreno, alargando su vida útil. La condición de la punta es muy importante y muchas veces el subsulado no da buenos resultados debido a la mala condición de la misma.

Un disco cortador delante del subsolador facilita el corte de rastrojos o cubierta vegetal de los primeros centímetros del suelo, abriendo camino expedito al brazo de la unidad de rotura del subsolador. Un rodillo desterronador, acoplado detrás de los brazos, ayuda a desmenuzar los agregados grandes. Para asegurar

una buena superposición del aflojamiento en la parte superior y en la parte inferior, el espaciamiento entre los brazos no debe ser mayor que la profundidad de trabajo.

La potencia requerida por cada brazo varía con el estado de compactación del suelo, con el tipo de subsolador y especialmente con el estado de la punta, así como la velocidad de trabajo, la cual debe ser relativamente baja debido, fundamentalmente, a la gran potencia que requiere para moverse.

En suelos con problemas de drenaje se debería subsolar en una dirección perpendicular a la de los canales de drenaje, para facilitar el flujo de agua hacia los drenes.

El número de brazos y el espaciamiento entre ellos dependerán de la potencia del tractor y de la profundidad de penetración deseada. Cuando el brazo del subsolador pasa a través del suelo, afloja un volumen de suelo que tiene una sección triangular. Para asegurar una buena superposición del aflojamiento en la parte superior y en la parte inferior, el espaciamiento entre los brazos no debe ser mayor que la profundidad de trabajo. Los suelos arcillosos se rompen formando grietas de mayor longitud que texturas medias y arenosas. Para determinar el ancho entre pasadas del subsolador, se recomienda introducir el subsolador en la pared de una calicata, a la profundidad determinada, y luego medir la longitud media de las grietas producidas al avanzar el tractor. La separación entre pasadas del subsolador debe ajustarse de tal forma que las grietas se traslapen ligeramente.

Para lograr un mayor efecto agrietador en el terreno, es recomendable operar con el suelo seco. Un suelo excesivamente húmedo se corta con facilidad, pero no logra producir el resquebrajamiento deseado.

Se recomienda pasar un subsolador cada cuatro o cinco años, según sea el caso, ya que permite mejorar considerablemente el drenaje.

4.4. Drenaje de suelo

Se presentan problemas de drenaje, en general, en suelos de posición baja y con alto contenido de arcillas.

El drenaje se relaciona con la capacidad que tiene un suelo de evacuar las aguas por escurrimiento superficial o infiltración profunda. Si tras una lluvia o riego copioso se forman charcos en el suelo que permanecen varios días, es síntoma

de mal drenaje. Si una calicata de 60 cm. de profundidad se llena con agua y después de 24 horas aún permanece, es que el drenaje es deficiente. También viendo los horizontes del suelo en una calicata, si a los 50 cm de profundidad, o más, la tierra tiene un color gris con manchas rojas, es señal de que esa zona del suelo permanece saturada de agua parte del año.



Figura 4.3. Confección de salida de agua en la zona lateral del huerto cuando existen problemas de mal drenaje.

En suelos de posición baja, de textura arcillosa, donde en invierno y parte de la primavera se acumula mucha agua, se pueden hacer drenes subterráneos con una herramienta en forma de cilindro, seguida por un tapón expansor unido por una cadena (topo). Es importante que el cilindro pase por el estrato arcilloso de suelo cuando se encuentre en una condición plástica, mientras que el soporte del cilindro debe trabajar en la capa superficial del suelo en una condición friable, de modo que se consiga crear grietas extensas. De acuerdo con esto, la época apropiada para realizar labores es al término de la primavera y comienzo del verano, cuando el suelo se encuentra aún húmedo con una consistencia friable y se requiere de menor energía de la maquinaria.

CAPÍTULO 5. FERTILIZACIÓN

Juan Hirzel C.

Ing. Agrónomo, M. Sc., Dr.

INIA Quilamapu

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 con 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 que se aplicará de cada nutriente debe estar relacionada con el nivel de rendimiento del huerto y a las propiedades químicas del suelo (análisis de suelo), por lo cual el programa de fertilización que se empleará 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), que permitirá una primera evaluación del potencial productivo en el suelo 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:

5.1. Nitrógeno

- Mejora el crecimiento vegetativo y vigor de la planta.
- Aumenta el vigor de los brotes.
- Aumenta el vigor de las raíces.

- Aumenta la producción de las flores.
- Aumenta el crecimiento de los frutos.
- Aumenta las reservas para la siguiente temporada (yemas, corona y raíces).

5.1.1. Problemas por exceso de nitrógeno

- Exceso de vigor.
- Mucho sombreadamiento (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 5.1. se puede observar el estado de un huerto de arándanos fertilizado con adecuada cantidad de N, con equilibrio en la brotación y malezas gramíneas de tono vegetativo, indicador del N presente en el suelo.



Figura 5.1. Huerto de arándano con adecuada fertilización nitrogenada, además se observa abundancia de malezas gramíneas.

5.2. Fósforo

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

5.2.1. 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).

5.3. Potasio

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

5.3.1. 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 partiduras de frutos en cosecha.

En la Figura 5.2. 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 5.2. Fruto de arándano con partidura por exceso de potasio.

En la figura 5.3. 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 5.3. Frutos de arándano con partidura después de una lluvia, consecuencia favorecida por exceso de fertilización potásica.

5.4. Calcio

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

5.4.1. 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).

5.5. Magnesio

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

5.5.1. 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.

5.6. 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.

5.6.1. 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.

5.7. Boro

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

5.7.1. 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.

5.8. Zinc

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

5.8.1. 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).

5.9. Determinación de dosis de nutrientes

5.9.1. Sin análisis de suelo y foliar

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

$$\text{Dosis de nutriente (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t fruta/ha)} \times \text{Factor de dosis (kg nutriente/t fruta)}$$

$$\text{Dosis de N (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 4 a 5 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de P (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 1,5 a 2,5 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de K (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 5 a 7 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de Ca (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 1,2 a 1,5 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de Mg (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,6 a 0,8 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de S (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,6 a 0,8 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de B (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,02 a 0,03 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de Zn (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,02 a 0,04 (kg/t)}$$

Ejemplo: un productor espera un rendimiento de 12 t/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:

$$\text{Dosis de N} = 12 \times 4 = 48 \text{ kg/ha (se usó 4 y no 5 porque el suelo es rico en N).}$$

$$\text{Dosis de P} = 12 \times 2,5 = 30 \text{ kg/ha (se usó 2,5 y no 1,5 porque es un suelo pobre en P).}$$

$$\text{Dosis de K} = 12 \times 7 = 84 \text{ kg/ha (se usó 7 y no 5 porque es un suelo pobre en K).}$$

$$\text{Dosis de Ca} = 12 \times 1,4 = 17 \text{ kg/ha (se usó 1,4 como promedio porque se desconoce)}$$

el contenido de Ca en el suelo).

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

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

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

Dosis de Zn = $12 \times 0,03 = 0,36$ 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 que se emplearán 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).

5.9.2. Con análisis de suelo y análisis foliar

Respecto del 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 con 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).

5.10. Análisis de suelo

Se debe realizar antes de 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 por muestrear debe limpiarse en superficie para evitar alteraciones 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 que se aplicará, según se indica en la Figura 5.4.

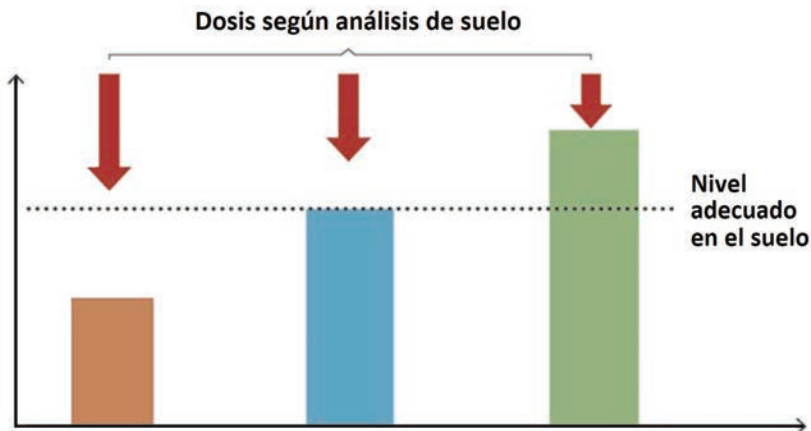


Figura 5.4. Después del análisis de suelo, el contenido de cada nutriente se cataloga como bajo, normal o alto para determinar la dosis que se aplicará.

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 que se aplicará será baja en relación con 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 5.1.

Cuadro 5.1. 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

5.11. 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 5.2.

Cuadro 5.2. 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

5.12. 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 los abonos verdes tienen la ventaja de 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 con el 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 m³ de mulch usado.

Por ejemplo, si un productor aplica 10 m³ 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 solo un 40 % de ese N se hace disponible en la misma temporada de aplicación se necesitaría aplicar entre 11 y 14 t/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.

CAPÍTULO 6. USO DE BIOESTIMULANTES

Carmen Gloria Morales A.

Ing. Agrónoma, M. Sc.

INIA Raihuén

La bioestimulación se puede entender como la inducción para promover o retrasar un proceso fisiológico, lo que implica la aplicación de productos con dicho fin, integrados con prácticas de manejo de suelo o del follaje que faciliten el adecuado crecimiento y desarrollo de la planta, que son compatibles con sistemas agroecológicos sustentables, ya que permiten mantener un equilibrio dinámico intrapredial.

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y entregar mayor resistencia a las condiciones de estrés bióticos y abióticos, tales como temperaturas extremas, estrés hídrico por déficit o exceso de humedad, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas y/o enfermedades. Su composición puede incluir auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otra fitohormona.

A nivel del sistema radical su acción está relacionada con la absorción y transporte de agua y nutrientes, mejorar el soporte de la planta, optimizar la síntesis de hormonas que regulan la división y diferenciación celular con mecanismos diferentes a los utilizados por los fertilizantes u otros productos nutricionales, que en la mayoría de los casos actúan sobre el vigor de la planta y no sobre la protección contra plagas y enfermedades.

Se deben usar, al establecer el cultivo, en pequeñas cantidades como complemento en la fertilización y control de plagas o enfermedades, con el fin de aumentar el rendimiento, calidad de la fruta y protección ante las condiciones climáticas adversas. Si detecta que la planta está bajo una condición de estrés es preciso, en primer lugar, controlar dicho estado y después aplicar productos bioestimulantes para que se asimilen eficazmente.

Los productos no dejan residuos y son seguros para las personas que los aplican. Su composición es diversa, en las mezclas comerciales se pueden identificar nutrientes minerales, compuestos orgánicos o algunos de los ingredientes activos que se detallan en el cuadro 5.

Cuadro 6.1. Ingredientes activos y su efecto en la planta.

Ingrediente activo	Efecto
Triptófano	Promueve la formación de raíces y pelos radicales.
Arginina	Estimula las hormonas responsables del crecimiento de raíces.
Asparagina	Actúa como precursor de fitohormonas.
Polisacáridos	Favorece el desarrollo y elongación de raíces secundarias. Estimula a los microorganismos del suelo y aportan energía a la planta para el desarrollo de raíces.
Saponinas	En contacto con las membranas celulares de la raíz las hace más permeables, permitiendo una mejor absorción de agua y nutrientes. Aumenta el ambiente de la rizósfera para el desarrollo de microorganismos.
Vitaminas (B₁, B₆ y D)	Ayuda en el metabolismo de los azúcares para tener energía disponible en la planta. Promueve el crecimiento celular. Mejora la absorción del calcio.
Ácidos húmicos	Promueven la absorción de nutrientes y agua por parte de las raíces, mejoran la estructura del suelo e incrementan la capacidad para retener agua y nutrientes.

Otras prácticas bioestimulantes:

- Aplicación de rizobacterias promotoras del crecimiento, tales como: *Bacillus*, *Rhizobium*, *Trichoderma*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*, *Pseudomonas*, *Aspergillus*, *Azotobacter*, entre otras. Favorecen la síntesis de fitohormonas y absorción de nutrientes. Tienen una función de resistencia contra microorganismos negativos del suelo.
- Uso de enraizadores hormonales. Tienen alta concentración de auxinas, que inducen el desarrollo de raíces para un mejor establecimiento de la planta, mayor eficiencia de absorción y conducción por la mayor cantidad de pelos radicales.
- Uso de agua a 30° o 40°C incrementa la solubilidad de los fertilizantes, aumenta la actividad microbiológica del suelo y la conducción del agua y nutrientes.

Otra forma de protección y nutrición para los cultivos, de muy bajo costo ya que se puede producir con residuos orgánicos o desechos intraprediales son los denominados biopreparados, ya sean líquidos o sólidos aplicados al suelo o al follaje.

Son productos que se obtienen de la descomposición biológica de materiales orgánicos aeróbicos o anaeróbicos, altamente activos con células vivas o latentes que teniendo las condiciones óptimas se reactivan actuando positivamente sobre el cultivo.

Cuadro 6.2. Aporte según tipo de material usado para la elaboración de biopreparados para uso en suelo.

Material	Aporte
Tierra de calidad	<p>Sustrato que aporta la actividad microbiológica que favorece la degradación de la materia orgánica. Actúa como estimulador de los procesos de descomposición.</p> <p>Se recomienda usar el mejor suelo disponible, de color oscuro, con olor a tierra de hoja, lo que asegura presencia de microorganismos.</p>
Guano o estiércol animal	<p>Según su origen aporta nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro y materiales orgánicos que ayudan a mejorar las condiciones físicas del suelo, así como alta cantidad de microorganismos que estimulan el inicio del proceso de descomposición. Permite reducir la relación C:N de la mezcla al inicio del proceso de compostaje.</p> <p>Nunca usar guano de perro, gatos ni humanos, ya que son potenciales focos de diseminación de parásitos o enfermedades contagiosas al ser humano.</p>
Pajas Hojas Rastrojos Cañas Virutas Aserrín	<p>Materiales de origen vegetal, unos son fácilmente degradables y otros menos, pero todos aportan C y distintos nutrientes que quedan disponibles para ser utilizados por los microorganismos en la descomposición.</p> <p>Pueden usarse restos vegetales secos o verdes. En el caso del material seco, al estar lignificado su degradación es más lenta y la relación carbono nitrógeno (C/N) es mayor. El vegetal en estado herbáceo aporta azúcares rápidos de descomponer, facilitando el inicio del proceso de descomposición, cuando son de mayor tamaño es recomendable trozar en unidades más pequeñas.</p>

Material	Aporte
Aire	Fundamental para la activación de los microorganismos aeróbicos, ya que requieren oxígeno. En el proceso de compostaje, se aporta oxígeno mediante los volteos sucesivos, cada vez que disminuye la temperatura de la pila, a lo largo del proceso.
Agua	Aporta la humedad que requieren los microorganismos para realizar una descomposición homogénea. Si falta humedad se limita la sobrevivencia de ellos y, por el contrario, si está en exceso (mayor al 60%) produce saturación de la pila con agua, y por lo tanto se reduce la oxigenación, por lo que se para la descomposición. Si esta humedad es demasiado alta, puede ocurrir pérdida de nutrientes y microorganismos por lixiviación.

Entre sus principales efectos están los nutricionales, fungistáticos, bacteriostáticos, acaricida, insecticida y repelente. Gracias al contenido de enzimas, fenoles, ácidos, toxinas y otros compuestos de alto riesgo que, si no son manejados adecuadamente, pueden provocar fitotoxicidad. En general, sus efectos son progresivos y acumulativos; es decir, poco a poco va mejorando la fertilidad y la vida del suelo al incorporar materia orgánica estabilizada. Con ello, es posible conseguir mayor retención de humedad, facilitar el trabajo del suelo, plantas más sanas y mayor producción.



Figura 6.1. Compost terminado en condiciones de ser incorporado al suelo.

Entre los más utilizados destacan: compost (descomposición de la mezcla de residuos animales y/o vegetales en presencia de oxígeno); bokashi (fermentación aeróbica de residuos orgánicos tanto vegetales como animales) y el humus (resultado del trabajo de la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*). Otros preparados usados como biofertilizantes líquidos, resultados de fermentación aeróbica, son el Té de compost, Té de ortiga, Té de guano, Té de bokashi y Té de humus. También existen opciones de abonos orgánicos foliares de proceso anaeróbico, como el Biofertilizante líquido y el Biol, ambos promotores de actividades fisiológicas de las plantas por su alto contenido de fitorreguladores.

Mayores antecedentes están disponibles en la Unidad de Agroecología y Agricultura Orgánica de INIA Quilamapu, Chillán.

CAPÍTULO 7. ENFERMEDADES CLAVES DEL ARANDANO

Andrés France I.
Ing. Agrónomo, Ph D.
INIA Quilamapu

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.

7.1. Pudrición radical

Nombre científico: *Phytophthora cinnamomi*.



Figura 7.1. A la izquierda, huerto de arándanos con síntomas de infección. A la derecha, raíz con pudrición causados por *Phytophthora cinnamomi*.

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.

7.2. Armilariosis

Nombre científico: *Armillaria mellea*.



Figura 7.2. A la izquierda, planta de arándanos con síntomas causados por el hongo *Armillaria mellea*. A la derecha, cuello de planta 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 esta 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 de 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 al 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 solo es posible mediante control biológico de los rizomorfos. Como opción está el *Trichoderma* pero con el inconveniente de que debe ser profundizado hasta la altura de las raíces principales.

7.3. Verticilosis

Nombre científico: *Verticillium dahliae*.



Figura 7.3. A la izquierda, lesiones en plantas de arándano provocadas por verticilosis en hojas. Centro y derecha, lesiones en haces vasculares.

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 a 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 plumoso alrededor del cuello y raíces primarias de las plantas enfermas.

Ciclo de la enfermedad: el organismo causal puede afectar a 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, solo 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.

7.4. Agallas del cuello

Nombre científico: *Agrobacterium tumefaciens*.



Figura 7.4. A la izquierda, plantas de arándano afectadas por *Agrobacterium tumefaciens*. Centro y derecha, agallas en cuello y raíces.

Síntomas: en la zona del cuello y raíces principales se producen tumores o agallas que pueden llegar al tamaño de una pelota de ping pong. 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 estas 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 solo 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 solo en forma preventiva, evitando el contacto de *A. tumefaciens* con la raíz. Las raíces que se tratarán 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.

7.5. Muerte regresiva

Nombre científico: *Phomopsis vaccinii* (fase asexual: *Diaporthe vaccinii*).



Figura 7.5. 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 canchales 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 a 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 el 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.

7.6. Cancrosis del cuello

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



Figura 7.6. A la izquierda, síntomas causados por *Fusicoccum parvum*, con muerte de ramas en planta de arándano. A la derecha, necrosis en el tallo.

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 canchales 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 que se debe 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.

7.7. Atizonamiento de la madera

Nombre científico: *Botryotinia fuckelliana* (fase asexual: *Botrytis cinerea*).



Figura 7.7. A la izquierda, atizonamiento en arándano, esclerocios en rama y yema completamente cubierta por micelio. A la derecha, estructuras reproductivas de *Botrytis*.

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 a 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 plumizo, 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.

7.8. Tizón bacteriano

Nombre científico: *Pseudomonas syringae*.



Figura 7.8. A la izquierda, Tizón bacteriano en plantas de arándano, brote necrosado. A la derecha, lesiones necróticas en hojas producidas por *Pseudomonas syringae*.

Síntomas: al 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 dejando 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 rabbiteye 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.

7.9. Tizón de los tallos

Nombre científico: *Pestalotia vaccinii*.



Figura 7.9. A la izquierda, tizón de los tallos en arándano, hoja con necrosis. Al centro, tallos con anillado. A la derecha, tallo con estructuras reproductivas de *Pestalotia vaccinii*.

Síntomas: solo 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.

7.10. Plateado

Nombre científico: *Chondrostereum purpureum*.



Figura 7.10. A la izquierda, síntomas clásicos de *Chondrostereum purpureum* en plantas de arándano, color plateado de las hojas. En el centro, tallo con necrosis central. A la derecha, 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.

7.11. Pudrición gris de flores y frutos

Nombre científico: *Botryotinia fuckeliana* (fase asexual: *Botrytis cinerea*).



Figura 7.11. Pudrición gris en arándano. A la izquierda, necrosis en hoja. A la derecha, necrosis en flor causada por *Botrytis cinerea*.

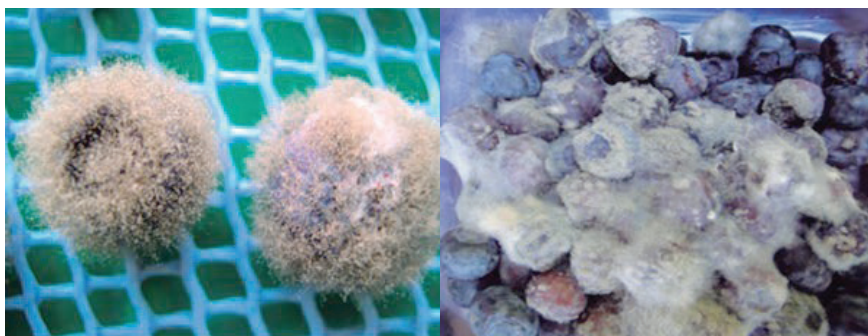


Figura 7.12. Micelio y estructuras reproductivas de *Botrytis cinerea* en frutos de arándano.

Síntomas: los síntomas se observan de preferencia en flores y frutos, aunque también pueden afectarse las hojas; en estas últimas 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 atizaronar 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 postcosecha, 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.

7.12. Antracnosis del fruto

Nombre científico: *Colletotrichum acutatum*.



Figura 7.13. Antracnosis en arándano. A la izquierda, frutos deshidratados y con acérvulos anaranjados. A la derecha, epidermis del fruto con estados reproductivos de *Colletotrichum acutatum*.

Síntomas: se observan principalmente en postcosecha, 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 a las flores, pero su daño pasa inadvertido. Si bien la infección parte desde la floración, la mayor expresión de síntomas se observa en la postcosecha.

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.

CAPÍTULO 8. MALEZAS Y SU MANEJO

Alberto Pedreros L.

Ing. Agrónomo, M. Sc., Ph. D

Universidad de Concepción

Facultad de Agronomía

Se denomina *malezas* a aquellas especies que crecen en torno a un cultivo comercial y no son deseadas, ya que en determinados momentos compiten por agua, luz, nutrientes y espacio físico con plantas cultivadas; y dificultan la cosecha, en algunos casos afectando el rendimiento y calidad. Además, pueden actuar como huéspedes de patógenos promotores de plagas y enfermedades. Esto hace que su manejo sea una práctica agronómica fundamental. Bajo un sistema de producción sustentable o agroecológico no se hace referencia al control de malezas, sino más bien a un manejo de ellas para evitar que dominen sobre el sistema productivo y afecten el cultivo.

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 solo 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 solo 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.

8.1. Efecto de las malezas en arándanos

Aunque no existe información acerca 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. Así, el solo hecho de controlar malezas en un huerto de alta densidad de arándanos (15.400 plantas/ha) se incrementa el rendimiento en 56,6% con desmalezado manual cada 3 semanas. Por 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, el uso de paja de trigo también produce un mayor rendimiento, pero su aumento es menor que el producido por algunos herbicidas. De los sistemas sin productos químicos, la malla antimalezas es muy efectiva en el control, siendo necesario complementar con desmalezado manual alrededor del cuello de las plantas.



Figura 8.1. 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 8.2. Malezas perennes mal controladas por cubiertas plásticas sobre la hilera; se observa chufa que atraviesa el plástico.



Figura 8.3. 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 solo 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 pérdida 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. 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 en que se reinició el crecimiento primaveral hasta inicios de diciembre, aunque la pérdida de rendimiento por no controlar malezas durante diciembre fue de solo 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 la etapa de crecimiento de frutos, poco antes de que se iniciara el cambio de color.

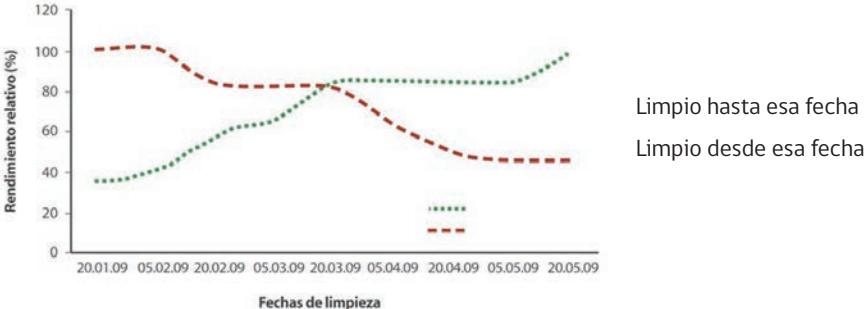


Figura 8.4. Efecto de períodos con y sin malezas en etapa no productiva en el rendimiento relativo de arándano O’Neal. Chillán 2009-2010.

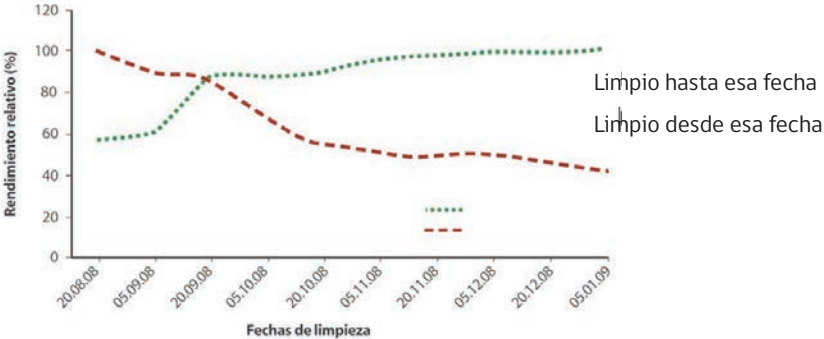


Figura 8.5. Efecto de períodos con y sin malezas en la etapa de desarrollo productivo en el rendimiento relativo de arándano O’Neal. Chillán 2008 - 2009.

8.2. 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:

8.2.1. 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.

8.2.2. 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 estas varían dependiendo de si son anuales o perennes, y con la ventaja de 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.

8.2.3. 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 en 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 estas 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 stramonium*), 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. 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 del 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.

8.2.4. 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: 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 solo una temporada, algunas pueden llegar a comportarse como perennes, ya que son capaces de rebrotar desde trozos de raíces. Son los casos de la zanahoria y hierba azul.

8.2.5. 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. 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. Ejemplos de estas especies son correhuela, vinagrillo, falso té, y pata de laucha (*Rorippa sylvestris*), entre las de hoja ancha y chéptica o pasto bermuda (*Cynodon dactylon*), chéptica 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.

Algunas especies 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 chépticas 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 las dosis. Así, hoy es común poblaciones muy altas de epilobio en muchas plantaciones.

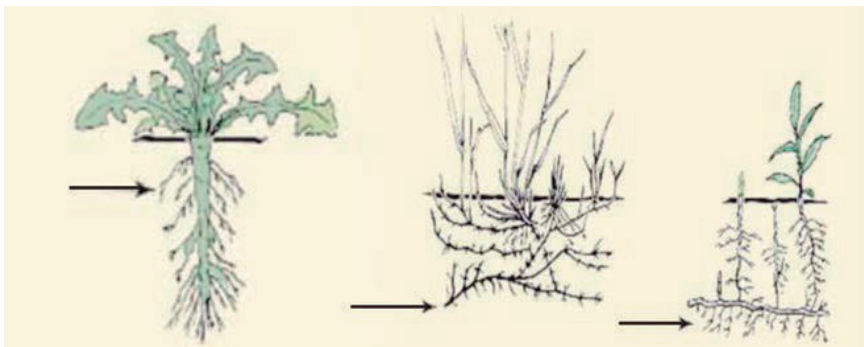


Figura 8.6. Punto de rebrote de malezas perennes simples (izquierda) y perennes complejas (centro y derecha).

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 (Imagen 8.6).

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 chéptica, 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.

8.3. 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; o sea, evitar que lleguen malezas, evitar que se reproduzcan, evitar que se diseminen.

8.3.1. 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 sombreado 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.

8.3.2. 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 solo 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 tienen 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.

8.3.3. 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 solo 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 solo un retraso en su crecimiento y dentro de estas, 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 a 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 se limita 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 de no controlar, pero este aumento es menor en relación con los herbicidas. Destacable es el uso de mallas antimalezas, que pese a su alto costo tienen un excelente control durante los primeros años, y se logran altos rendimientos, con la salvedad de que es necesario controlar malezas alrededor del cuello.

8.3.4. 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 complemento de 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 de 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.

8.4. Manejo previo al establecimiento

El manejo antes de establecer un arandanal apunta sobre todo al control de las especies de reproducción vegetativa; es decir, a 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 chanco 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 ni los de contacto sobre la 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 estos se aplican cerca de la 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 los primeros estados de desarrollo, deberá aplicarse en varias oportunidades, ya que plantas pequeñas no absorben gran cantidad de herbicidas, debido a su escasa superficie foliar, y habrá continuos rebrotes.

8.5. 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 con el 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 de 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 tienen un crecimiento sobre la 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 tienen 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 solo 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 de que se inicie el término de la latencia de las plantas de arándano, ya que si hay peligro que estas se afecten por absorber producto.

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. Este cuidado también debe tenerse en caso de mezclar un suelo activo con algún herbicida post emergente.

CAPÍTULO 9. RIEGO

Hamil Uribe C.
Ing. Civil Agrícola, Dr.
INIA Quilamapu

9.1. Introducción

El riego se debe realizar según la demanda por etapa fenológica del cultivo. En general la frecuencia de riegos es baja durante la etapa de crecimiento vegetativo de la planta (primavera), ya que coincide con los aportes de pluviometría en el periodo, suficientes para la demanda del cultivo, ya que excesos de humedad promueven la presencia de enfermedades radiculares, principalmente las provocadas por hongos, y aún es baja la evapotranspiración (pérdida de agua desde la planta y desde el suelo).



Figura 9.1. Sistema de riego por goteo en plantación de arándanos.

Lo ideal es utilizar un riego tecnificado, por diversas razones:

- Eficiencia del recurso hídrico, sobre todo cuando existen problemas de disponibilidad en los periodos críticos (floración y crecimiento del fruto).
- Disminución del traslado de malezas (riego por surco o tendido), y por ende menor presencia semillas en las zonas de establecimiento del cultivo.

- Menor incidencia de enfermedades fungosas.
- Menor erosión en los casos donde existe mayor pendiente.
- Uniformidad en la entrega del agua en aquellos huertos con hileras largas (mayor a 40 m).
- Menor demanda de mano de obra.

La sequía es el factor climático más importante que afecta a los rendimientos de los cultivos. Es el principal responsable de la reducción de la producción de materia seca, junto al efecto de altas temperaturas e intensa luminosidad. A ello se adicionan cambios en el tamaño de las células y disminución de la fotosíntesis, disminución en el crecimiento de la planta y frutos, como también cambios en la fenología de las plantas en respuesta a las altas temperaturas, cuya magnitud depende de la variedad (Morales, 2012).

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 que se debe 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 gracias a 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.

En la Figura 9.2. 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.

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 9.2). 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.

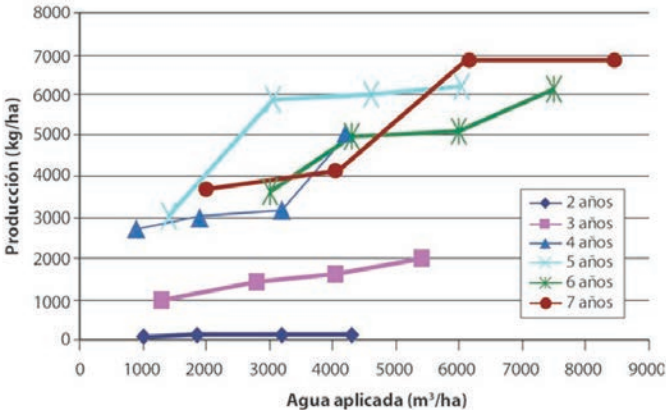


Figura 9.2. Función de producción que muestra el efecto del riego sobre el rendimiento de arándano.

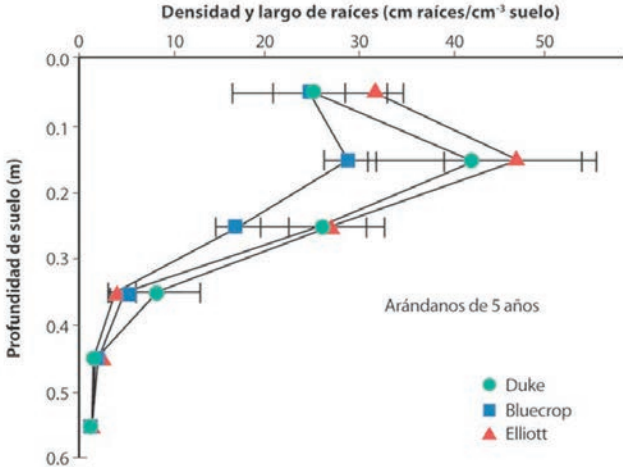


Figura 9.3. Distribución de las raíces de distintas variedades de arándano.

9.2. 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 analizarán más adelante. Los arándanos pueden ser regados por goteo, micro aspersión y aspersión. Existen estudios en la variedad 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 adecuados 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.

9.2.1. Factores para determinar el método de riego

Otros factores que se deben 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) respecto del 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.

9.3. 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.

9.3.1. 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 7), y depende de factores climáticos.



Figura 9.4. 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 (Imagen 9.5) o por ecuaciones basadas en parámetros atmosféricos como temperatura, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento.

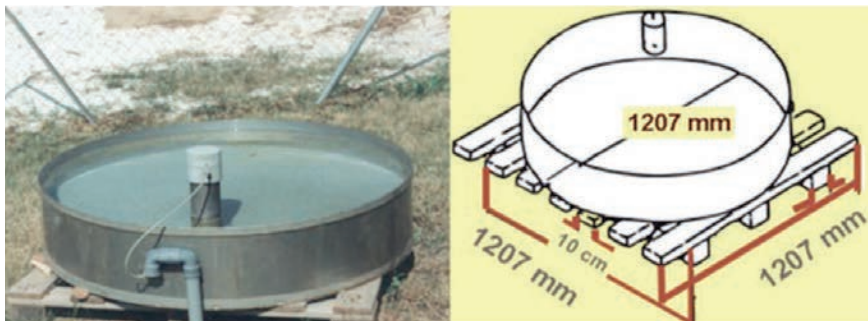


Figura 9.5. Fotografía de bandeja de evaporación y sus dimensiones estándares.

La ET_0 también puede ser obtenida desde el **“Sistema de la Red Agroclima FDF- INIA-DMC”** en www.agroclima.cl (Figura 9.6).



Figura 9.6. 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).

9.3.2. Evapotranspiración del cultivo (E_{Tc})

La ecuación básica para calcular la demanda de agua o evapotranspiración del cultivo (E_{Tc}) es:

$$E_{Tc} = ET_0 \times K_c \times F_c$$

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 9.1.

Cuadro 9.1. 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) (Imagen 9.7) 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.

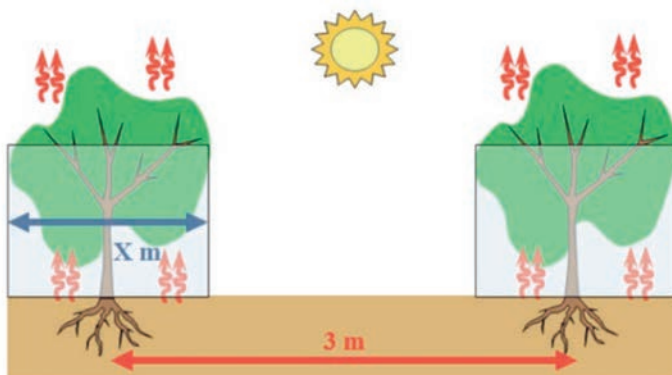


Figura 9.7. Diagrama que muestra la relación entre área sombreada o porcentaje de cobertura y el espaciamiento entre hileras necesarias para calcular el factor de cobertura.

9.3.3. ¿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.

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

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 9.8.

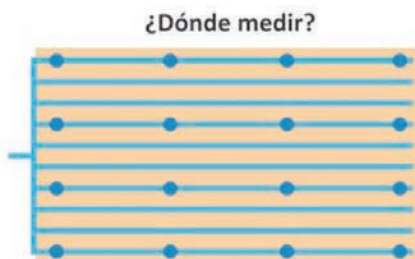


Figura 9.8. Aforo de emisores con probeta graduada (izquierda) y distribución de los puntos de medición en las líneas de riego (derecha).

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):

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

CAPÍTULO 10. POLINIZACIÓN

Carmen Gloria Morales A.
Ing. Agrónoma, M. Sc.
INIA Raihuén

10.1. Introducción

El arándano es un arbusto frutal que requiere polinización entomófila, el uso de abejas (*Apis mellifera*), la de mayor presencia en el mundo, mejora considerablemente el calibre de los frutos. El “pecorear” es la acción que realizan las abejas cuando salen a buscar polen, néctar y agua para abastecer a la colmena. Se estima que dicha actividad es la responsable del 85% de la polinización de los cultivos entomófilos.



Figura 10.1. Abeja (*Apis mellifera*), la de mayor presencia en el mundo, alimentándose en una flor de arándano.

Lamentablemente el clima desincronizado, la contaminación por el abuso y manejo inadecuados de los productos fitosanitarios han afectado significativamente a estos insectos benéficos.

Es importante destacar que la floración del arándano no es altamente atractiva para las abejas, por ende, existe competencia con la flora externa al predio, por lo que es fundamental el adecuado manejo de malezas y cultivos del entorno.

La principal limitante de la polinización por abejas es la temperatura, sobre todo en aquellas variedades de arándano de mayor precocidad, ya que requiere sobre 12°C para realizar un trabajo efectivo y no evidenciar posteriormente problemas de polinización, reflejados en el tamaño de los frutos. En segundo lugar, está la sanidad, ya que existe una alta probabilidad de infestación cruzada por el contagio de enfermedades desde otras colmenas de abejas en el sector.

Destacar que las abejas son capaces de trasladarse hasta 250 m. Es un punto que se debe considerar al momento de definir cuántas colmenas colocar por hectárea, aunque a mayor distancia no se evidencia un efecto en el porcentaje de cuaja, sí se refleja en el calibre de los frutos. Por lo tanto, procurar colocar colmenas a menor distancia para obtener una producción más homogénea. Además, la cantidad de colmenas estará determinada por la época de floración, precocidad de la variedad, presencia de flores alternativas en el entorno u otro factor negativo, pudiendo ser 8 colmenas por hectárea un número ideal, aunque quienes las utilizan no colocan más de 4 por hectárea.

La ubicación ideal es en un sector soleado el interior del huerto, ya que es común la competencia entre especies; es decir, hay colmenas que tienen mayor afinidad con algunas especies que con otras, por lo tanto, es preciso disminuir que se vayan a especies distractoras. La orientación de la piquera es mirando al norte u oriente, donde el sol directo mantenga seca la entrada a la colmena, sobre banquillos para mantenerlas aisladas de la humedad excesiva y presencia de malezas.

10.2. ¿Cuándo poner las abejas?

El momento oportuno para colocar las colmenas es el periodo de floración. Conviene colocar las colmenas iniciada la floración para evitar que las abejas busquen otras fuentes de alimento atractivas. Al 10% de floración ingresar con una parte de las colmenas y en plena floración ingresar con el saldo de colmenas. Según variedad de arándano, puede ser desde septiembre en adelante. Se debe considerar que de febrero a marzo coincide con la cosecha de miel desde las

colmenas, por lo que no existe oferta de colmenas para polinización, ya que en general este es un negocio secundario para los apicultores y el ingreso principal proviene de la producción de miel.

10.3. ¿Qué tipo de colmenas?

No existe una definición clara de una “buena colmena para polinizar”, lo que es usado frecuentemente es el peso del cajón (colmena) o la presencia de alzas en ellos, no siendo los más representativos para este fin. En el primer caso puede reflejar abundante miel, pero no una buena población de abejas recolectoras, en el segundo caso la presencia de una o más alzas es suficiente, ya que pueden estar vacías o puede no tener reina o crías. Lo importante es una colmena libre de enfermedades o parásitos, la presencia de una reina joven y en postura junto a una abundante población de abejas (ideal 8 marcos con abejas, de los cuales 5 deben tener crías).

La población de abejas adultas es relevante, pues las que salen a pecorear son aquellas que han cumplido 23 días de vida, en tanto las de menor edad permanecen en la colmena. Las que salen, seleccionan el polen dependiendo de su calidad nutritiva y disponibilidad en las flores. La cantidad de crías afecta el potencial polinizador de las abejas, ya que si la colmena no tiene crías, la necesidad de ir a buscar polen va a ser mínima.

En periodos calurosos y secos se requiere colocar agua para que las abejas puedan disponer fácilmente del recurso para diluir los azúcares cristalizados del néctar.



Figura 10.2. Huerto de arándanos en plena floración.

Recomendaciones generales:

- Manejo de malezas para disminuir los factores de distracción en el huerto.
- Control permanente de hormigas, ya que extraen la miel, provocando que la colonia de abejas abandone la cámara de crías y alzas.
- Monitoreo de enfermedades y presencia de parásitos.
- No estresar demasiado a las abejas.
- Precaución con los sistemas de riego.
- Observar el flujo de abejas por la piquera. Lo óptimo es un número de 60 abejas por minuto contabilizadas al mediodía con una temperatura ambiente sobre 20°C.
- Algunos agricultores optan por adquirir sus propias colmenas a modo de inversión y de esta manera no contratan el servicio, disminuyendo con ello los riesgos de contaminación, accidentes, pérdidas por aplicaciones de plaguicidas, estrés de las abejas, entre otras.

CAPÍTULO 11. COSECHA Y POSTCOSECHA

Bruno Defilippi B.
Ing. Agrónomo, Ph.D.
INIA La Platina

Paula Robledo M.
Ing. Agrónoma
paurobmi@yahoo.es

Cecilia Becerra C.
Ing. Agrónoma
agrocecilia@gmail.com

11.1. Introducción

Al igual que en otras frutas, dentro de la cadena de manejo para la producción de arándano, la etapa de postcosecha 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 postcosecha puede ser distinto entre variedades, ya que estas pueden presentar metabolismos distintos en lo que dice relación con respiración y producción de etileno, susceptibilidad a pudriciones, firmeza a la cosecha y postcosecha, relación azúcar/ácidos, etc. Sin embargo, existe un punto común para todas ellas, y es que se caracterizan por ser muy perecibles después de la cosecha. Entre las principales causas de deterioro en arándanos 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.

11.2. Características fisiológicas del fruto

Los arándanos presentan un comportamiento respiratorio climatérico, caracterizado por un 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 la madurez de consumo, ya que los atributos organolépticos (sabor) no mejoran después de la 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.

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 la 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 al daño mecánico y la 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 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, comparados 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 postcosecha deben orientarse principalmente al manejo de la temperatura y la humedad relativa.

11.3. Manejo de cosecha

11.3.1. 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 postcosecha 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.

11.3.2. Madurez del fruto

Gran parte del potencial de duración de postcosecha de la fruta (o mantención de calidad) se define en el momento de cosecha, especialmente para berries. El primer factor que se debe 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 golpes y exposición a altas temperaturas, lo que solo se logrará con una buena capacitación del personal de cosecha. Un mayor manipuleo de la fruta solo 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 altas temperaturas durante las labores de cosecha, por lo que es fundamental un rápido transporte a packing.



Figura 11.1. Color de la fruta, principal factor que de debe considerar en el momento de la cosecha.

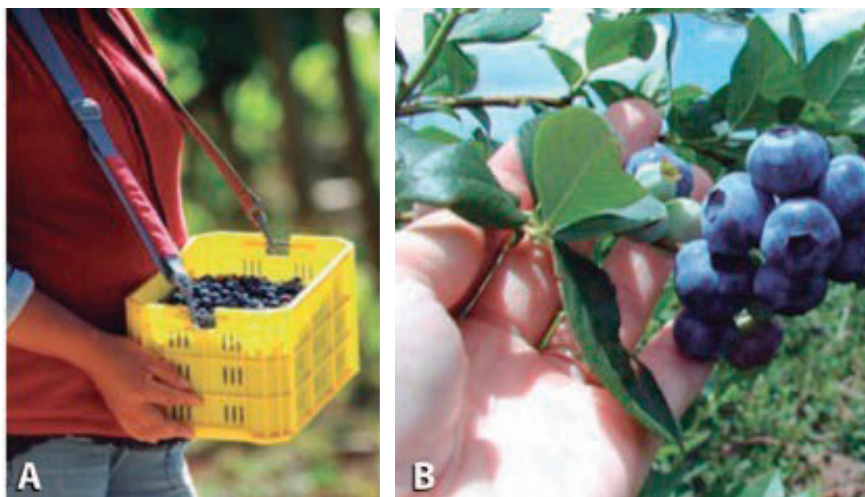


Figura 11.2. Manejo de cosecha en arándanos para obtener fruta de calidad. A) Bandejas cosecheras. B) Manipulación cuidadosa del fruto.



Figura 11.3. Manejo de cosecha en arándanos para obtener fruta de calidad. B) y C) bandejas protegidas del sol.

Recomendaciones de cosecha:

- Procurar dañar lo menos posible la fruta, sin apretar ni golpear.
- Cosechar individualmente fruto a fruto y traspasar inmediatamente al pocillo o rejilla.

- Organizar recolección por sectores y por variedad. Evitar mezclar fruta para disminuir la heterogeneidad de la caja.
- Higiene en el manejo de la fruta, limpieza en las manos de los cosecheros, uñas cortas, limpieza en los materiales de cosecha, como bandejas y pocillos.
- Cosechar temprano en la mañana, evitando las temperaturas altas.
- No cosechar con rocío, con lluvias, con humedad en la fruta.
- Mantener sombreaderos en los campos, evitando asolear la fruta.
- Evitar la contaminación de la fruta, colocar los materiales de cosecha lejos de la superficie del suelo.

11.4. Manejo de postcosecha

11.4.1. Manejo de temperatura y humedad relativa

Uno de los puntos más críticos para la prolongación de la vida de postcosecha 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 postcosecha. 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 de tener 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 a 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 11.4. Pallets con cajas de arándanos embaladas para exportación en cámara de frío, a 0°C.

11.4.2. Uso de atmósferas controladas y modificadas

Teniendo como base de manejo de postcosecha en arándanos el uso de baja temperatura (0 °C), se ha evaluado una serie de tecnologías para extender su vida de postcosecha. 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 del 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 las características de la fruta (tasa respiratoria, temperatura), de la cubierta o film (permeabilidad principalmente) y del ambiente (temperatura). Al contrario, en AC los niveles de gases por 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 postcosecha son de 2 a 5% de O_2 y de 10 a 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 postcosecha es la susceptibilidad de una determinada variedad a bajos niveles de O₂ y altos de CO₂. Niveles bajos de O₂ (< 2%) o altos de CO₂ (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 CO₂ y O₂ 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 esta 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.

11.4.3. Incidencia de pudriciones

De los principales problemas en la postcosecha 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.).

El principal problema fungoso en la postcosecha 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 CO₂ en manejos de AC o AM también son capaces de reducir el nivel de incidencia del patógeno, pero sin duda todas estas estrategias de postcosecha 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 postcosecha, además se deben evitar las cosechas en días con alta humedad o agua libre.

El desarrollo de otros patógenos, como *Rhizopus*, durante postcosecha 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 11.5. Pudriciones observadas en arándanos a lo largo del almacenamiento en frío.



Boletín INIA / N° 06
www.inia.cl



1. Antecedentes Generales

El cultivo de arándano se ve enfrentado a diario a una serie de factores que inciden directamente en la productividad del huerto y, por ende, en su rentabilidad. Algunos de ellos dependientes del manejo agronómico, mientras que otros, tales como las condiciones ambientales, son de difícil control. En estas últimas se basa el fundamento de la mayoría del primero.

Es importante detectar las prácticas claves de manejo técnico, para no cometer errores que mermen la producción, pero con un enfoque sustentable.

En base a lo anterior, se han definido 8 puntos de chequeo fundamentales para alcanzar calidad y condición viajera de la fruta para los mercados de destino. Entre éstos se encuentran: manejo de carga frutal, nutrición racional,

prevención y control de plagas y enfermedades de la fruta, manejo de riego y de malezas, y gestión de cosecha. La idea es dar fiel cumplimiento a cada uno de estos puntos de chequeo, de acuerdo a las recomendaciones técnicas entregadas por los especialistas, en función del avance de los estados fenológicos del cultivo durante la temporada. No obstante, para los huertos que están en vías de ser establecidos, hay que hacer énfasis en el origen del material vegetal -idealmente *in vitro*- así como también en la elección de la variedad adecuada a la zona, tipo de suelo y mercado comprador.

Esta problemática será abordada en el presente trabajo, el que constituirá una herramienta práctica de consulta permanente para los extensionistas y a su vez a los agricultores atendidos por ellos.

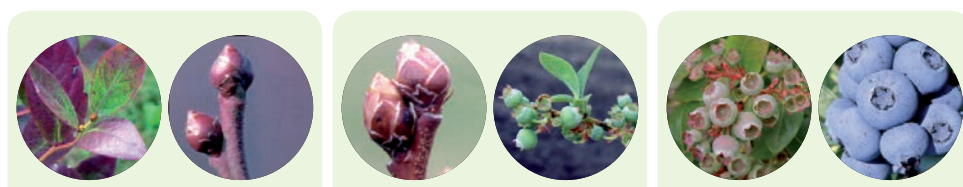


Cuadro 1. Parámetros del rendimiento definidos para la producción de arándano.

CR	Componentes de rendimientos	Fórmula de medición	Óptimo			
			Legacy	Briggitta	Elliot	Duke
CR1	Nº de plantas /ha	$(100/DEH) * (100/DSH) * \%M^*$	4.083	3.267	3.267	3.063
CR2	Nº de yemas/planta	Rendimiento esperado (Nº plantas/ha* Nº frutos/yema frutal * peso prom. Frutos (kg))/0,8	313	433	542	506
CR3	Nº de frutos/yema	Ramillas sobre 20 cm, con mínimo 6 yemas reproductivas	6	6	6	6
CR4	Rendimiento total	En función al Nº de yemas/ planta	12.500	12.500	12.500	12.500
CR5	Producción por planta	Frutos/planta = Rendimiento esperado(kg)/Nº plantas/ha Peso promedio de frutos(kg)	1.501	2.080	2.603	2.430
CR6	Producción por planta	Gramos/planta	3.061	3.826	3.826	4.081
CR7	Peso promedio de fruto	Gramos/fruto	2,0	1,8	1,5	1,7

*Para términos prácticos se considerará un rendimiento esperado de 12.500 kg (con un resguardo del 20%), de una plantación de 6 años, con un marco de plantación de 1 x 3, a excepción de Legacy, que será de 0,8 x 3 y un porcentaje de mortalidad de 2%.

Cuadro 2: Relación entre estados fenológicos y puntos de chequeo.



PC	Punto de Chequeo	Estados Fenológicos		
		Caída de hojas a receso invernal	Brotación a Cuaja	Crecimiento a madurez de fruto
PC0	Estado de plantación	X		
PC1	Poda	X		
PC2	Presencia de enfermedades	X	X	X
PC3	Presencia de malezas	X	X	X
PC4	Presencia de insectos- plagas	X	X	X
PC5	Riego		X	X
PC6	Fertilización		X	X
PC7	Cosecha			X

Cuadro 3: Puntos de chequeo.

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Verificador ^e
Estado de plantación (PC0)	Caída de hojas a receso invernal	Mapeo del cuartel	1 planta por metro lineal sobre la hilera (Legacy con marco de plantación 1 x 3 m).	Efectuar una inspección del huerto y revisar que exista 1 planta/metro lineal. Reemplazar plantas muertas y chequear causa probable (daño por problemas fitosanitarios y/o estrés hídrico asociado a deficiencias en sistema de riego utilizado). Contabilizar plantas de escaso vigor.

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Verificador ^c
Poda (PC1)		<p>Nº promedio de yemas por planta a la poda:</p> <p>Rendimiento esperado $(N^{\circ}\text{plantas/ha} * N^{\circ}\text{frutos/yema frutal} * \text{peso prom. Frutos (kg)})/0,8$ Donde, N° de plantas /ha= $(100/DEH)*(100/DSH)*\%M$ DHE= distancia sobre hilera (m). DSH= distancia entre hilera (m). N° frutos/yema floral=6(cambia de acuerdo al potencial de cada yema floral). Peso promedio de frutos: • Legacy= 20 g. • Brigitta y Elliot=18 g. • Duke= 16 g. M= Mortalidad de plantas frutos/planta= Rendimiento esperado(kg)/ N°plantas/ha Peso promedio de frutos (kg)</p>	<p>Dejar N° de yemas/planta en función al rendimiento esperado. Dejar un mayor número de ramillas de temporada sobre 20 cm. Ramillas de 20 cm, las que tienen una adecuada relación hoja fruto y, al menos, 6 yemas reproductivas por rama. Ramillas de más de 30 cm aseguran mayor cuaja y mayor calibre de frutos.</p>	<p>Dependiendo de la edad del huerto, rendimiento de la temporada anterior, rendimiento a alcanzar (kg/ha), densidad de plantación (distancia entre y sobre hileras) y porcentaje de mortalidad de plantas, será la intensidad de poda y, por ende, el número de yemas que se dejarán.</p> <p>Conteo y reducción de yemas antes de podar: dejar carga frutal en madera que tenga buena proporción de yemas vegetativas acompañando a las yemas florales. Efectuar conteo de yemas por planta, *previo y posterior a la poda* presentes, tanto en la rama principal y las ramillas. Ejemplo variedad Legacy: Para rendimiento de 12.500 con 4.083 plantas/ha, se debe considerar que cada planta debiera producir 3.061 g. Si el peso promedio del fruto de esta variedad es de 2 gramos, debiésemos tener aproximadamente 1.501 frutos por planta. Si el potencial de cada yema floral es 6 flores o frutos por yema, esto implica que debiésemos tener 313 yemas potenciales por planta. Si consideramos la cantidad de ramillas que debiésemos dejar, esto equivale a 52 ramillas de 6 yemas (o de más de 20 cm) o 39 ramillas con 8 yemas. Se puede aplicar este ejercicio para cada variedad y rendimiento esperado.</p>
Presencia de enfermedades (PC2)		<p>Nº de plantas con síntomas de Plateado en hojas y necrosis del interior de la madera. Nº de ramas muertas durante el verano a causa del Cancro del cuello.</p>	<p>Huerto libre de Plateado y Cancro del cuello.</p>	<p>Poda sanitaria eliminando ramas o plantas sintomáticas, no dejar tocones, retirar y quemar este tipo de poda. Pintar los cortes de poda con pastas poda o pintura cúprica. Aplicación de fungicidas sólo a la zona del cuello. Adicionalmente, hacer una aplicación de productos cúpricos detrás de la poda. Se puede aplicar con un aceite para mejorar la fijación.</p>
Presencia de Maleza		<p>% de malezas sobre la hilera, altura de cubierta entre hilera; especies de maleza entre y sobre hilera.</p>	<p>Dejar la hilera 100% libre de malezas. Cubierta entre hilera de 5 cm de altura; evitar especies perennes.</p>	<p>10-15 días antes de la brotación, aplicar Glifosato solo o en mezcla con herbicidas residuales, dependiendo de las especies presentes, presión de malezas y % de cobertura. Si el porcentaje de cobertura y/o las malezas presentes son perennes en un 100%, aplicar solo, 30 días antes. La dosis dependerá de las especies presentes. Aplicar herbicidas residuales a la hilera para el control de malezas anuales de invierno y primavera una vez que el suelo esté expuesto y limpio de malezas.</p>
Presencia de insectos- plagas (PC4)		Presencia de insectos de suelo.	<p>Gusanos Blancos (H. elegans; Sericoides; P. hermanni). Umbral de aplicación: > 10 larvas/m² para plantas en producción. Para plantas de 0-1 año es de 1 larva/m².</p>	<p>Revisar 20 submuestras de suelo (cubos de 20 x 20 x 30 cm) por sector. Se debe hacer a finales de verano - otoño sobre la hilera. El control químico es poco eficaz. Para estas tres especies existe control biológico mediante hongos entomopatógenos para el combate de las larvas. Se debe identificar muy bien las especies.</p>
			<p>Cuncunillas Negras Umbral de aplicación: > 10 larvas/m², en plantas en producción. En plantas de 0-1 año: 0 larvas/m².</p>	<p>Tomar entre 10 y 20 submuestras de suelo (cubos de 20 x 20 x 10 cm) por cuartel entre y sobre hilera, tomar muestras desde fines de mayo a comienzos de julio. Control químico mediante productos registrados por el SAG Control biológico mediante el uso de hongos entomopatógenos</p>
			<p>Burritos (Otiorthynchus spp.) Umbral aplicación: detección de larvas, en plantas en producción. Para plantas de 0-1 año el umbral es 0.</p>	<p>Revisar 10 submuestras de suelo (cubos de 20 x 20 x 20 cm) por sector. Se debe hacer en otoño y repetir en agosto sobre hilera entre hilera y borde de hilera. Las aplicaciones de químicos son más eficientes en el control de los adultos de ambas especies durante su época de emergencia. El control químico de larvas es poco eficaz. Para O. rugosostriatus no hay control biológico. Se debe revisar las plantas para evitar que ingresen desde viveros. Como control biológico se recomienda el uso de hongos y nemátodos entomopatógenos.</p>
			<p>Burritos (Naupactus spp.) Umbral de aplicación: N. xanthographus: >5/planta, en plantas en producción. En plantas de 0-1 año, el umbral es 0.</p>	<p>Revisar 10 submuestras de suelo (cubos de 20 x 20 x 30 cm) por sector. Se debe hacer en otoño y repetir en agosto sobre hilera entre hilera y borde de hilera. Las aplicaciones de químicos son más eficientes en el control de los adultos en todas las especies durante su época de emergencias con insecticidas registrados por el SAG. El control químico de larvas es poco eficaz. Para N. xanthographus y N. cervinus se pueden controlar mediante el uso de hongos entomopatógenos y sólo N. xanthographus con nemátodo entomopatógeno.</p>

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Verificador ^e
		Presencia de insectos en follaje y ramas.	Cabritos (Aegorhinus) Umbral aplicación: detección de adultos.	Efectuar inspección visual del huerto. Para el control de los adultos de <i>A. superciliosus</i> y <i>A. nodipennis</i> , se puede utilizar control químico mediante el uso de insecticidas con registro del SAG, al aparecer los primeros ejemplares adultos. La exclusión del huerto retrasará el ingreso a través de mallas y aplicaciones perimetrales. La colecta manual de los adultos puede ser una medida complementaria. El control químico de larvas es poco eficaz. Para el control de ambas especies existen hongos y nemátodos entomopatógenos específicos.
			Gusanos de los penachos	Revisión del follaje de plantas perimetrales en primavera-verano. En invierno se pueden eliminar las masas de huevos adosadas a las ramas con la poda. Presenta un buen control natural por el parasitismo, <i>Telonomus dalmani</i> y otros. El control químico con regularidad no es necesario. Se puede utilizar <i>Bacillus thuringiensis</i> .
		Presencia de larvas en cuello y raíces.	Cabritos (Aegorhinus sp.) Umbral aplicación: detección de larvas en plantas en producción.	Revisar 30 plantas (cuello y raíces de plantas) por sector. Para el control de <i>A. superciliosus</i> y <i>A. nodipennis</i> , el control químico es poco eficaz, sólo utilizar control químico con registro del SAG respetando los periodos de carencia. Para el control de ambas especies existen hongos y nemátodos entomopatógenos específicos.
Fertilización (PC6)	Brotación a Cuaja	Programa de fertilización de acuerdo a: Demanda de nutrientes: kg de nutrientes/tonelada de fruta a producir, de acuerdo a precocidad de la variedad. Coefficientes de reparto: distribución porcentual de absorción de macronutrientes, según etapa fenológica del cultivo, en base a análisis de suelos.	Demanda de nutrientes: Var. Precoces (O' Neal, Duke, Star): N: 6,2; P: 1,6; K: 5,7; Ca: 3; Mg: 0,9. Var. Intermedias (Brigitta, Bluegold, Legacy): N: 5,1; P: 1,4; K: 7,9; Ca: 5; Mg: 0,9. Var. Tardías (Elliot, Aurora, Liberty): N: 5,2; P: 1; K: 6,1; Ca: 5,1; Mg: 1,1. Coefficiente de reparto Etapa 1: brotación a cuaja: Var. Precoces: 33% de N de, 15% de P; 20% de K y 21% de Ca. Var. Intermedias: 30% de N, 20% de P; 25 de K y 35% de Ca. Var. Tardías: 35% de N, 10% de P, 25% de K y 20% de Ca.	La dosis a aplicar de cada nutriente debe estar relacionada con el nivel de rendimiento del huerto y a las propiedades químicas del suelo (análisis de suelos). Demanda de nutrientes: se ajusta en base a la carga frutal estimada al momento de la poda, de acuerdo a precocidad de la variedad. Etapa 1: se promueve el desarrollo vegetativo y el inicio de formación de frutos en arándanos. En caso de que no se disponga de análisis de suelos ni foliar, se pueden utilizar las fórmulas en base al rendimiento esperado (ver manual).
Riego (PC5)		Suministro hídrico del cultivo, según ET y periodo fenológico.	Riego en periodos críticos, según ET: Previo a caída de pétalos, cuaja. Seleccionar una región en el mapa; seleccionar la estación meteorológica más cercana; pinchar el botón "Información específica" y luego en "evapotranspiración". Aparecen datos diarios de ET del último mes.	Utilizar la información de ET promedio mensual de la página y reponer esos mm. Ejemplo, si la ET es 4 mm, se deben reponer por lo menos 4 L/metro cuadrado diario, o 12 litros/metro cuadrado cada 3 días, pero siempre tomando en cuenta el coeficiente del cultivo.
Presencia de enfermedades (PC2)		Incidencia de Tizón bacteriano: atizonamiento de ramas y yemas por <i>Pseudomonas</i> .	Ausencia de ramas y yemas atizonadas por Tizón.	Uso de plantas sanas de vivero. Aplicaciones preventivas a yema hinchada de fungicidas a base de cobre. Aplicaciones post heladas.
		Incidencia de Cancro del cuello: muerte de ramas, presencia de tocones muertos y colonizados por el hongo.	Plantas libre de muerte de ramas y tocones muertos.	Aplicación de fungicidas sólo a la zona del cuello. Eliminación de tocones muertos por ser fuente de inóculo.
		Control preventivo de Botrytis: N° de aplicaciones críticas según calendario cubriendo todo el desarrollo de la floración.	Flores y racimos florales libres de atizonamientos por Botrytis.	Aplicaciones preventivas desde inicio de floración para el control de Botrytis. Repetir de acuerdo al periodo de persistencia de los fungicidas (7 días para productos de contacto y 12-15 días para productos sistémicos) hasta el término de la floración. Para producción orgánica iniciar tratamientos con productos a base de cobre, rotar con extractos de cítrico y dejar para el final de la floración los biológicos: Trichoderma y Bacillus.
Presencia de insectos-plagas (PC4)		Presencia de insectos en cuaja.	Chanchitos Blancos Umbral de aplicación: detección de adultos en plantas en producción. Para plantas de 0-1 año el umbral es 0.	Monitoreo mediante uso de trampas de cartón corrugado, puestos en el tronco (20 trampas/cuartel). Control químico con productos con registro del SAG, orgánicos o convencionales. Se debe verificar que las plantas no vengán infestadas desde el vivero, se deben controlar malezas que sirven de huésped. Paralelamente se puede complementar el control con hongos entomopatógenos, parasitoides y predadores.

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Verificador ^c
			Burritos Umbral de aplicación: Otiorynchus spp. detección de adultos. A. cervinus y N. xantographus > 10 adultos / 100 plantas; en plantas en producción. Para plantas de 0-1 año, el umbral es 0.	Efectuar controles preventivos con insecticidas autorizados (carencia menor a 30 días), cada 20-25 días, a partir de la detección (15 de octubre): variedades tempranas: 1 a 2 aplicaciones; variedades intermedias: 2 aplicaciones y variedades tardías: 3 aplicaciones. Aplicar insecticidas permitidos y registrados por SAG.
Presencia de malezas (PC3)		Altura malezas entre hileras.	Altura máxima 15 cm.	Manejo de altura de cubierta entre hilera no superior a 15 cm. mediante cortes periódicos.
Presencia de insectos-plagas (PC4)	Crecimiento a madurez del fruto.	Adultos Burritos	Burritos Umbral de aplicación: Otiorynchus spp. detección de adultos. A. cervinus y N. xantographus > 10 adultos / 100 plantas; en plantas en producción. Para plantas de 0-1 año, el umbral es 0.	Revisar 30 plantas/cuartel, conteo de ejemplares por especie de adulto. Aplicar insecticidas permitidos y registrados por SAG. Se recomienda el uso de hongos entomopatógenos para el control de adultos.
		Adultos Cabritos.	Umbral de aplicación: <i>Aergothisus sp.</i> detección de adultos en plantas en producción, para plantas de 0-1 año, el umbral es 0.	Revisar el follaje para la detección de adultos y/o daños en ramillas de plantas perimetrales de todos los cuarteles. Hacer una inspección visual del huerto en búsqueda de los adultos en el follaje. Aplicar insecticidas permitidos y registrados por SAG. Se recomienda el uso de hongos entomopatógenos para el control de adultos.
		Adultos de Pololos.	Umbral de aplicación: Sericoides : > 5 adultos/m lineal.	Revisar el follaje para la detección de adultos y/o daños en follaje en cada cuartel. Aplicar insecticidas permitidos y registrados por SAG. Se recomienda el uso de hongos entomopatógenos para el control de adultos <i>Sericoides</i> , <i>H. elegans</i> y <i>P. herramni</i> .
		Fruto <i>Lobesia botrana</i> .	Umbral de aplicación: Preventivo, control legal Umbral: 0.	Monitoreo a través de trampas de feromonas y detección en el fruto. Control químico mediante estrategia de manejo según directrices del SAG, ya sea orgánico o convencional. Se sugiere la implementación de la confusión sexual de la plaga.
		Ramillas enrolladas por <i>Proeulia sp.</i>	Umbral de aplicación: > 1% de daño de brotes y frutos, en plantas en producción. Especie Cuarentenaria.	Se debe hacer monitoreo desde inicios de primavera mediante revisión visual de 100 brotes por cuartel, cuantificando la presencia de daños en el follaje y/o detección de larvas en los racimos de fruta. Control químico mediante productos orgánicos con registro del SAG. Se puede utilizar <i>Bacillus thuringiensis</i> .
		Botrytis; N° de aplicaciones a condición , cuando las condiciones ambientales propician el desarrollo de la enfermedad.	Frutos libres de Botrytis y de otros hongos de postcosecha.	Control de Botrytis y hongos de postcosecha: Aplicaciones a condición: de productos registrados de acuerdo al mercado de exportación y cuando el follaje permanece mojado por más de 12-14 horas seguidas, independiente de la cantidad de precipitación, y con temperaturas sobre 12°C. Remover los restos florales adheridos al fruto. Mantener el huerto libre de polvo durante la cosecha. Para guardas y viajes largos se deben realizar aplicaciones precosecha. Es necesario verificar el comportamiento de las variedades de acuerdo a la zona agroecológica en la que se encuentren, que hace que varíe la duración de los distintos estados fenológicos y, por ende, el número de aplicaciones.
Presencia de enfermedades (PC2)		Plantas con síntomas de Plateado (color plomizo en el follaje).	Huerto libre de plantas enfermas.	Eliminar ramas o plantas enfermas, no usar máquinas cosechadoras en huertos con plantas enfermas, ya que diseminan la enfermedad. Usar té de compost desde inicio de brotación y en dosis de 10.000 L/ha/temporada.
Fertilización (PC6)		Programa de fertilización de acuerdo a: 1. Coeficientes de reparto: distribución porcentual de absorción de macronutrientes, según etapa fenológica del cultivo, en base a análisis de suelos. 2. Aplicación de bioestimulantes. 3. Análisis foliar anual. 4. Toma de muestra de suelos.	1. Coeficientes de reparto: % de absorción de macronutrientes, según precocidad de la variedad: Etapa 2: Cuaja a pinta. Var. Precoces: 36% de N; 28% de P, 37% de K y 52% de Ca. Var. Intermedias: 30% de N, 20% de P, 25% de K y 35% de Ca. Var. Tardías: 35% de N, 30% de P, 25% de K y 40% de Ca. Etapa 2: Pinta a cosecha. Var. Precoces: 8% de N; 9% de P; 19% de K y 49% de Ca. Var. Intermedias: 10% de N, 40% de P, 40% de K y 20% de Ca.	Estados fenológicos y coeficientes de reparto: una vez determinada la demanda anual, es necesario conocer el reparto según avanzan los distintos estados fenológicos: Etapa 2: periodo donde ocurre el crecimiento, maduración y cosecha de frutos. En esta etapa se requiere invertir la concentración de N: K20, haciéndose este último de vital importancia para promover el transporte de asimilados desde las hojas al fruto. Etapa 3: se enmarca dentro del periodo de fin a cosecha a postcosecha de frutos. Ocurre un cambio en el flujo de asimilados desde las hojas hacia la raíz de la planta. En el caso de que no se disponga de análisis de suelos ni foliar, se pueden utilizar las fórmulas en base al rendimiento esperado (ver manual).

Punto crítico ^a	Estado fenológico ^b	Verificador ^c	Rango o umbral óptimo ^d	Verificador ^e
			<p>Var. Tardías: 20% de N, 40% de P, 40% de K y 30% de Ca.</p> <p>Etapa 3: fin cosecha a postcosecha:</p> <p>Var. Precoces: 23% de N; 48% de P; 24% de K y 19% de Ca.</p> <p>Var. Intermedias: 30% de N, 20% de P, 10% de K y 10% de Ca.</p> <p>Var. Tardías: 10% de N; 20% de P, 10% de K y 10% de Ca.</p> <p>2. Aplicación de bioestimulantes a calendario, en crecimiento de frutos y previo a cosecha.</p> <p>3. Estándares foliares adecuados para arándanos: N (%): 1.6-2.; P (%). 0.08-0.3; K (%): 0.35-0.65. Aplicación de bioestimulantes en periodos críticos.</p> <p>4. Características químicas de suelo apropiadas: Var. Precoces: 23% de N; 48% de P; 24% de K y 19% de Ca. Var. Intermedias: 30% de N, 20% de P, 10% de K y 10% de Ca. Var. Tardías: 10% de N; 20% de P, 10% de K y 10% de Ca.</p>	<p>2. Aplicación de fertilizantes foliares a calendario: En crecimiento de frutos: ricos en aminoácidos-algas-calcio-potasio. Previo a cosecha, aplicación de potasio- calcio y boro. Postcosecha, aplicación de aminoácidos, algas y nitrógeno. Paralelamente se puede hacer la aplicación foliar en base a Calcio-Zinc y Boro para estimular el crecimiento y desarrollo de las plantas o después de algún estrés.</p> <p>3. Análisis foliar anual. La fecha apropiada del muestreo dependerá del elemento que se quiera evaluar, normalmente de noviembre a abril. Se debe seleccionar hojas recientemente maduras del tercio medio del brote anual, entre 100-150 hojas aproximadamente.</p> <p>4. El análisis de suelo se debe realizar previo a la aplicación de las fuentes de fertilización de mayor importancia para el cultivo. Para ello se debe tomar una muestra de suelo compuesta (promedio de 20 submuestras) desde las zonas de los camellones, a una profundidad desde 0 a 30 cm. Luego se colectan muestras desde 20 puntos dentro del huerto, las que se mezclan y se obtiene una muestra representativa de más o menos 1 kg de suelo. En el caso de que no se disponga de análisis de suelos ni foliar, se pueden utilizar las fórmulas en base al rendimiento esperado (ver manual).</p>
Presencia de malezas (PC3)		Identificar especies dominantes y altura malezas entre hileras.	Controlar especies perennes y mantener altura máxima 5 cm.	Manejo de altura de cubierta entre hilera no superior a 5 cm. mediante cortes periódicos y evitando la presencia de malezas perennes, que deben ser erradicadas.
Riego (PC5)		Suministro hídrico del cultivo, según ET y periodo fenológico.	Riego en periodo crítico según ET en: crecimiento de bayas. Consultar agromet.cl ; seleccionar una región en el mapa; seleccionar la estación meteorológica más cercana; pinchar el botón "Información específica" y luego en "evapotranspiración". Aparecen datos diarios de ET del último mes.	Utilizar la información de ET promedio mensual de la página y se reponen esos mm. Ejemplo, si la ET es 4 mm, se deben reponer por lo menos 4 L/metro cuadrado diario, o 12 litros/metro cuadrado cada 3 días, pero siempre tomando en cuenta el coeficiente del cultivo.
Cosecha (PC7)		Frecuencia de cosecha.	Horario de cosecha, en horas de menor radiación solar. Ajustar frecuencia de cosecha en función de firmeza de fruto de acuerdo a variedad y temperatura.	Frecuencia de cosecha: Variedades blandas (Legacy, Briggitta y otras): cosechar cada 3, máximo 5 días. Variedades firmes (O' Neal, Duke, Berckely y otras): no superar entre 7 días, y otra evitar cosechar con peak de alta temperatura.

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

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

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

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

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

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

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

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

Más información: Margarita Ortiz U., INIA Raihuén, margarita.ortiz@inia.cl

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