

2.2. Cultivo del arándano

2.2.1. Características botánicas, variedades, poda y manejo del cultivo en arándano

María Fernanda Rivadeneira

rivadeneira.maria@inta.gob.ar

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina

Índice

1. Botánica
 - 1.1. Raíces
 - 1.2. Ramas
 - 1.3. Yemas
 - 1.4. Flores
 - 1.5. Fruto
2. Fisiología
3. Variedades
 - 3.1. Rabbiteye (*Vaccinium ashei* R. sinónimo *V. virgatum* Ait.)
 - 3.2. Southern highbush (*Vaccinium corymbosum* L.)
 - 3.3. Northern highbush (*Vaccinium corymbosum* L.)
4. Poda

Resumen

El arándano es una baya muy apreciada por sus altos contenidos de antioxidantes y su consumo se ha incrementado mundialmente por sus propiedades nutricionales. Es un arbusto nativo de EE. UU., perteneciente al género *Vaccinium* de la familia Ericacea. Por su tipo de crecimiento se separa en arándanos highbush o altos y lowbush o bajos. Para florecer y producir requieren acumulación de horas de frío (temperaturas inferiores a 7°C). Comercialmente el arándano highbush es el de mayor importancia, y dentro de este grupo a su vez se clasifica en arándanos del norte y del sur, de alto y bajo requerimiento en horas de frío, respectivamente. Posee un sistema radical sin pelos absorbentes y se encuentra adaptado a suelos de bajo pH. Produce cañas que se originan de la corona y presenta hojas caducas que cambian su coloración al acumular frío, durante la etapa de dormición invernal. Las flores tienen una corola unida, se disponen en racimos y es común que sean polinizadas por abejas para una mejor producción comercial. La producción de fruta se ubica en ramas de más de un año en los últimos dos crecimientos apicales. El fruto es una baya totalmente comestible que tiene una curva de

crecimiento doble sigmoideal. Al igual que la floración, la maduración se produce en forma escalonada. En los últimos años se ha incrementado el desarrollo del cultivo en diversas regiones del mundo, debido al mayor interés por parte de los consumidores por adquirir alimentos nutraceuticos. Actualmente existen una amplia gama de variedades asociada a distintos programas de mejoramiento y prácticamente todas las variedades comerciales son variedades con licencias. La poda es una práctica cultural que permite mantener el tamaño de la planta, forma y uniformidad del cultivo y facilita las prácticas culturales de pulverización y cosecha. Se puede realizar en invierno, primavera o en combinación. La poda en plantas jóvenes se realiza para mejorar el crecimiento vegetativo luego de la implantación, mientras que la poda en plantas adultas busca balancear el crecimiento vegetativo y reproductivo y mantener una producción sustentable de fruta de calidad.

1. Botánica

El arándano es un arbusto perenne, de hoja caduca, perteneciente a la familia Ericacea, género *Vaccinium*. La fruta del género *Vaccinium* es considerada como promotora de la salud debido a sus propiedades nutricionales y terapéuticas, y se destaca por su alto contenido de antioxidantes y por su capacidad antiinflamatoria, por lo que se espera que en el futuro se incremente la demanda por la fruta de varias especies domesticadas de *Vaccinium* (Song y Hancock, 2011). La fruta de arándano es una baya originaria de EE. UU., fue domesticada en el siglo veinte y ha tenido un gran desarrollo mundial (Eck *et al.*, 1989).

1.1. Raíces

El sistema radical de las Ericaceas es inusual por ser de un grado fino y por estar asociado simbióticamente a hongos ericoides (Valenzuela-Estrada *et al.*, 2008). Muchas de las especies *Vaccinium* tienen estrictos requerimientos de suelo para su crecimiento óptimo, requieren bajo pH, alta disponibilidad de hierro y N principalmente en la forma de amonio (Poonachit y Darnell, 2004).

El arándano cultivado posee un sistema radical compuesto por raíces finas, sin pelos absorbentes. Estas raíces son superficiales y sensibles a las sales (Williamson *et al.*, 2006), con una vida promedio de 115 a 155 días (Valenzuela-Estrada *et al.*, 2008). Los mejores suelos para los arándanos son los ácidos, francos arenosos y bien drenados. El rango satisfactorio de pH es de 4.0 a 5.2 con un óptimo de 4.5 a 4.8. (Eck *et al.*, 1989).

1.2. Ramas

El arándano es un arbusto compuesto por muchas ramas que surgen de las yemas localizadas en la corona de la planta (Figura 1). La corona es el área de transición entre la parte aérea y la raíz (Gough, 1989).

Las ramas que emergen de la corona se denominan “cañas”, las mismas se forman en la primavera y en el año siguiente se lignifican y producen fruta. En primavera inicia la brotación y la formación de las ramas (Figura 2a) y en el otoño-invierno siguiente estas cañas son de color amarillo, rojo o marrón y tienen una corteza de aspecto suave (Figura 2b). Las cañas de mayor

edad son de mayor diámetro, leñosas, con corteza de aspecto rugoso y de color gris a marrón claro (Figura 2c).



Figura 1. Vista de una planta de arándano Southern Highbush en inicio de otoño. Foto Fernanda Rivadeneira INTA EEA Concordia

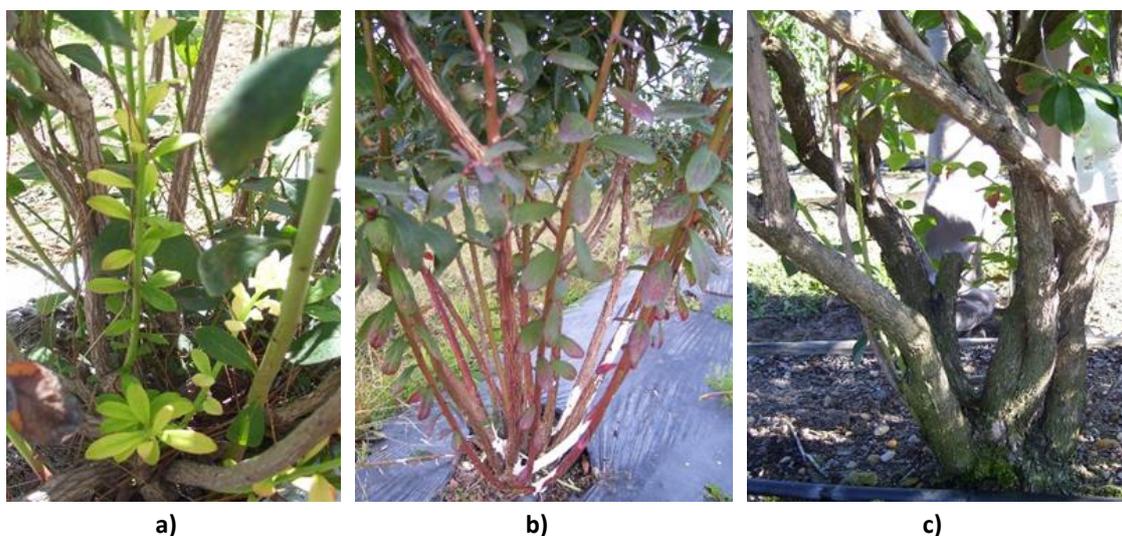


Figura 2. Vista de la corona de plantas de arándanos southern highbush con cañas de diferente edad: cañas jóvenes menores al año de color verde (a), de dos años de color marrón (b) y de mayor edad y diámetro de color gris (c). Foto Fernanda Rivadeneira INTA EEA Concordia

La mayoría de los cultivares de arándanos tienen hojas caducas que se ubican alternadamente en la rama, en invierno cambian su coloración de verde a amarillo, rojo o violeta, que difiere de acuerdo con la variedad y la intensidad de coloración que adquieren se relaciona a la cantidad de horas de frío acumuladas. Cuando los inviernos son intensos se produce la caída total de las hojas (Figura 3). En las nuevas variedades de bajo requerimiento de frío las hojas pueden persistir durante el invierno y se realiza un manejo “evergreen” o siempre verde del cultivo.

2. Especies y cultivo



Figura 3. Coloración en otoño de hojas de arándanos en distintas variedades de arándano highbush (a, b y c) y caída total de hojas (d). Foto Fernanda Rivadeneira INTA EEA Concordia

1.3. Yemas

Las yemas se ubican en las axilas de las hojas y al principio del desarrollo son yemas vegetativas que se convertirán luego en reproductivas dependiendo de la longitud del día, temperatura y condición de la planta (Williamson y Lyrene, 2004).

Las yemas florales se ubican en las últimas dos brotaciones, en la parte apical de las plantas (Kovaleski *et al.*, 2015). Las yemas reproductivas son redondas (Figura 4) y en algunas variedades podemos encontrar yemas múltiples en cada axila de hoja. Generalmente en las variedades highbush se ubican entre 5 a 10 yemas reproductivas por rama (Gough, 1994; Rivadeneira *et al.*, 2010), mientras que las variedades rabbiteye se pueden formar mayor cantidad de yemas en sus ramas (Tabla 1).

Las yemas vegetativas son de forma aplanada y alargada, generalmente se ubican en la parte basal de la rama (Figura 4).

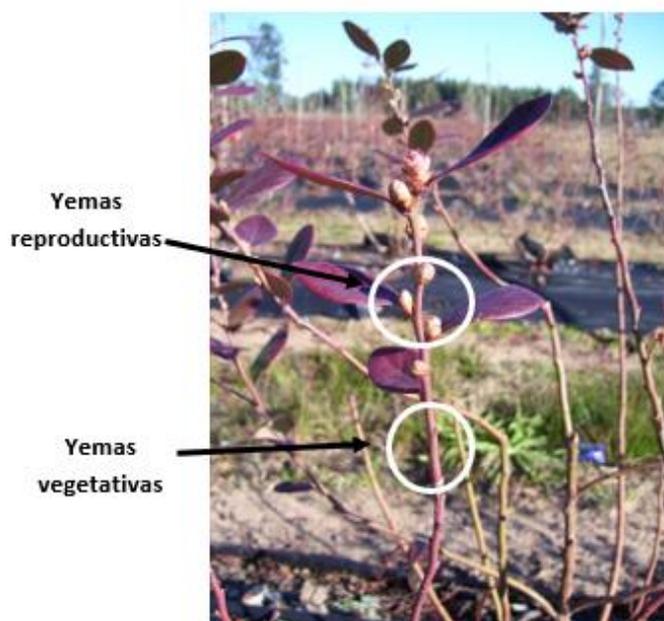


Figura 4. Rama de arándano con yemas reproductivas y vegetativas a inicio de invierno. Foto Fernanda Rivadeneira INTA EEA Concordia

Tabla 1. Cantidad de yemas por rama y frutos por yema, en variedades de arándanos. Fuente Elaboración propia

Variedad	Yemas/rama	Frutos/yema
Abundance	10,6	3,7
Emerald	7,9	4,4
Farthing	3,7	8,9
Jewel	5,2	6
Misty	8,4	4,9
O'Neal	5,1	4,9
Primadonna	6,5	4,6
Scintilla	4,4	8,1
Snowchaser	5,4	2,7
Star	5,4	4,5
Suziblue	2,2	6,3
Sweetcrisp	4	5,3
Titan	7,6	5,3

1.4. Flores

Las flores tienen 5 pétalos que se unen en una corola, de color blanco a rosado, son pendulares y se ubican en inflorescencia en forma de racimo (Figura 5) (Eck *et al.*, 1989). El número de flores por yema es diferente de acuerdo con la variedad y al vigor de la planta.

La flor de arándano está morfológicamente adaptada para facilitar la polinización cruzada por parte de las abejas. La distancia entre el estigma y las anteras, junto con la forma del estigma de un embudo invertido, reducen la posibilidad de la autopolinización (Ritzinger y Lyrene, 1999).



Figura 5. Flores de arándano ubicadas en la rama en forma de racimo. Foto Fernanda Rivadeneira INTA EEA Concordia

1.5. Fruto

El fruto es una baya totalmente comestible, compuesto por un epicarpio de color azul a negro cuando está maduro y un mesocarpio y endocarpio carnosos de color verde. Anatómicamente la fruta de arándano se desarrolla de un ovario inferior, el endocarpio está compuesto por cinco carpelos con diez lóculos y cinco placentas lignificadas en las cuales hay 10-65 semillas adheridas (Gough, 1994) (Figura 6). El epicarpio se origina del cáliz de la flor. La epidermis está cubierta por una cutícula y por una cera que recubre la piel de la fruta de color violeta-negro, creando el característico color azul claro (Chu *et al.*, 2018). La cantidad de cera en la fruta varía según la variedad y el estado de maduración (Gough, 1989).



Figura 6. Fruto de arándano. Detalle de epicarpio, endocarpio, semillas y lóculos. Foto Fernando Bello, INTA EEA Concordia

La cicatriz que se produce cuando se cae la corola luego de la fecundación forma una corona con forma de estrella en la parte apical del fruto (Figura 7). En la parte basal tiene una cicatriz que se forma por la inserción con el pedicelo, que adquiere importancia a la hora de su cosecha y poscosecha.



Figura 7. Frutos de arándanos donde se observa la cicatriz en forma de estrella. Foto Fernanda Rivadeneira INTA EEA Concordia

2. Fisiología

La mayoría de los cultivares de arándano requieren una acumulación de horas de frío por debajo de 7°C de 250 a 1000 horas para florecer y producir fruta de calidad (Eck *et al.*, 1989). Varios elementos climáticos afectan la producción del arándano, algunos factores como lluvia y tormentas pueden ser de importancia a lo largo del año. Otros, como las bajas temperaturas, son más importantes en ciertos momentos durante el ciclo (Lyrene, 2006).

En el ciclo anual de crecimiento y desarrollo del cultivo de arándano se observan las etapas de desarrollo vegetativo, iniciación de yemas florales, dormición, antesis y desarrollo de fruto (Darnell, 1996). Durante el otoño e invierno las plantas de arándano se encuentran en un período de dormición, visible a nivel de cultivo por el cambio de color del follaje. En otoño o principio de invierno las yemas vegetativas pueden distinguirse de las reproductivas por su forma y tamaño.

El desarrollo de la dormición y de la resistencia al frío es un proceso gradual que se inicia con el acortamiento de los días y la disminución de la temperatura en otoño (Lyrene y Williamson, 2004). Seguido a este período, cuando las plantas acumulan las horas de frío requeridas según las necesidades de cada variedad se encuentra la etapa de floración.

Las yemas vegetativas para iniciar su crecimiento y desarrollo requieren mayor acumulación de horas frío que las yemas que originan flores, en muchas variedades de arándanos southern highbush, la apertura de las yemas florales y el cuaje de fruto se produce con anterioridad a la ruptura de yemas vegetativas (Maust *et al.*, 1999). Es por esta razón que el crecimiento y desarrollo vegetativo en varios cultivares de arándanos es posterior a la etapa de floración (Figura 8).

Además de la brotación de primavera, se puede observar la brotación de verano, una vez terminada la etapa de cosecha. La brotación de verano se induce generalmente a nivel comercial mediante la poda de postcosecha. Por lo tanto, su intensidad y la cantidad de ramas que origine dependerán de la poda realizada y también de las temperaturas de los meses de verano.

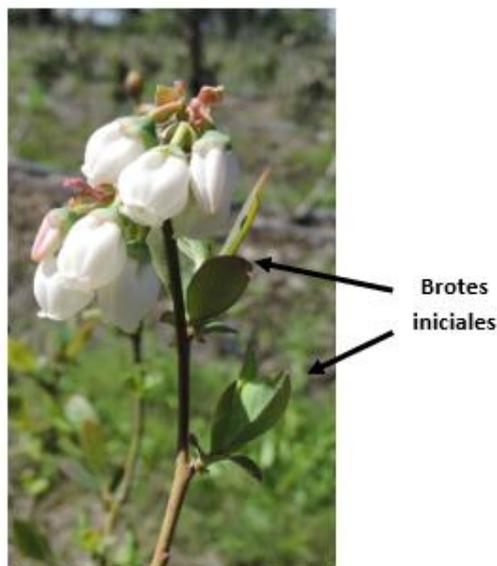


Figura 8. Inicio de brotación en arándano highbush en etapa de plena floración. Foto Fernanda Rivadeneira INTA EEA Concordia.

A fines de invierno e inicio de primavera, días más largos y mayores temperaturas inducen la floración y la brotación. El período de floración puede extenderse de 3 a 6 semanas dependiendo de la variedad y de la temperatura (Rivadeneira, 2008; Tuell y Isaacs, 2010). Cuando se inicia la apertura de las yemas florales se pueden observar distintos estadios de desarrollo reproductivo (Rivadeneira *et al.*, 2005; Spiers, 1978) (Figura 9). El registro y la información del desarrollo de estas etapas son fundamentales para una correcta elección de variedad y para su manejo cultural, como elección del momento de ingreso de colmenas, control de heladas, aplicaciones fitosanitarias, etc.

El momento de floración depende de la variedad, su requerimiento en horas de frío y en horas de calor. Una floración temprana puede verse afectada por daños causados por heladas primaverales con la consecuente pérdida de rendimiento, mientras que una floración tardía puede retrasar la cosecha (Kovaleski *et al.*, 2015).

La floración y maduración de fruta ocurren en forma escalonada y su duración puede extenderse o acortarse dependiendo de las temperaturas y de las variedades (Kovaleski *et al.*, 2015; Rivadeneira, 2010). Años de mayor acumulación en horas de frío las etapas se encuentran más definidas y acotadas y se observa una curva de floración concentrada. Años con inviernos suaves, de menor acumulación de horas de frío, o de primaveras templadas, las curvas se extienden en el tiempo y las etapas se superponen en el cultivo, originando mayores meses de cosecha (Figura 10).

El inicio de floración en arándanos ocurre primero en las yemas basales (Gough, 1989) y es observable a través de la ruptura de yemas florales. Esta etapa es muy sensible a las heladas y esta sensibilidad de las plantas a las bajas temperaturas dependerá de las condiciones ambientales previas como también del estado fenológico del cultivo. El grado de daño ocasionado por las bajas temperaturas está influenciado por el estadio de desarrollo de la yema o de la flor; la cantidad de cobertura foliar sobre los pimpollos; las temperaturas que preceden a la helada; la severidad de la helada y duración; la velocidad del viento; la cobertura de nubes; y de la humedad de la superficie (Gough, 1994).



Figura 9. Estadios de desarrollo reproductivo en arándano. Adaptado de Rivadeneira *et al.*, 2005

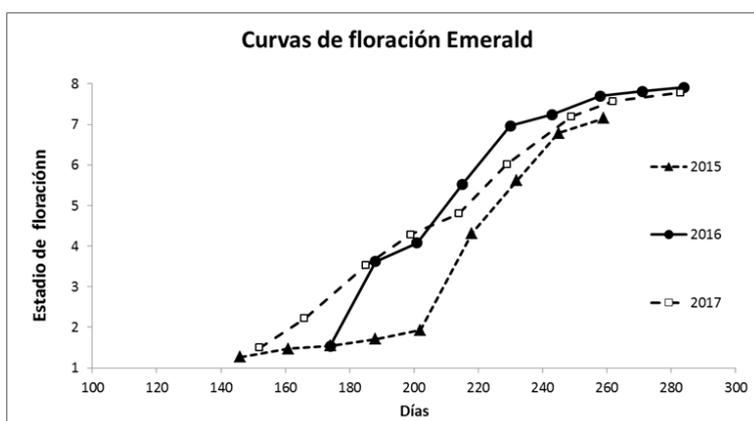


Figura 10. Curvas de floración en de arándano highbush var. Emerald para años con diferente acumulación de horas de frío (2015=429 h; 2016=528 h; 2017= 218 h) cultivado en Entre Ríos, Argentina. Estadio de floración (Rivadeneira *et al.*, 2005) en donde 1= Yema hinchada, 2=Yema abierta, 3= Botón rosado, 4= Botón blanco, 5= Flor abierta, 6= Fruto cuajado, 7= Fruto verde inicial; 8= Fruto verde final, 9= Fruto pintón. Fuente elaboración propia.

2. Especies y cultivo

Los botones florales de los arándanos son más resistentes al frío que muchos de otras especies frutales, las yemas cerradas son más resistentes que las abiertas a bajas temperaturas (Spiers, 1978). A medida que el estado de desarrollo floral avanza, las yemas y flores se vuelven más susceptibles al daño por frío, aunque las yemas vegetativas y reproductivas tienen resistencias similares. En arándanos cuando las flores se exponen a temperaturas inferiores a -3.5°C se resiente el cuaje de frutos (Hicklenton *et al.*, 2002).

La plena floración es observable a nivel cultivo por la presencia y preponderancia de flores abiertas en todas las ramas. La carga de flores y/o de fruta tiene un efecto significativo y parece competir con la ruptura de yemas vegetativas y en el subsecuente desarrollo vegetativo en los arándanos southern highbush (Maust *et al.*, 1999).

Si bien la mayoría de las variedades de arándanos producen fruta de su propia polinización, son beneficiados por la polinización cruzada (Gough, 1994) la cual es realizada por los insectos siendo común a nivel comercial el alquiler de colonias de abejas (Dogterom *et al.*, 2000). La actividad de los polinizadores afecta el cuaje y desarrollo del fruto de arándano y a mayor número de visitas de abejas por flor se obtienen frutos más grandes y se acelera el desarrollo (Williamson y Lyrene, 2004). Si bien se puede obtener fruta de arándano en la ausencia de polinizadores, la fruta partenocárpica es de menor tamaño que la fruta polinizada (Cano-Medrano y Darnell, 1997).

Luego de que el polen se deposita en el estigma, una exitosa fertilización y cuaje están definidos por tres factores: la receptividad de la flor, el grado de auto fertilidad y la disponibilidad de recursos para la maduración del fruto (Brevis *et al.*, 2006). En los arándanos highbush el cuaje del fruto es más viable cuando se polinizan dentro de los 4 días de la apertura floral (Tuell y Isaacs, 2010; Kirk y Isaacs, 2012).

Una vez polinizado, el crecimiento del fruto de arándano sigue una curva doble exponencial, con tres etapas asociadas a distintos procesos biológicos. Durante los primeros 25 posteriores a la floración se observa la etapa I definida por un rápido incremento del pericarpio y tamaño de fruto, luego hasta los 50-60 días ocurre la etapa II (fase lag) en la cual se detiene el crecimiento; y el inicio de la etapa III se produce en forma conjunta con cambios observables en la coloración del fruto e inicio de la maduración que puede variar de 70 a 90 días según la variedad (Darnell, 1996; Godoy *et al.*, 2008; Rivadeneira, 2008).

3. Variedades de arándanos

Los arándanos se diferencian por el tipo de crecimiento asociado a la altura de la planta, a la zona de origen y a las necesidades en horas de frío para florecer y producir. Se encuentran los arándanos highbush o altos (*Vaccinium corymbosum* L.), los lowbush o bajos (*V. angustifolium* Ait.) y los rabbiteye u ojos de conejo (*V. ashei* Reade; sinónimo *V. virgatum* Ait.). Los arándanos highbush involucran a las especies de 1.5 a 7 m de altura, mientras que los lowbush cuentan con especies de menos de 1 m (Eck *et al.*, 1989) y los rabbiteye alcanzan alturas de 1.5 a 6 m, por lo cual pueden considerarse dentro del tipo highbush (Eck *et al.*, 1989).

Dentro del crecimiento highbush se los puede clasificar a su vez en northern o del norte y en southern o del sur, relacionados a su requerimiento en horas de frío y resistencia al invierno

(Retamales y Hancock, 2012). Los northern highbush se encuentran en zonas más frías del norte de EE. UU., mientras que los southern highbush se encuentran distribuidos en zonas más templadas, con menor requerimiento en horas de frío. Los arándanos southern highbush fueron desarrollados en 1980 incorporando genes de bajo requerimiento en frío de los arándanos northern highbush. Fueron obtenidos de los programas de mejoramiento para Florida y Georgia en los EE. UU. y luego se trasladaron a otros países como Chile, Argentina, México, España y China (Lobos y Hancock, 2015).

Se encuentran disponibles actualmente cultivares de arándanos con casi un continuo rango de requerimiento en horas de frío, desde 150 a 800 h en los southern highbush, de 800 a 1200 h en los northern y de 300 a 600 h en los rabbiteye (Retamales y Hancock, 2012). Los cultivares de arándanos difieren en características como la estación de cosecha, en la producción anual, calidad de fruta, vida postcosecha, cantidad de poda requerida, resistencia a enfermedades, tolerancia al invierno, atracción hacia las abejas, adaptaciones regionales (requerimiento horas frío), tolerancia a la sequía, calor e inundación (Powell *et al.*, 2002).

En los últimos años se ha observado un recambio varietal acompañado por el interés de los productores de aumentar la productividad, extender el calendario de cosecha y mejorar la calidad de fruta. Actualmente existen numerosos programas de mejoramiento genético distribuidos en distintos países en la búsqueda de variedades adaptadas regionalmente. Todas estas nuevas variedades disponibles comercialmente son patentadas y licenciadas.

La selección de la variedad adecuada a las condiciones agroclimáticas de un sitio es un primer paso para una producción exitosa. El momento y extensión de floración y de maduración es importante para determinar la utilidad y adaptabilidad de los cultivares de arándanos a las diversas regiones (NeSmith, 2004).

Cuando se piensa en incorporar una variedad hay que tener en cuenta que no existe la variedad ideal para todas las condiciones climáticas, ya que una misma variedad puede tener un comportamiento diferente según el ambiente. Es por ello por lo que es fundamental no sólo contar con información obtenida de otras zonas, sino que también resulta importante generar información adaptada al sitio.

El objetivo y destino de la producción son sin dudas otros aspectos a considerar al momento de seleccionar una variedad, ya que estará relacionado a la fecha de cosecha y la calidad de fruta a obtener. Se conoce como el tamaño de la fruta de arándano depende de la especie, el cultivar y de las condiciones de crecimiento. Mercados distantes también requieren variedades adaptadas a mayor tiempo de postcosecha.

Actualmente los consumidores demandan fruta de alta calidad, la cual depende de las características del cultivar como así también del manejo postcosecha de la fruta (Allan-Wojtas *et al.*, 2001). Los arándanos son apreciados por su alto contenido en antioxidantes y esta característica es muy valorada por el consumidor. En este sentido la genética y los factores de pre y postcosecha impactan en el contenido de antioxidantes (Castrejón *et al.*, 2008; Connor *et al.*, 2002; Sams, 1999; Vittori *et al.*, 2018).

A continuación, se realizará un listado de algunas de las variedades más populares de arándano disponibles comercialmente, con información de comportamiento y características de

producción (información de Blueberries breeding, 2021; Retamales y Hancock, 2012; Rivadeneira, 2020; Rivadeneira, 2012).

3.1. Rabbiteye (*Vaccinium ashei* R. sinónimo *V. virgatum* Ait.)

Son nativas del sudeste de Estados Unidos y cultivados comercialmente en ese país por más de 100 años. Requieren polinizadores para asegurar una buena producción. Las bayas son más firmes que las de los arándanos Highbush, con piel más gruesa. En EE. UU. se cosechan a máquina con destino mercado fresco y de procesado. Su vida postcosecha es muy buena y generalmente mejor que la de los Highbush.

Bonita: Tiene un requerimiento en horas de frío 350 a 400. Floración y maduración temprana, autoincompatible. Plantas vigorosas con fruta grande.

Centurion: tiene un requerimiento de 550 a 650 horas de frío o más, con plantas muy vigorosas. Florece tarde y es autofértil. La fruta es de tamaño medio y de color azul oscuro.

Climax: maduración temprana, requerimiento de 400 horas de frío. Arbusto de mediano vigor y ligeramente extendido. Fruta mediana, muy firme y apta para cosecha mecánica.

Choice: requiere 550 horas de frío. Maduración tardía, con bayas medianas de muy buen sabor.

Powderblue: maduración tardía, requerimiento de 550-600 horas de frío. Arbusto vigoroso, productivo. Es poco auto fértil. Fruta mediana a grande, buena firmeza y sabor.

Premier: maduración intermedia, más temprana que Tifblue, fruta grande y de buen sabor. Planta vigorosa y productiva requiere ser plantada con una polinizadora.

Southland: maduración intermedia. Arbusto moderadamente vigoroso, planta densa y compacta. Frutas de tamaño medio a grande, firmes y de buen sabor.

Tifblue: tiene un requerimiento de 600 a 700 horas de frío. Maduración intermedia y fruta de tamaño pequeño a mediano. Es la variedad considerada como la estándar por sus características de producción, calidad y postcosecha.

3.2. Southern highbush (*Vaccinium corymbosum* L.)

Incluye variedades que se consideran mejor adaptadas para climas templados, tienen menor requerimiento de frío que las variedades Northern Highbush. Su fruta es cosechada manualmente, por lo cual el tamaño es muy importante.

Abundance: Requiere 300 horas de frío. Arbusto muy productivo. Floración y maduración tardía. Fruta grande y dulce.

Emerald: Requiere 300 horas de frío. Maduración temprana. Arbusto vigoroso y de alto rendimiento. Fruta grande y firme.

Farthing: Requiere 300 horas de frío. Arbusto ligeramente expandido, muy productivo. Floración y maduración tardía. Fruta muy grande.

Kestrel: Requiere pocas horas de frío, posibilidad de manejo siempre verde. Arbusto extendido. Floración y maduración muy temprana. Fruta de excelente sabor y aroma.

Misty: Requiere 250 horas de frío. Floración y maduración intermedia. Arbusto erecto, vigoroso y muy productivo. Fruta mediana y firme

O'Neal: Requiere 400 horas de frío. Es de maduración intermedia. Arbusto erecto y abierto. La fruta es de tamaño medio y de muy buen sabor.

Primadonna: requiere 400 horas de frío. Fruta grande y temprana. Arbusto de crecimiento erecto, requiere poda especial para inducir brotación.

San Joaquín: Requiere 400-500 horas de frío. Arbusto erecto de vigor medio. Floración y maduración temprana. Fruta grande.

Scintilla: Requiere 200 horas de frío. Arbusto erecto, no muy productivo. Floración y maduración intermedia. Fruta grande y dulce.

Snowchaser: Requiere 200 horas de frío, de manejo siempre verde. Floración y maduración muy temprana. Arbusto abierto. Fruta mediana y firme.

Springhigh: fruta grande, azul oscuro y de firmeza media. Floración temprana. Es un arbusto muy vigoroso y que sobrevive bien en el campo.

Star: Requiere 400 horas de frío. Floración tardía y maduración temprana. Arbusto abierto, medianamente vigoroso. Fruta grande.

Suziblue: requiere 150 horas de frío. Arbusto abierto, de floración intermedia y cosecha temprana. Fruta grande y buena firmeza.

Sweetcrisp: fruta de tamaño medio a grande, de excelente firmeza y sabor. Arbusto vigoroso, pero sus bajos rendimientos limitaron su difusión comercial.

Ventura: Requiere pocas horas de frío. Arbusto erecto y vigor medio. Floración y maduración muy temprana. Fruta grande y firme.

3.3. Northern highbush (*Vaccinium corymbosum* L.)

Son las variedades de arándano más plantadas en el mundo. Crecen mejor en climas templados en donde las horas de frío totales son 1000 o más. Generalmente son autofértiles.

Aurora: requiere más de 800 horas de frío. Arbusto vigoroso, muy productivo y de excelente resistencia al frío. Maduración tardía. Fruta grande, firme.

Blue Chip: maduración intermedia. Arbusto vigoroso y erecto con racimos de tamaño medio. Fruta de tamaño grande y firme.

Bluegold: requiere más de 800 horas de frío. Arbusto bajo, con muchas ramas. Maduración intermedia. Fruta mediana y firme. Buen comportamiento en cosecha mecánica.

Brigitta: variedad de maduración intermedia a tardía, requiere 800 horas de frío. Arbusto erecto con intermedia tolerancia al frío. Fruta firme y de prolongada vida poscosecha. Apropriada para zonas de inviernos suaves.

Coville: requiere más de 800 horas de frío. Arbusto mediano. Maduración intermedia. Fruta muy grande y firme.

Chandler: requiere más de 800 horas de frío. Arbusto expandido con buen comportamiento frente al frío. Maduración intermedia. Fruta excepcionalmente grande, con excelente sabor y período de cosecha extendido.

Darrow: requiere más de 800 horas de frío. Arbusto bajo, con un comportamiento limitado al frío. Maduración intermedia. Fruta es muy grande y firme.

Duke: maduración temprana. Arbusto abierto, erecto, vigoroso y muy productivo. Fruta grande, firme y de sabor suave.

Elliot: es el principal arándano tardío para mercado en fresco. Muy tardío. Arbusto erecto y vigoroso. Produce mucha fruta de tamaño mediano. Fruta de alta acidez.

Jersey: requiere más de 800 horas de frío. Arbusto alto, muy resistente al frío. Maduración intermedia. Fruta mediana y de buen sabor. Se adapta a amplio rango de suelos. Apta para cosecha mecánica.

Liberty: requiere más de 800 horas de frío. Arbusto erecto, vigoroso, muy resistente al frío. Maduración tardía. Fruta grande y firme, de excelente sabor.

4. Poda

La poda es una práctica cultural utilizada para mantener una producción sustentable de fruta, mejorando el tamaño de la planta, forma y uniformidad del cultivo y facilitando otras prácticas culturales como pulverizaciones y cosecha (Williamson *et al.*, 2004). La poda también es una práctica recomendada para mejorar la penetración de luz dentro de los arbustos que ayuda a obtener producción de fruta en el interior de la planta. Además, una poda correcta que elimine las ramas débiles permitirá obtener una mejora en la calidad de fruta (Eck *et al.*, 1989; Powell *et al.*, 2002).

Gran parte de la poda en los arándanos northern highbush se realiza frecuentemente en invierno cuando las cañas se encuentran dormidas, mientras que en los arándanos southern highbush se realiza poda tanto en verano luego de la cosecha, así como también en la época de dormición invernal (Retamales y Hancock, 2012).

Hay dos tipos de cortes que se realizan en la poda, uno de acortamiento y otro de remoción, cada uno con un propósito diferente. En la poda de acortamiento, se corta el brote o rama en su parte terminal y se la deja a la altura de una yema lateral, este tipo de corte se realiza generalmente en ramas de un año. Mientras que la poda de remoción elimina totalmente la rama o la caña hasta cerca de su origen y estimula el crecimiento vegetativo debajo del corte. Se usa para limitar la altura o ancho del arbusto y permite ajustar la carga de fruta de la rama. La poda de remoción elimina cañas viejas y poco productivas, ayuda a rejuvenecer los arbustos y al disminuir la densidad del canopy permite una mejor circulación de aire, de luz y mejor penetración de pulverizaciones (Williamson *et al.*, 2004).

4.1. Poda en plantas jóvenes

Esta poda ayuda al establecimiento de las plantas jóvenes luego de plantación, mediante un balance de tamaño entre la parte aérea y el sistema radical. Como regla general se recomienda

remover un tercio a mitad de la parte superior de las plantas cuando las mismas son trasladadas al campo. En plantas jóvenes se busca limitar la producción de fruta, estimulando el crecimiento vegetativo. Durante el primer año del cultivo se recomienda remover las yemas florales y en el segundo y tercer año se recomienda mantener uno o dos racimos por rama y eliminar ramas débiles, dañadas o enfermas, dependiendo de la variedad y del vigor de la planta. Si no se eliminan las yemas florales se puede reducir el crecimiento vegetativo y la posterior demora en el establecimiento de las plantas que puede originar una mayor tasa de mortalidad en algunas variedades. (Retamales y Hancock, 2012; Williamson *et al.*, 2004).

Los arándanos southern highbush que crecen en regiones más cálidas alcanzan su tamaño de planta adulta en poco tiempo, en 3 o 4 años, mientras que los arándanos northern highbush que crecen en regiones más frías pueden demorar de 6 a 8 años en alcanzar esta misma etapa. Es por esta razón que las estrategias de poda pueden ser diferentes entre los tipos de crecimiento de arándanos y deberán adecuarse al vigor de las plantas en cada región (Retamales y Hancock, 2012).

4.2. Poda en plantas adultas

Las plantas adultas de arándanos requieren una poda anual para mantener un balance adecuado entre crecimiento vegetativo y reproductivo (Figura 11). Si los arbustos se podan sólo ocasionalmente se produce un desbalance entre cañas muy viejas y cañas muy jóvenes. Los arbustos de mayor rendimiento contienen cerca de 15-20% de cañas jóvenes (<2,5 cm), 15-20% de cañas viejas (>3,5 cm) y 50-70% de cañas de mediana edad. Las plantas de arándano generalmente alcanzan su máxima producción entre los 8 a 10 años. Es por ello por lo que es necesario programar una poda de rejuvenecimiento que asegure mantener el vigor de las plantas y minimice la reducción de la producción de fruta de calidad (Eck *et al.*, 1989, Powell *et al.*, 2004; Retamales y Hancock, 2012).

La poda en plantas adultas se realiza también para mantener la altura y estructura de planta adecuada para la cosecha, ya sea manual o mecánica. En las variedades vigorosas se realiza una combinación de poda de verano y de invierno para mantener el crecimiento, combinando una poda de acortamiento en verano y de eliminación de ramas desde la base en la poda de invierno (Figura 12) (Eck *et al.*, 1989, Powell *et al.*, 2002).

La poda de dormición en época invernal permite prevenir la sobreproducción, mantener vigor de las plantas y producir fruta de buena calidad. Esta poda se inicia durante el invierno cuando las yemas florales son visibles y debe estar finalizada antes de caída de corola. En esta época se eliminan cañas o ramas y la poda busca balancear y ajustar la carga de fruta de la planta. La poda de eliminación de cañas se inicia en plantas de 5 a 6 años, para estimular el crecimiento de nuevas cañas productivas. Las cañas más viejas se remueven desde su base para permitir el ingreso de luz dentro del arbusto. Los cortes deben realizarse lo más cercano posible a la caña principal. En general cada año se renueva eliminando un cuarto de las cañas viejas. La poda en época invernal remueve yemas y puede incrementar el cuaje de frutos en las yemas remanentes, a su vez que puede concentrar la maduración de fruta. La falta de poda puede resultar en una sobreproducción de fruta y falta de desarrollo de nuevas ramas y esto conlleva a la pérdida de vigor de la planta (Retamales y Hancock, 2012, Williamson *et al.*, 2004).

2. Especies y cultivo

La poda durante el verano se debe realizar luego de la cosecha, para eliminar ramas que cargaron fruta y para estimular el crecimiento vegetativo. El momento en que se realiza esta poda es fundamental, ya que el número y la longitud de los laterales que se formarán dependerán de cuán temprano se realiza esta poda. Una poda temprana de verano puede incrementar el rendimiento y la calidad de la fruta, pero su efecto puede ser contrario cuando se realiza en forma tardía. A su vez, las variedades difieren enormemente en su respuesta a la fecha de poda (Retamales y Hancock, 2012).

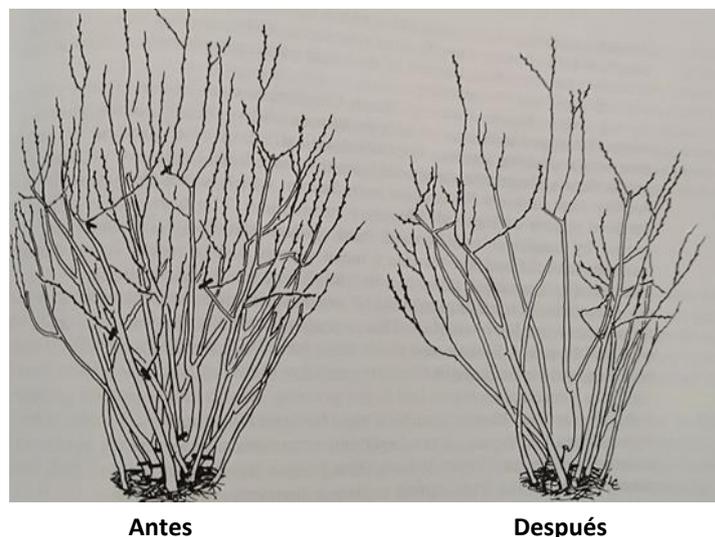


Figura 11. Planta adulta de arándano antes y después de la poda (Fuente Eck *et al.*, 1989)

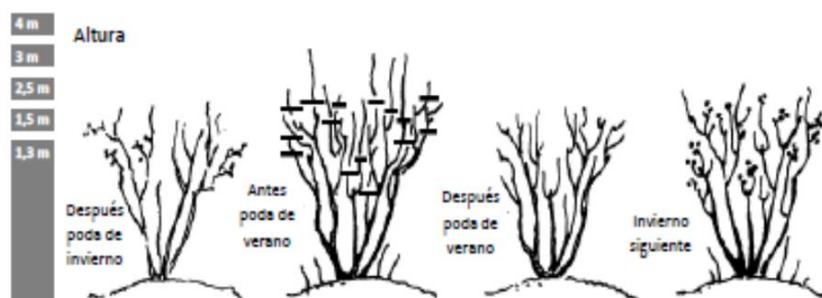


Figura 12. Combinación de poda de invierno y de verano en arándanos adultos para controlar la altura de la planta (Fuente Powell *et al.*, 2004)

Bibliografía

- Allan-Wojtas, P. M., Forney, C. F., Carbyn, S. E., Nicholas, K. U. K. G. (2001). Microestructural Indicators of Quality-relates Characteristics of Blueberries-An Integrated Approach. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 34: 23-32 pp.
- Blueberries breeding. (2021). <https://www.blueberrybreeding.com/>. Acceso enero 2021.
- Brevis, P. A., NeSmith, D. S., Wetzstein, H. Y. (2006). Flower Age Affects Fruit Set and Stigmatic Receptivity in Rabbit-eye Blueberry. *HORTSCIENCE* 41(7):1537–1540.
- Cano-Medrano, R., Darnell, R. L. (1997). Cell Number and Cell Size in Parthenocarpic vs. Pollinated Blueberry (*Vaccinium ashei*) Fruits. *Annals of Botany* 80: 419-425.

- Castrejón, A. D. R., Eichholz, I., Rohn, S., Kroh, L. W., Huyskens-Keil, S. (2008). Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) During fruit Maturation and Ripening. *Food Chemistry* 109: 564-572.
- Chu, W., Gao, H., Chen, H., Fang, X., Zheng, Y. (2018). Effects of Cuticular Wax on the Postharvest Quality of Blueberry Fruit. *Food Chemistry* 239: 68-74.
- Connor, A. M., Luby, J. J., Hancock, J. F., Berheimer, S., Hanson, E. J. (2002). Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold Temperature Storage. *J. Agric. Food Chem.* 50: 893-898.
- Darnell, R. L. (1996). The Annual Blueberry Growth Cycle. *Proceedings for the 8th Biennial Southeast Blueberry Conference.* 35-44.
- Darnell, R.L. and P.M. Lyrene. (1989). Cross incompatibility of two related rabbiteye blueberry cultivars. *HortScience* 24:1017–1018.
- Dogterom, M.H., M.L. Winston, and A. Mukai. (2000). Effect of pollen load size and source (self, outcross) on seed and fruit production in highbush blueberry cv. 'Bluecrop' (*Vaccinium corymbosum*; Ericaceae). *Amer. J. Bot.* 87: 1584–1591.
- Eck, P., Gough, R.E., Hall, I. V., Spiers, J. M. (1989). Blueberry Management. En Galleta, G.J., Himelrick, D. G., (Eds). Chapter 7: Small Fruit Crop Management. (pp. 273-333). ISBN 0-13-814609-8.
- Godoy, C., Monterubbianesi, G., Tognetti, J. (2008). Analysis of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruit growth with Exponential Mixed Models. *Sci. Hort.* 115: 368-376.
- Gough, R. E. (1994). *The Highbush Blueberry and its Management.* Food Products Press. Binghamton, NY, USA.
- Hicklenton P. R., Reekie J. Y. C., MacKenzie K., Eaton L. J., Havard P. (2002). Freeze Damage and Frost Tolerance Thresholds for Flowers of the Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait:). *ISHS Acta Hort.* 574: 193-201
- Kirk, A. K., Isaacs, R. (2012). Predicting Flower Phenology and Viability of Highbush Blueberry. *HORTSCIENCE* 47(9):1291–1296. 2012.
- Kovaleski, A. P., Williamson, J.G, Olmstead, J. W., Darnell, R.L. (2015). Inflorescence Bud Initiation, Development, and Bloom in Two Southern Highbush Blueberry Cultivars. *J. AMER. SOC. HORT. SCI.* 140(1):38–44.
- Lobos, G. A., Hancock, J. F. (2015). Breeding Blueberries for a changing global environment: a review. *Frontiers in Plant Science.* Vol. 6 (782):14 p.
- Lyrene, P. M. (2006). Breeding Southern Highbush and Rabbiteye Blueberries. *Acta Hort.* 715:29-37.
- Lyrene, P. M. and Williamson, J. G. (2004). *Protecting Blueberries from Freezes in Florida.* University of Florida IFAS Extension. HS968: 8pp.

2. Especies y cultivo

- Maust B. E., Williamson J. G., and Darnell R. L. (1999). Flower Bud Density Affects Vegetative and Fruit Development in Field-Grown Southern Highbush Blueberry. *HortScience* 34 (4): 607-610.
- NeSmith D. S., Krewer G., Williamson J. G. (1998). A Leaf Bud Development Scale for Rabbiteye Blueberry (*Vaccinium ashei* Reade). *HortScience* 33 (4): 757.
- NeSmith, D. S. (1999). Blueberry Research at the University of Georgia. Annual Research Update. Research report 662.
- NeSmith, D.S. (2004). Predicting Fruit Development Period of Rabbiteye Blueberry Cultivars Using Growing Degree Days. *Small Fruit News* Vol 4, No 2.
- Poonachit, U., Darnell, R. (2004). Effect of Ammonium and Nitrate on Ferric Chelate Reductase and Nitrate Reductase in *Vaccinium* Species. *Annals of Botany* 93: 399-405.
- Powell, A., Dozier Jr., W. A., Himelrick, D. G. (2002). Commercial Blueberry Production Guide for Alabama. Alabama Cooperative Extension System. ANR-904. Alabama & Auburn Universities. 16 pp.
- Powell, A., Dozier, J. R., Hilmerick, D. G. (2002). Commercial Blueberry Production Guide for Alabama. ANR 904, 16 pp.
- Retamales, J. B., Hancock, J. F. (2012). Blueberries. *Crop Production Science in Horticulture Series*; no 21. CABI.
- Ritzinger, R., Lyrene, P. M. (1999). Flower Morphology in Blueberry Species and Hybrids. *HortScience* 34: 130-131.
- Rivadeneira, M. F. (2008). Etapas Fenológicas en Arándanos durante las campañas 2006-2007. *Avances Cultivos No Tradicionales*. FAUBA. 1-10.
- Rivadeneira, M. F. (2012). Frutas Finas. En Anderson, C. (Ed.), *Variedades y portainjertos de frutales de uso público* (pp.7-10) Ed. INTA. CABA.
- Rivadeneira, M. F., Asueta, F., Carlazara, G. (2010). Fenología y Producción de Variedades Patentadas de Arándano. *Jornadas técnicas APAMA*.
- Rivadeneira, M. F.; Tesón, N; Costa, N. (2005). Metodología de Observación Fenológica en Arándanos. I Congreso Argentino de Arándanos y Otros Berries. Editorial Facultad de Agronomía. 117 p.
- Rivadeneira, M.F. (2020). Variedades de Arándanos disponibles en Argentina. *Boletín Novedades Frutales EEA Concordia*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_variedades_de_arandanos.pdf Acceso diciembre 2020.
- Sams, C. E. (1999). Preharvest Factors Affecting Postharvest Texture. *Postharvest Biology and Technology*. 15:249-254.
- Song GQ., Hancock J.F. (2011) *Vaccinium*. In: Kole C. (Eds) *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources* (pp. 197-221). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Spiers J. M. (1978). Effect of Stage of Bud Development on Cold Injury in Rabbiteye Blueberry. J. Amer. Soc. HortScience 103 (4):452-455.
- Tuell, J. K., Isaacs, R. (2010). Weather During Bloom Affects Pollination and Yield of Highbush Blueberry. J. Econ. Entomol. 103 (3): 557-562.
- Valenzuela-Estrada, L. R., Vera-Caraballo, V. Ruth, L. E., Eissenstat, D.M. (2008). Root Anatomy, Morphology, and Longevity among Root Orders in *Vaccinium corymbosum* (Ericacea). American Journal of Botany 95 (12): 1506-1514.
- Vittori, L. D., Mazzoni, L., Battino, M., Mezzetti, B. (2018). Pre-harvest Factors Influencing the Quality of Berries. Sci. Hort. 233:310-322.
- Williamson, J. G., Davies, F. S., Lyrene, P. M. (2004). Pruning Blueberry Plants in Florida. Univ. Florida. EDIS Publ. HS985.
- Williamson, J. G., Lyrene, P. M. (2004). Blueberries for Florida. Univ. Florida. EDIS Publ. HS967.