

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



El Cultivo de Arándano (*Vaccinium myrtillus L.*)

Por:

JUAN JOSÉ TORRES PÉREZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

El Cultivo de Arándano (*Vaccinium myrtillus* L.)

Por:

JUAN JOSÉ TORRES PÉREZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

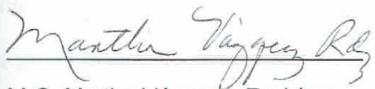
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Felipa Morales Luna

Asesor Principal



M.C. Martha Vázquez Rodríguez

Coasesor



Ing. René Arturo de la Cruz Rodríguez

Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2017

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por estar conmigo siempre en las buenas y en las malas, por darme la vida, paciencia y sobre todo por darme salud para seguir adelante ante todo y permitirme terminar mi formación académica.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

Por brindarme la oportunidad, darme cobijo durante mi formación como profesionista y por haberme ofrecido los mejores conocimientos universitarios.

A la M.C. Felipa Morales Luna, M.C Martha Vázquez Rodríguez, ING. Rene Arturo de la Cruz Rodríguez.

Por el apoyo y dedicación incondicional para la realización de este trabajo.

Al jurado examinador Por el asesoramiento, comentarios y correcciones muchas gracias

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

A mis amigos y compañeros de la UAAAN que siempre me brindaron su amistad durante mi estancia en esta maravillosa Universidad.

A TODOS MIS MAESTROS

Que con toda disposición aportaron, sus conocimientos en bien de mi formación académica para que yo fuera una persona exitosa.

A LA LIC. SANDRA LÓPEZ BETANCOURT

Por su asesoría y apoyo computacional para la culminación de este trabajo.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES CON MUCHO CARIÑO

Por haberme dado esta vida tan maravillosa y las fuerzas de salir adelante como profesionista exitoso.

SR. ANTONIO BUSTAMANTE CASTELLANOS por ser un gran hombre y amigo que dios puso en mi camino, por inculcarme ser una persona de bien y de respeto, muchas gracias padre.

SRA. MARTHA PEREZ TIZNADO (†) por ser la mejor madre siempre nos brindaste la paciencia, la delicadeza, el amor, el cariño, ternura y comprensión, a todos tus hijos. Muchísimas gracias por todo lo que hiciste por mí por apoyarme en todo momento, que Dios te guarde en su santa gloria querida madre.

A MIS HERMANOS

Julián, Antonio y Emilio, que siempre has estado conmigo en las buenas y las malas, gracias por todos los momentos felices, los quiero mucho.

A MI ESPOSA

María del Socorro Franco Ramírez por ser la compañera que Dios con todo su corazón puso a mi lado, que me ha brindado amor, respeto y mucha felicidad en todo momento, por ser la madre de mis hijos y motivo para salir en todo momento adelante, te quiero mucho.

A MIS HIJOS

Sara Paulina, Martha Karol y Juan José por brindarme mucha alegría, sonrisas, mucha felicidad pero sobre todo mucho amor y por ser el motor día con día para salir adelante, los quiero mucho.

A MIS AMIGOS Que de alguna manera siempre me han apoyado moralmente para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIAS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
ANTECEDENTES.....	3
IMPORTANCIA DEL CULTIVO.....	3
LUGARES DE LA REPUBLICA MEXICANA EN SIEMBRA DE ARÁNDANO.....	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ESTADOS PRODUCTORES EN MEXICO.....	7
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	8
DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	9
SISTEMA RADICAL.....	10
ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ARÁNDANO.....	12
TIPOS DE ARANDANOS.....	14
CLASIFICACIÓN ARÁNDANO.....	15
Clasificación de las diferentes especies.....	16
Clasificación en función de su época de maduración.....	18
VALOR NUTRITIVO.....	19
PROPIEDADES MEDICINALES DEL ARÁNDANO.....	20
CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS REQUERIDAS POR EL ARÁNDANO.....	23
Suelo.....	23
Clima.....	24
Agua.....	25
RIEGO.....	26
ASPECTOS A CONSIDERAR PARA ELEGIR EL MÉTODO DE RIEGO.....	28

COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO	29
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO.....	31
PREPARACIÓN DE LA PLANTACIÓN	31
Instalación del sistema de riego	33
Plantación.....	34
El distribuidor de abonos.....	37
La red de distribución.....	40
MANEJO DEL ARÁNDANO	42
PODA DEL ARANDANO	42
POLINIZACIÓN DE HUERTOS DE ARÁNDANOS	43
Alternativas de polinizadores.....	43
Consejos para la polinización.....	44
FERTILIZACIÓN.....	45
NITROGENO (N).....	46
FOSFORO (P).....	47
POTASIO (K).....	47
CALCIO (Ca).....	48
MAGNESIO (Mg).....	49
AZUFRE (S).....	49
MICRO NUTRIENTES.....	50
PLAGAS Y ENFERMEDADES	50
PLAGAS	50
NOMBRE COMÚN: GUSANOS GRISES	50
Daños	51
Control Químico	52
NOMBRE COMÚN: GUSANOS GRISES.....	52
Ciclo fenológico.....	52
NOMBRE COMUN: TRIPS DE LAS FLORES.....	53
Daños.....	54
Control Biológico	55
Medidas culturales	55

NOMBRE COMUN: ARAÑA ROJA, ACARO ROJO.....	56
Generaciones anuales	57
Daños	57
Control Químico	57
Control Biológico	58
NOMBRE COMÚN: PULGÓN VERDE DEL MELOCOTONERO	58
Ciclo fenológico	59
Daños	60
Control Químico	60
Frutales	60
Control Biológico	61
NOMBRE COMÚN: PULGON DEL ALGODÓN. <i>Aphis gossypii</i>	62
Generaciones anuales	62
Daños	62
Control Químico	63
NOMBRE COMÚN: DROSOFILA DE ALAS MANCHADAS.....	64
Ciclo fenológico	65
Generaciones anuales	65
Daños	65
Control Químico	65
ENFERMEDADES.....	69
PUDRICIÓN RADICAL Nombre científico: <i>Phytophthora cinnamomi</i>	69
ARMILARIOSIS	70
VERTICILOSIS	72
AGALLAS DEL CORONA.....	73
CANCROSIS DEL CUELLO	75
ATIZONAMIENTO DE LA MADERA.....	76
TIZON BACTERIANO.....	78
TIZÓN DE LOS TALLOS	79
COSECHA	80
MANEJO DE COSECHA.....	81

Calidad del fruto	81
Madurez del fruto	82
MANEJO DE POSCOSECHA	84
Manejo de la temperatura y la humedad relativa.....	84
COMERCIALIZACION	86
Cadena Sistema-Producto	89
Presentaciones del producto	90
Transporte	91
Asociación Nacional de Exportadores de Berries.....	91
LITERATURA CITADA	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial arándanos en toneladas.	5
Cuadro 2. Promedio de rendimiento del cultivo arándano por país.	6
Cuadro 3. Principales estados productores de arándano en la republica mexicana.	8
Cuadro 4. Presenta las propiedades nutricionales de arándano.	20
Cuadro 5. Recomendación de sustratos para el cultivo de arándano.	28

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Dinamica de la produccion mundial de arandano.....	5
Gráfica 2. Incremento de rendimiento usando sistema de riego	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestra los órganos florales del cultivo de arándano.....	11
Figura 2. Etapas fenológicas del cultivo de arándano.....	12
Figura 3. Crecimiento vegetativo del arándano. Tomado de: Rivadeneira y Carlazara (2011).	13
Figura 4. Crecimiento reproductivo del arándano	14
Figura 5. Cabezal de riego.....	30
Figura 6. Camellones para el establecimiento del arándano	33
Figura 7. Hoyo de plantación para establecer el arándano.....	34
Figura 8. Colocación de la planta de arándano en el hoyo.	36
Figura 9. Acomodo de planta de arándano sobre el suelo.....	36
Figura 10. Filtros de anillas.....	38
Figura 11. Ejemplo de inyectores venturis	38
Figura 12. Tanque de solución de fertilizantes (izquierda) y Programador de riego (derecha).....	39
Figura 13. Diferentes tipos de electroválvulas	39
Figura 14. Esquema de una red de distribución en riego por “goteo”.	40
Figura 15. Gotero Tipo pulpo (izquierda) y Goteros integrados en la tubería (lado derecho).....	41
Figura 16. Dosis recomendada de fertilización de arándanos	50
Figura 17. Adulto de <i>Agritis spp</i>	51
Figura 18. Larva de <i>Peridroma Saucia</i>	53
Figura 19. Adulto de <i>Frankliella occidentalis</i>	54
Figura 20. Adulto de <i>Tetranychus Urticae</i>	57
Figura 21. Adulto de <i>Myzus persicae</i>	59
Figura 22. Adulto de <i>Aphys Gossypii</i>	62
Figura 23. Adulto de <i>Drosophila suzukii</i>	64
Figura 24. Adulto de <i>Lygus liniolaris</i>	66
Figura 25. Huerto arándanos con síntomas de infección en follaje (izquierda) y raíz con pudrición causada por <i>phytophthora ciannamomi</i> , (derecha).....	69
Figura 26. Planta de arándanos con síntomas causados por el hongo <i>Armillaria mellea</i> , (izquierda) y cuello de planta que muestra micelio blanquecino (derecha).	71
Figura 27. Lesiones en hojas de arándano causadas por <i>verticilosis</i> en hojas (izquierda) y daño presente en tallos causados por <i>verticilosis</i> (derecha).....	72

Figura 28. Cuello en arándano afectadas por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (izquierda). y Afectación en raíces causado por <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (derecha).	74
Figura 29. Muerte de ramas en planta de arándano causado por <i>Fusicoccum parvum</i> (izquierda) y Necrosis en el tallo (derecha).	75
Figura 30. Yema completamente cubierta por micelio de <i>Botryotinia fuckeliana</i>	77
Figura 31. Brote necrosado por tizón bacteriano (<i>Pseudomonas syringae</i>).	78
Figura 32. Tallo con anillado causado por <i>pestalofia vaccinii</i> ; (izquierda) y Tallo con acervulos de color negro; (derecha).	79
Figura 33. Cosecha manual arándano (izquierda) y cosecha mecanizada (derecha).	81
Figura 34. Muestra el color de la fruta principal factor a considerar al momento de la cosecha.	83
Figura 35. Bandejas de arándano cosechado protegidas del sol.	84
Figura 36. Caja con capacidad 12 “clanches”,	86
Figura 37. Canastilla plástica “clanches” de 170 gr.	87
Figura 38. Termómetro del área de empaque marcando 20°C.	87
Figura 39. Regleta para medir el calibre de los frutos.	87
Figura 40. Cadena Productiva de arándano en Jalisco.	90

INTRODUCCIÓN

El arándano (*Vaccinium myrtillus L.*), es considerado como el fruto más antiguo de la Tierra, forma parte del grupo conocido como frutos del bosque, frutillas o berries, los cuales han sido utilizados desde tiempos ancestrales para el tratamiento de distintas enfermedades como la gripe, el escorbuto y las infecciones urinarias. Produce una fruta baja en calorías y sodio, fuente de fibras y pectinas destacándose su alta concentración en vitamina C. Este fruto se consume tanto fresco como procesado. En los últimos años la producción de este fruto ha experimentado un considerable crecimiento debido a que sus beneficios en la salud de las personas han sido ampliamente divulgadas, (Sellapan *et al*, 2002).

Existen familias de compuestos fenólicos presentes en los arándanos, como ácidos fenólicos, catequinas, flavonoles y antocianos que han mostrado tener una gran actividad antioxidante (Sellapan *et al*, 2002; Wang y Jiao, 2000).

Las propiedades nutricionales del arándano son constantemente investigadas y promovidas. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) menciona que el arándano (*Vaccinium myrtillus L.*) por cada 100 g de fruto aporta 60 kcal, y contiene 2.4 g de fibra dietética, 0.74 g de proteína, 9.96 g de azúcares, 9.7 mg de vitamina C, 0.33 g de grasas. En el presente, Estados Unidos es el principal productor y consumidor de arándanos, sin embargo existen otros países que lo están demandando en forma creciente, especialmente en Europa y Asia. (Figuerola, 2005; Galleta *et al.*, 1990).

México cuenta con excelentes condiciones edafoclimáticas para la producción de berries en general. Dentro de los estados que presentan estas características se encuentran: Baja California, Chihuahua, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Puebla y Sinaloa. Actualmente, el 75% de la producción interna se concentra en los estados de Jalisco y Michoacán. La cosecha se presenta entre los meses de octubre a abril, cuando el mercado norteamericano carece de esta fruta fresca. En 2010 la producción en México mostró un crecimiento promedio anual de 180 % durante el periodo 2005-2010, teniendo un máximo crecimiento en 2009, por mayor superficie cosechada con rendimiento de 8.4 toneladas/ha (SIAP-SAGARPA, 2013).

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un documento que contenga información para profesionistas, estudiantes, pequeños productores y público en general sobre el cultivo del arándano y su importancia económica.

Palabras clave: Arándano, condiciones edafoclimáticas, plantación, y comercialización.

REVISIÓN DE LITERATURA

ANTECEDENTES

IMPORTANCIA DEL CULTIVO

A nivel Mundial

Las propiedades nutricionales del arándano son constantemente investigadas y promovidas. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) menciona que el arándano (*Vaccinium myrtillus* L.) por cada 100 g de fruto aporta 60 kcal, y contiene 2.4 g de fibra dietética, 0.74 g de proteína, 9.96 g de azúcares, 9.7 mg de vitamina C, 0.33 g de grasas. En el presente, Estados Unidos es el principal productor y consumidor de arándanos, sin embargo existen otros países que lo están demandando en forma creciente, especialmente en Europa y Asia, (Figuroa, 2005; Galleta *et al.*, 1990).

Nuestros antepasados del Norte de América han utilizado diversas especies de *Vaccinium* para propósitos medicinales, utilizando todas las partes de la planta: Flores, frutos, hojas, brotes jóvenes, corteza y raíces. Los arándanos silvestres han servido como alimento para osos y numerosas especies de Norteamérica. Antes de la llegada del hombre blanco a América, estos frutos eran consumidos por los **aborígenes**, tal y como indican Lewis y Clark, dos exploradores.

Hasta **1800** empiezan a ser conocidos como fruta por parte de los europeos.

En Alemania del siglo XVIII los arándanos, ya sea fresco o seco, se remojaban en agua para hacer infusiones o jarabes. Las infusiones eran utilizadas en el tratamiento de tos, diarrea, gota y reumatismo, para aliviar los síntomas de la

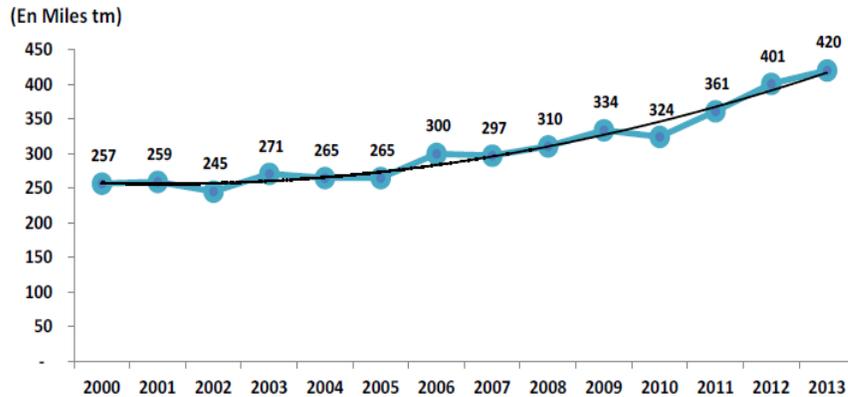
fiebre tifoidea, como un antibiótico para calmar las úlceras de la boca, como diurético y para prevenir contra el escorbuto. Durante la Segunda Guerra Mundial, los pilotos británicos, se percataron de que el consumo de jalea de arándanos mejoraba su visión nocturna, hecho que sirvió como punto de partida para investigaciones posteriores.

El arándano que se consume en España procede básicamente de Australia, Chile, Holanda e Italia, pero cada vez toman mayor relevancia los que proceden de Huelva y Asturias.

En castellano se conoce como mirtilo, arándano, muérdano, anavia, raspano; mientras que en otros lugares los encontramos como "myrtille" en francés, "mirtillo" en italiano, "heidelbeere" en alemán.

Muchos consideran al arándano como la planta más antigua de la tierra. Estos frutos han sido usados desde tiempos ancestrales en el tratamiento de diversas enfermedades, desde el escorbuto hasta la gripe o el reuma.

De acuerdo con las últimas cifras disponibles en la base de datos de la FAO (FAOSTAT, 2016) al año 2013, la evolución de la producción de arándanos muestra una tendencia creciente, aunque muy poco dinámicas en los primeros años. En el año 2000 se registra un volumen de producción de 257 mil toneladas y hasta el 2005 se observa un limitado crecimiento (0.6% promedio anual) registrando un volumen de 265 mil toneladas. En los siguientes años la producción se eleva en un 6%, registrando un volumen de 334 mil toneladas en el 2009, (MINAGRI, 2016), como se muestra en la (Gráfica 1).



Fuente: FAOTAT- feb. 2016.

Gráfica 1. Dinámica de la producción mundial de arándano

Entre los principales países productores de arándano, destacan Estados Unidos y Canadá, que participan con el 56.9% y 25,9% respectivamente del total producido en el año 2013. Ambos países en conjunto han sumado un total de 348 mil toneladas en su producción y han desarrollado sus cultivos en 31,6 mil has en el caso de Estados Unidos y 37,6 mil has en el caso de Canadá. En cuanto a países de la Unión Europea, el volumen de su producción consolidada solo representa el 12,4% de la producción total (no obstante que son 13 países que producen, como es: Polonia, Alemania, Francia, Países Bajos y España). México es otro país cuya producción ha aumentado, en el 2013 ya era de 10,1 mil toneladas (2,4% de participación) ocupando el 4° lugar (MINAGRI, 2016), Como se muestra en el (Cuadro 1).

Países	2000	2005	2010	2011	2012	2013
Mundo	256 607	264 609	324 005	361 137	400 846	420 379
Estados Unidos	134 446	135 534	188 926	196 905	214 708	239 071
Canadá	59 035	69 410	83 550	105 140	121 780	109 007
Unión Europea	55 288	51 399	44 055	44 921	49 047	52 276
México	285	260	1 059	6 704	7 191	10 160
Nueva Zelanda	1 500	1 951	2 620	2 526	2 526	2 718
Rusia	-	2 500	1 900	2 500	2 400	2 500
Perú	-	-	30	320	560	1 840
Ucrania	5 500	3 000	700	800	1 200	1 300
Uzbekistán	500	500	800	900	1 000	1 100
Suiza	-	-	247	342	331	308
Marruecos	53	55	60	65	68	72
Noruega	-	-	58	14	35	27

Fuente: FOATAT Feb. 2016.

Cuadro 1. Producción mundial arándanos en toneladas

En relación al rendimiento de la producción de arándano en el escenario mundial, el promedio es de 4,8 toneladas por cada hectárea. Se espera cosechar rendimientos promedios nacionales como el de los países bajos, Ucrania o Rumania que son superiores a la 8,5 toneladas por ha.

Los grandes países productores de arándano no destacan necesariamente por una elevada productividad, salvo el caso de México o Estados Unidos que muestran un alto rendimiento (MINAGRI, 2016), como se observa en el (Cuadro 2).

	2012	2013
Promedio	4,8	4,9
Países Bajos	10,2	9,6
Ucrania	8,2	8,7
Rumania	8,9	8,7
México	8,1	7,9
Italia	8,0	7,8
Estados Unidos	6,8	7,6
Bulgaria	6,7	6,3
Alemania	4,8	5,0
Rusia	4,8	5,0
Nueva Zelanda	4,4	4,7
Suecia	5,0	4,2
Polonia	3,6	4,0
Francia	3,3	3,8
Canadá	3,3	2,9
Lituania	2,4	1,8
Perú	1,1	1,8
Noruega	1,5	1,1

Fuente: FAOTAT- feb., 2016

Cuadro 2. Promedio de rendimiento del cultivo arándano por país

LUGARES DE LA REPUBLICA MEXICANA EN SIEMBRA DE ARANDANO

Las primera plantas de arándano en México se introdujeron en la región de Zacatlán, Puebla en los años 70, con plantas tipo ojo de conejo provenientes de Arkansas, Estados Unidos. Plantaciones comerciales son reportadas en 1995 con una superficie plantada de 175 Ha en la misma región del estado de Puebla (Martínez-Cruz 1996). En el 2003 se introdujeron al estado de Michoacán variedades del tipo arbusto alto del sur, estableciéndose pequeñas parcelas comerciales a partir del 2005. Con el fin de extender su oferta de productos en el rubro de las frutillas, en una región consolidada en la producción de zarzamora localizada en el municipio de los Reyes. Entre las variedades evaluadas a esta región se tiene a Misty, sharperblue, star y biloxi; siendo esta ultima la de mayor importancia actualmente (Escalera-Villanueva, 2009).

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ESTADOS PRODUCTORES EN MEXICO

Según las últimas cifras de México, durante el periodo comprendido entre 2005 y 2015, la producción de arándanos alcanzó un crecimiento medio anual del 53%, desde las 260 toneladas en 2005 hasta las 15.488 toneladas en 2015. Los estados mexicanos que más volumen de arándanos producen son: Jalisco, con 7.989 toneladas (52%); Colima, con 2.188 toneladas (14%); y Baja California, con 1.875 toneladas (12%); juntos, representaron un 78% del total de 15.488 toneladas producidas en 2015. En Colima, la superficie de arándanos aumentó a un ritmo medio anual del 11,3% entre 2012 y 2015, desde 222 hectáreas a 306 hectáreas, y la producción también se comportó de forma similar, con un crecimiento del 18,5% (de 1.318 toneladas a 2.188 toneladas) durante el mismo periodo. La mayor parte se destinó a EE. UU. y a Canadá, como se observa en el (Cuadro 3).



Cuadro 3. Principales estados productores de arándano en la republica mexicana

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Cronquist (1981), reporta que el arándano taxonómicamente se clasifica así:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Subfamilia: Vaccinioideae

Tribu: *Vaccinieae*

Género: *Vaccini*

Especie: v. myrtillus

DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El arándano es un arbusto perenne, de ramificación basitónica, de madera leñosa, que llega a alcanzar en su madurez tres metros de altura. Posee hojas alternas, de margen entero o aserrado, que varían de 1 a 8 cm de largo, son de forma lanceolada u ovalada y de color verde pálido (Buzeta, 1997).

Las flores son pedunculadas, axilares o terminales y se abren solitarias o en racimo; son de color blanco. La corola es esférica de color verde y sobresale el estigma. El ovario está unido al cáliz; contiene entre cuatro y cinco celdas con uno o más óvulos en cada lóculo. La flor tiene de diez a ocho estambres que están insertados en la base de la corola (Buzeta, 1997).

El fruto es una baya esférica que va de 1.5 cm a 0.7 cm de diámetro. Su color depende de la variedad y tiene secreciones cerosas, así mismo se presenta en diferentes colores como azules, negros y morados. Algunos frutos contienen hasta 100 semillas al interior del endocarpio. Comercialmente el fruto tiene una cicatriz estilar que se busca sea pequeña y seca (Muñoz, 1988).

Tiene un sistema radicular reducido, fibroso y superficial. No cuenta con pelos radiculares, por lo tanto, las raíces jóvenes son las encargadas de la absorción (Buzeta, 1997).

Los hongos simbióticos que se asocian a las raíces del arándano son *Hymenoscyphus ericae* o *Pezizella ericae* (Muñoz, 1988), los cuales incrementan la captación de nutrientes y eficiencia de aplicación de fertilizantes de suelo, también mejoran el uso del agua y protegen la planta de arándano de elementos tóxicos como aluminio, cuya concentración aumenta cuando el pH disminuye (Retamales y Hancock, 2011). Particularmente la asociación de micorrizas a plantas de la familia Ericaceae aumenta la capacidad de tolerar altas concentraciones de cobre y zinc (Vega y Muños, 1994).

Estas micorrizas también puede utilizar compuestos orgánicos tales como aminoácidos, péptidos, proteínas y polímeros como quitina y lignina, para transferir cantidades sustanciales de nitrógeno a la planta huésped (Retamales y Hancock, 2011).

SISTEMA RADICAL

La Raíz: El sistema radical es superficial, situándose el 80% de éste en los primeros 40 cm, tiene raíces finas y fibrosas que se caracterizan por la ausencia de pelos absorbentes. Entre las raíces y la parte aérea se encuentra la corona, que tiene la capacidad de emitir brotes. En la mayoría de los casos se asocia de forma natural con una micorriza formando una simbiosis, traduciéndose ésta en un mayor desarrollo vegetativo. Es sensible al encharcamiento en suelos pesados (García, R. J. C. 2016).

Hojas: Simples, alternas, cortamente pediceladas, forma elíptico-lanceoladas de unos 5 cm de longitud, caducas, de un color verde pálido a muy intenso según cultivares, ligeramente dentadas y finamente nerviadas por el envés. Es típica la coloración rojiza que adquieren en el otoño (García, R. J. C. 2016).

Flores: Axilares o terminales, en racimos de 6 a 10 en cada yema, sépalos persistentes, corola acampanada blanca con tonos rosas en algunos cultivares, formada por 4-5 pétalos fusionados, 8 a 10 estambres con anteras aristadas o no, prolongadas en tubos terminales con una abertura en el ápice, un pistilo simple, ovario ínfero, de 4 a 10 lóculos. El número de yemas de flor que puede desarrollarse en una rama de un arbusto del grupo “highbush” parece estar relacionado con el grosor de la rama, con el cultivar, así como por la influencia de varios reguladores de crecimiento (García, R. J. C. 2016), como se muestra en la (Figura 1).

FLOR:

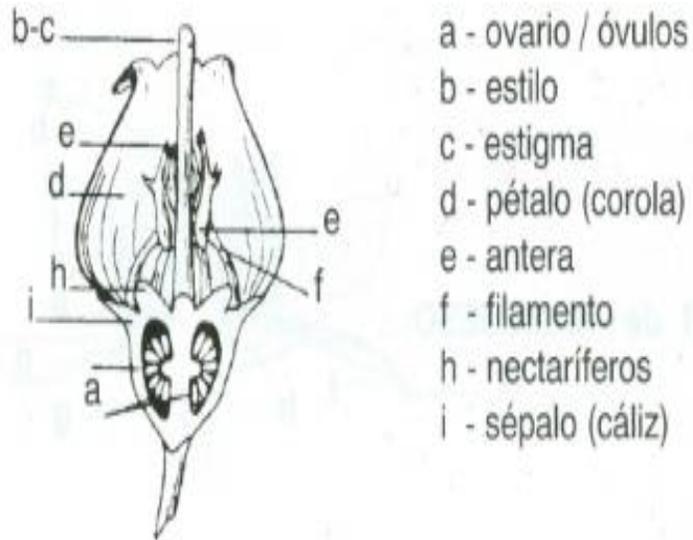


Figura 1. Muestra los órganos florales del cultivo de arándano

Fruto: Es una falsa baya esférica de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso de 0,5 a 4,0 g y varias semillas en su interior, 20 a 100, cuyo número está relacionado de forma positiva con el tamaño del fruto. Los frutos, a medida que maduran, pasan por distintos grados de color, adquiriendo el tono azul característico al finalizar la maduración. A su vez, la epidermis del fruto está cubierta por secreciones cerosas, que le dan una terminación muy atractiva. Los frutos más cercanos a las ramas son más grandes que los distales, y su tamaño se ha relacionado también con el vigor de la rama, es decir, ramas más vigorosas generalmente producen frutos mayores. Además, los primeros frutos maduros de un cultivar a menudo son mayores que los que se recogen más tarde. Dos características comercialmente relevantes del fruto son: la cicatriz que queda al desprenderse el pedúnculo, que debe ser pequeña y seca a fin de dificultar la acción de los patógenos, y la firmeza, que está muy relacionada con el grosor de la epidermis (García, R. J. C. 2016).

ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ARÁNDANO

El crecimiento en la planta del arándano está dividido en dos partes vegetativo y reproductivo. (Rivadeneira y Gonzales, 2011), especifican cuatro etapas de crecimiento vegetativo donde el primero es la yema vegetativa, el segundo es el brote caracterizado por entrenudos cortos, tercero el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y cuarto una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos, como se muestra en la (Figura 2).

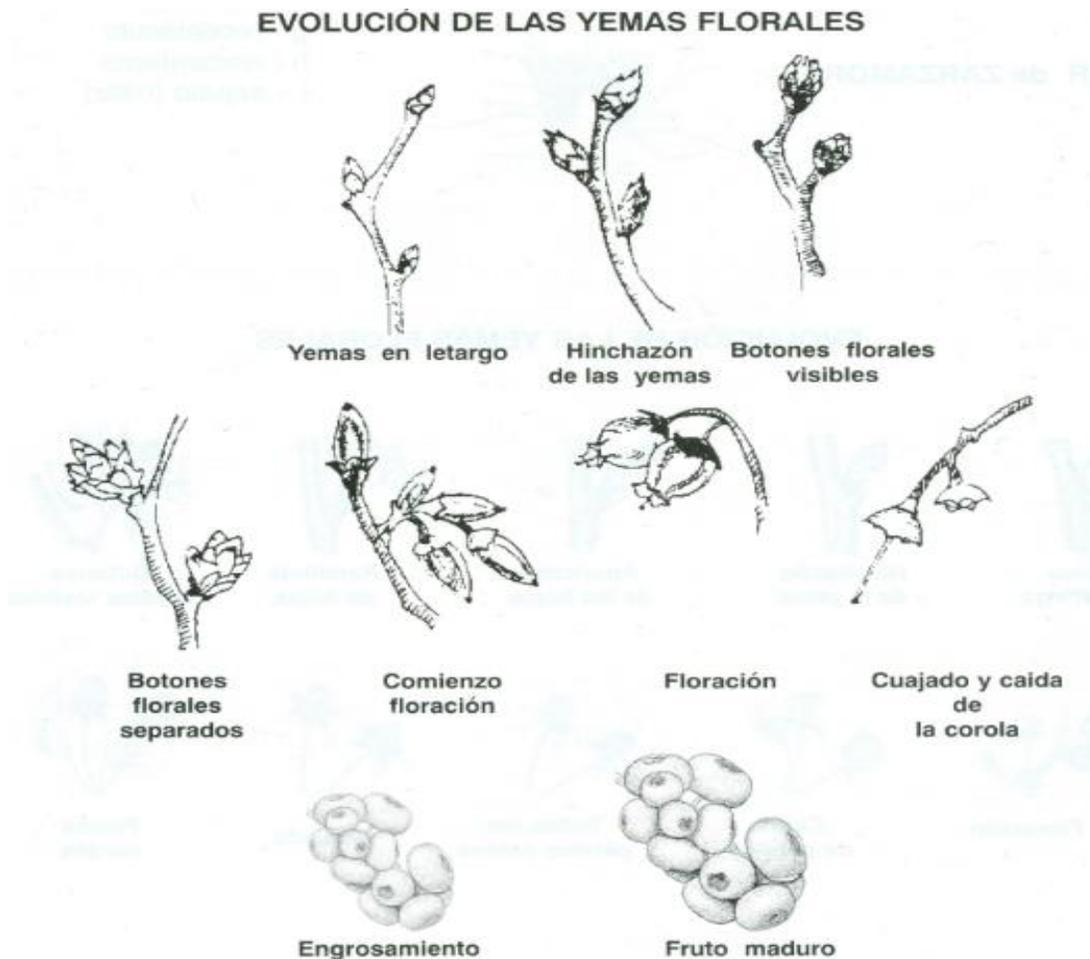


Figura 2. Etapas fenológicas del cultivo de arándano

Según (Carrera, 2012), el crecimiento y el desarrollo son constantes de modo que la etapa de establecimiento del cultivo se da entre el primero y el segundo año después de la siembra; las primeras cosechas se realizan entre el tercer y el cuarto año y la estabilización de la cosecha se da a los 7 años. (Darnell *et al*; 1992 y Meyer y Prinsloo, 2003), presentan el ciclo anual de desarrollo de la planta que se presenta en las condiciones de Norteamérica, el cual está dividido en estados que se suceden en relación a las estaciones.

(Meyer y Prinsloo, 2003), menciona que el desarrollo vegetativo, que es el crecimiento de los ápices vegetativos y acumulación de carbono y de reservas de nutrientes. Botón floral de iniciación, cuando se da inducción a la floración y la transición de los ápices de vegetativo a reproductivo. Demencia, cuando no hay crecimiento de meristemos vegetativos ni diferenciación de estructuras vegetativas. Floración, cuando se llevan a cabo procesos biológicos como la polinización y fertilización. Desarrollo del fruto, junto con el crecimiento de estructuras vegetativas y el crecimiento y la maduración de las estructuras reproductivas.

(Rivadeneira y Gonzales, 2011) cita las diferentes etapas fenológicas del arándano, partiendo de las yemas que dan origen a las flores, como se muestra en (Figura3).



Figura 3. Crecimiento vegetativo del arándano. Tomado de (Rivadeneira y Gonzales, 2011)

Las etapas de crecimiento reproductivo son seis: primero se tiene una yema hinchada que dará origen a las flores y posteriormente la yema se abrirá dando inicio a la floración, tercero son botones florales con la corola cerrada, cuarto flor en plena floración con la corola abierta, quinta caída de la corola y cuaje del fruto y sexto fruto verde (Meyer y Prinsloo, 2003), como se muestra en la (Figura 4).



Figura 4. Crecimiento reproductivo del arándano

TIPOS DE ARANDANOS

ARANDANO AZUL: (*Vaccinium corimbosum* L.). Crece en las zonas norestes de Estados Unidos, se caracteriza por sus hojas caduca, que adquieren un tono escarlata, al llegar el otoño, es un arbusto de aspecto vertical, alcanza un altura de 1.8 m, con flores rocosas e inflorescencias pedúnculos de color rosa pálido. Destaca por su color negro-azulado, grandes y sabrosos, el fruto más cultivado (MINAGRI, 2016).

ARANDANO NEGRO/ARANDANO ULIGINOSO: (*Vaccinium uliginosum* L.). Se encuentra en el Hemisferio Norte. Muy abundante en el nivel del mar, en regiones muy frías de, Europa, Asia y América, a alturas de 3000 en las montañas del sur de estas regiones. Se trata de un arbusto que difícilmente sobrepasan los 15 a 20 cm su altura habitual, crece en los suelos ácidos de la tundra, zonas pantanosas y bosques de coníferas (pinos). Sus frutos son

negros con pulpa blanca y sus flores rosa pálido, florece en primavera y fructifica en verano. No se suele cultivar pero sus frutas se recolectan en forma silvestre (MINAGRI, 2016).

ARANDANO ROJO (*Vaccinium Vitis- idaea l.*). Es otro tipo de arándano cuyos frutos suelen recogerse de los árboles silvestres. Crece en la zona norte de Europa, América y Asia en las montañas del Hemisferio Norte. Normalmente aparece formando un bulto por debajo de los árboles de 10 a 30 cm de altura. Los frutos son redondeados y rojizos y aparecen a finales de otoño, su sabor es muy ácido por lo que se utiliza por lo general en la elaboración de compotas y mermeladas (MINAGRI, 2016).

CLASIFICACIÓN ARÁNDANO

Los arándanos constituyen un grupo de especies del género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas, generalmente nativas del Hemisferio Norte. Actualmente es uno de los frutales comerciales más recientemente domesticado y se tienen disponibles gran cantidad de variedades de este frutal, las cuales son el resultado del cruzamiento de varias especies del género *Vaccinium*, adaptadas a distintas condiciones ambientales. El primer híbrido de arándano fue obtenido en 1908 por Frederick Coville a través de cruzamientos y posterior selección de las progenies obtenidas. Posterior al trabajo de Coville se agregaron varias universidades de los EE. UU. Y oficinas de la USDA en diferentes estados formando una red que contribuyó a extender el cultivo comercial de arándanos y su adaptación a diferentes ambientes (suelo y clima), asimismo ayudó a mejorar la productividad y calidad del cultivo.

Hoy día el cultivo de arándano se encuentra extendido en países como China, Japón, Chile, Nueva Zelanda, Argentina, México, entre otros. Inicialmente las nuevas zonas de producción introdujeron variedades aunque, después de un

tiempo, se han especializado en la producción de aquellas adaptadas y que cuentan con aceptación en el mercado. Los programas de mejoramiento en cada uno de los países en donde se encuentra el cultivo de arándano tienen como objetivo obtener variedades con mayor productividad y calidad organoléptica bajo sus propias condiciones edafoclimáticas. La generación de nuevas variedades ha abierto una oportunidad de negocio para muchas instituciones y empresas en la agricultura moderna. Las características que se han buscado mejorar en el arándano son: firmeza, tamaño de fruto, período más corto a cosecha, mayor vigor, resistencia a plagas y enfermedades, mayor rendimiento y calidad, (INTAGRI. 2017).

Clasificación de las diferentes especies

Las distintas especies y grupos varietales de arándano en el mundo se clasifican de acuerdo a sus hábitos de crecimiento y requerimientos de frío como se menciona a continuación:

Lowbush: Son arbustos pequeños que van de 30 a 50 cm y pertenecen principalmente a la especie *V. angustifolium*. Tienen un crecimiento rizomatoso y frutos pequeños de buen sabor. Se localizan en regiones muy frías, llegando a tolerar hasta (- 35 °C) y que al menos requieren de 1,000 horas frío para su desarrollo floral normal. En los últimos años este tipo de arbustos han sido sometidos a mejoramiento genético a partir de los cuales se obtuvieron las variedades comerciales 'Early Sweet' y 'Bloodstone' (INTAGRI. 2017).

Northern highbush. Grupo de variedades adaptadas a bajas temperaturas y con requerimientos de horas frío para florecer de entre 650 hasta 1,200 horas frío. Normalmente se pueden establecer en latitudes mayores a los 45 grados, soportando temperaturas inferiores a los (-20 °C) cuando se encuentran en reposo las plantas y llegando a tener alturas de entre 1.5 a 7 m. Son el grupo de variedades más cultivadas en el mundo y han sido desarrolladas a partir de dos

especies *V. corymbosum* y *V. australe*. Existen más de 100 variedades, algunas de estas son: Aurora, `Elliott, `Toro, `Ozarkblue, `Duke´y `Bluecrop. Se caracterizan por tener una producción concentrada de floración y cosecha a diferencia de otras variedades. El fruto de esta variedad es grande, con poca semilla, de piel muy fina y la pulpa de todas ellas es blanca (INTAGRI. 2017).

Intermediate highbush. Contempla a las variedades que no exceden 1.5 m de altura. Obtenidos de cruces entre *V. corymbosum* y *V. angustifolium*. Tolerante a temperaturas bajas y con requerimientos de horas frío por debajo de las 550 horas. Algunas variedades son: Friendship, `Northblue, Sunrise y `Chippewa´.

Normalmente se establecen en latitudes de entre 35 y 40 grados donde no hay inviernos tan extremos y pueden sobrevivir perfectamente. Se desarrollan en zonas particularmente del sur de EE. UU. Como California, zona centro de Chile, la zona sur de Europa, norte de España, sur de Francia, lugares donde los inviernos no son tan duros (INTAGRI. 2017).

Southern highbush. Híbridos logrados por cruzamiento, principalmente, de *V. corymbosum*, *V. elliotii*, *V. ashei* y *V. darrowi*. Están adaptados a climas más templados, soportando temperaturas más elevadas con requerimientos de entre 200 y 600 horas frío. Son variedades propias para latitudes bajas que van de 28 a 35 grados donde los inviernos raramente bajan de 7 °C bajo cero. Su principal zona de cultivo está en Florida, Georgia del sur, norte de Chile, zona sur de España y actualmente en el Norte de África. Son variedades que se comportan como tempranas, la mayoría de ellas tienen un periodo de cosecha bastante extendido, tienen una floración y brotación muy precoz, así como temprana por lo cual una helada primaveral fuera de tiempo tiene mucho riesgo de dañar las flores. Algunas variedades son; O´Neal, Biloxi, `Emerald, Jewel, `Misty, Sharpblue y Star´ (INTAGRI. 2017).

En México la variedad más cultivada es `Biloxi, la cual tiene un hábito de crecimiento erecto y vigoroso, además de ser muy productiva. Sus frutos son de

tamaño medio, precoces en su maduración, con buen color, firmeza y sabor. Por su precocidad en su floración necesita protección a heladas en primavera (INTAGRI. 2017).

Rabbiteye. Este grupo pertenece a la especie *V. ashei*, los cuales son arbustos vigorosos que pueden alcanzar de 5 a 6 metros de altura. Son más vigorosos que los Highbush soportando pH de suelos más altos, temperaturas más elevadas respecto a los otros grupos, además de tolerar condiciones de sequía. El fruto es más pequeño y la calidad no es tan buena como la que tienen los otros grupos varietales. Han sido reemplazados por los Southern highbush. Requieren de entre 350 a 600 horas frío. Se cultivan principalmente en Georgia y Florida, donde algunas de las variedades de este grupo son `Climax, Premier, `Tifblue y Alapaha´ (INTAGRI. 2017).

Clasificación en función de su época de maduración

Variedades muy tempranas: Su recolección tiene lugar prácticamente a finales de primavera (Hemisferio Norte: Principio de junio). Destacan variedades como `Earliblue´ y `Bluetta (INFOAGRO, 1997).

Variedades tempranas: Su recolección tiene lugar a finales de primavera (Hemisferio Norte: Junio). Entre las variedades más destacadas se encuentran: Duke y Legacy (INFOAGRO, 1997).

Variedades de estación media: Son aquellas cuya recolección tiene lugar a principio de verano (Hemisferio Norte: Julio), entre las que destacan: `Bluecrop, `Brigitta, Ozarkblue y `Liberty (INFOAGRO, 1997).

Variedades tardías: Son aquellas cuya recolección tiene lugar a mediados de verano (Hemisferio Norte: Agosto). Entre las variedades más destacadas se encuentran: Aurora y Elliott (INFOAGRO, 1997).

Variedades de estación muy tardía: Su recolección tiene lugar a finales de verano (Hemisferio Norte: Septiembre). Entre las variedades más destacadas se encuentran: Powderblue, Ochlockonee, Rahi y Maru (INFOAGRO, 1997).

VALOR NUTRITIVO

Las bayas de arándano son muy nutritivas, ricas en fibra y libre de grasas y sodio. Su aporte calórico es relativamente bajo, de unas 30 calorías por cada 100 gramos. Además cuentan con un buen contenido de provitamina A, vitaminas C y E y magnesio. En concreto, las vitaminas que se encuentran presentes dentro de los arándanos, son la vitamina C, la niacina (B3) y la riboflavina (Vitamina B2), las cuales está en una proporción de 10, 0,4 y 0,05 miligramos por cada 100 gr de frutos de arándano. Las sales minerales más abundantes dentro de la composición de los arándanos son el potasio, el fósforo y el calcio, las cuales se encuentran en una proporción de 80, 12 y 10 miligramos por cada 100 gramos de arándanos.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ARÁNDANO

Propiedades nutricionales del arándano se presentan en el (Cuadro 4).

Composición por 100 gramos de porción comestible	
Calorías	30,1
Hidratos de carbono (g)	6,9
Fibra (g)	1,8
Potasio (mg)	88
Magnesio (mg)	0,5
Provitamina A (mcg)	12
Vitamina C (mg)	17
Vitamina E (mg)	5

mcg = microgramos

Cuadro 4. Presenta las propiedades nutricionales de arándano

PROPIEDADES MEDICINALES DEL ARÁNDANO

Se trata de una especie ampliamente utilizada en la medicina tradicional desde la Antigüedad hasta la actualidad. Ya sea en infusión, su jugo o su fruto, su poder curativo es ampliamente reconocido y se basa en sus propiedades antidiarreicas, hipoglucémicas, antibacterianas, antiinflamatorias, antioxidantes y astringentes, entre otras, (García *et al.*, 2007).

Contiene diversas sustancias que le confieren sus grandes propiedades curativas:

Taninos: catéquicos (5-12%) y proantocianidinas oligoméricas.

Flavonoides: astragalina, hiperósido, quercitina e isoquercitina.

Antocianos (0,1-0,5%): malvidina, cianidina, petunidina y heterósidos de delphinidina con distintos azúcares.

Ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico: ácidos cafeico y clorogénico.

Triterpenos: ácido usólico.

Iridoides: asperulósido y onotropeína (ésta sólo aparece en los frutos sin pelar).

Ácidos orgánicos (1%): ácidos quínico, málico y cítrico.

Glúcidos (3-7%): polisacáridos como la pectina.

En enfermedades de las vías urinarias: Sin lugar a dudas, uno de los principales beneficios de los arándanos es su capacidad para luchar contra problemas renales. De hecho, suelen ser la primera de las frutas recomendadas por la gran acción depurativa y desintoxicante que ejercen sobre dicha zona. En estudios comparativos se ha demostrado que el jugo de esta planta posee propiedades antibacterianas que la hacen muy adecuada en la prevención de la cistitis. Además, la ingestión de su zumo es un buen preventivo de la inflamación de la vejiga y las infecciones de los riñones, próstata, uretra y todo el tracto urinario en general. Finalmente, el jugo de arándanos es muy útil en la prevención o disolución de los cálculos de riñón.

Parece ser que al acidificar la orina, este jugo ayuda a expulsar los oxalatos de calcio, lo que previene la formación de piedras en el riñón o ayuda a disolver las arenillas, (García *et al.*, 2007).

Trastornos del aparato digestivo: Los arándanos poseen propiedades astringentes y anti vomitivas. También son muy ricos en componentes gastroprotectivos y antiespasmódicos y contienen más de 30 principios antiinflamatorios. Además, posee propiedades bacteriostáticas, capaces de detener el crecimiento de las bacterias. Todo ello se ha venido utilizando en el tratamiento de anomalías del aparato digestivo como diarreas, vómitos, malas

digestiones, inflamaciones intestinales o gastroenteritis. Además, contribuyen a la pérdida de peso, (García *et al.*, 2007).

Tratamiento de heridas y úlceras: Los preparados de esta planta, utilizados externamente, poseen propiedades antiinflamatorias y vulnerarias muy eficaces para el tratamiento de enfermedades de la piel como úlceras de la boca, eccemas o acné.

Problemas del sistema circulatorio: El arándano favorece la circulación sanguínea. Posee propiedades vasodilatadoras, antiagregantes, antihemorrágicas y fortalecedoras de los capilares.

Todo ello unido a su riqueza en vitamina P lo convierte en un buen aliado para el tratamiento de enfermedades relacionadas con el aparato circulatorio. Su uso resulta eficaz en alteraciones como la arterioesclerosis, varices, hemorroides y flebitis. Además, eleva el nivel de colesterol de alta densidad (HDL), más conocido como colesterol bueno, (García *et al.*, 2007).

Anemia: La vitamina C, además de su acción antioxidante, fortalece el sistema inmunológico y favorece la absorción de hierro por parte de nuestro organismo, por lo que es de gran ayuda para prevenir y ayudar en casos de anemia.

Diabetes incipiente: Las preparaciones de arándano constituyen una buena solución en los primeros estadios de la diabetes de tipo moderado en personas adultas, al contribuir a reducir los niveles de azúcar en la sangre.

Afecciones oculares: Se han llevado a cabo numerosos estudios que han demostrado la importancia que estos frutos tienen en la conservación de la vista y en la prevención de numerosas enfermedades oculares gracias a su alto contenido en flavonoides antocianinas, unos pigmentos que se encuentran en algunos frutos que van del color rojo al azul o morado como los arándanos, las frambuesas, las cerezas, las coliflores moradas, las ciruelas o las uvas. De esta manera, estos frutos son adecuados en caso de ceguera nocturna, glaucoma, desprendimiento de retina, astigmatismo o cataratas, (García *et al.*, 2007).

Enfermedades degenerativas: Gracias a su elevado contenido en vitamina C, es una de las frutas con mayor poder antioxidante, por lo que ayuda a reducir el riesgo de sufrir enfermedades degenerativas como el Alzheimer, la pérdida de memoria o los efectos del envejecimiento al reducir los radicales libres, (García *et al.*, 2007).

Toxicidad y posibles problemas

El uso en dosis terapéuticas el arándano no presenta efectos secundarios o de toxicidad, sin embargo, debe evitarse el uso prolongado de los preparados con hojas, ya que contienen arbutina e hidroquinonas, dos principios que, si se supera la dosis permitida o se prolonga demasiado el tratamiento, resultan tóxicos, pudiendo conllevar problemas de pérdida de peso e incluso alteraciones graves. La dosis ingerida de droga a través de las hojas no debe superar los 5 o 10 gramos por litro y su uso no debe prolongarse durante más de 7 días.

Por su parte, los niños, las mujeres embarazadas y aquellas que se encuentran en el período de lactancia pueden consumir estos frutos y su zumo, ya que no existe evidencia que mencione que puedan ocasionar efectos adversos o tóxicos, (García *et al.*, 2007).

CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS REQUERIDAS POR EL ARÁNDANO

Suelo

El sistema radical del arándano está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que se concentran en un 80% a 50 cm de profundidad del suelo, es decir, muy cerca de la superficie. Estas raíces fibrosas carecen de pelos radicales y tienen relativamente baja capacidad de absorción. Las raíces del arándano no son capaces de atravesar superficies de suelo compactas y

requieren de suelos sueltos y bien drenados, con buen contenido de materia orgánica (3% a 5%). Sin embargo, el agricultor puede realizar algunos esfuerzos económicos para establecer plantaciones en suelos con mayores dificultades de aireación y mala condición, como es el caso de la adición de enmiendas en el hoyo de plantación y la preparación de camellones de 1 m de ancho, 50 cm de alto y de bordes suaves. Los arándanos crecen bien en suelos con pH entre 4,4 y 5,5, aunque en Chile se ven huertos creciendo bien con pH de 5,8 a 6,0. Se recomienda realizar análisis químico de suelos para conocer los macro y micronutrientes, salinidad (conductividad eléctrica), materia orgánica y pH. Si el pH es alto es vital la determinación de la cantidad de azufre elemental necesario para acercarse a la acidez requerida. Es preferible comenzar a aplicar el azufre el año anterior a la plantación, incorporándolo superficialmente a toda la superficie a plantar (Undurraga y Vargas, 2013).

Si no se alcanzó a acidificar el suelo antes de plantar, el azufre elemental debe mezclarse muy bien con la tierra que se sacará del hoyo de plantación. El Ph que se pueda obtener en el suelo se mantiene acidificando el agua de riego con ácido sulfúrico y ácido fosfórico, o con las aplicaciones de fertilizantes de reacción ácida como sulfato de amonio, fosfato mono amónico, o fosfato monopotásico. En todo caso la acidez del suelo debe ser verificada anualmente para asegurar el desarrollo normal de las plantas de arándano (Undurraga y Vargas, 2013).

Clima

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

con el período de floración. La flor se hiela a (-2 °C), pero por la superposición de estados fenológicos se considera como temperatura crítica -0,6 °C (Undurraga y Vargas, 2013).

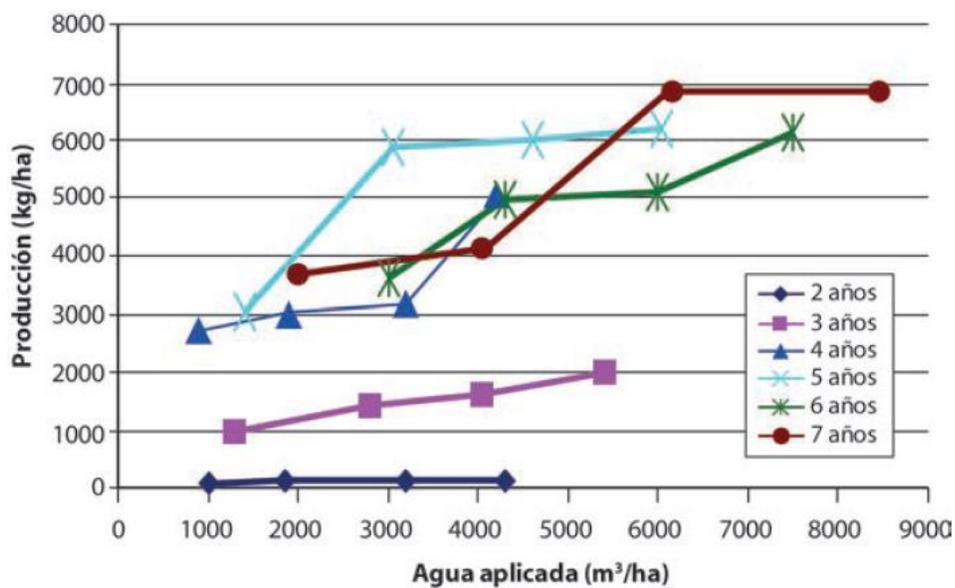
Veranos nublados reducen la calidad de la fruta y favorecen la propagación de hongos. Así también, veranos muy calurosos pueden concentrar la cosecha de la fruta, disminuir el sabor y su firmeza, además impedir una cosecha escalonada y oportuna. Los vientos fuertes dominantes, especialmente los primeros años de la plantación, ocasionan desarrollo de brotes caídos, afectan la floración por caída de flores e impiden la polinización por insectos, y además, producen la caída y daño mecánico de la fruta deteriorando su calidad final (Undurraga y Vargas, 2013).

Agua

Debido a sus raíces superficiales, fibrosas y de poca extensión, el arándano es muy sensible al déficit y exceso de agua. Donde no se conozca la calidad del agua de riego se recomienda realizar un análisis químico para determinar pH, sales solubles (conductividad eléctrica), y razón de adsorción de sodio (RAS). Además, deberá sacarse otra muestra de agua para análisis microbiológico para asegurar y demostrar que se regará con agua de buena calidad y limpia. Los sistemas de riego localizado permiten mantener un nivel adecuado de humedad en los primeros 15 a 20 cm del suelo, donde se encuentra gran parte de las raíces. Adicional al sistema de riego del cultivo, en aquellos lugares con peligro de heladas primaverales se utiliza el riego por aspersión para su control (Undurraga y Vargas, 2013).

RIEGO

El cultivo del arándano ha tenido un importante desarrollo durante los últimos años y gracias a su buena rentabilidad ha sido adoptado por productores medianos y grandes. Se trata de un cultivo hilerado, de raíces fibrosas y superficiales, lo que explica su buena respuesta al riego. La distribución del agua dentro del suelo tiene un efecto importante en la producción de arándanos, de modo que el riego es un factor a considerar dentro del manejo del cultivo, principalmente por el sistema radical superficial de esta especie. Estudios recientes, muestran incrementos de hasta el 43% en el rendimiento de arándano, con la aplicación de riego, (Undurraga y Vargas, 2013), observado en el (Gráfica 2).



Gráfica 2. Incremento de rendimiento usando sistema de riego

El sistema de riego por goteo más recomendable para el cultivo del arándano es el “riego por goteo” o riego localizado de alta frecuencia. Este sistema permite localizar las necesidades de agua de las plantas cerca de la zona radicular sin crear situaciones extremas de humedad. Con el riego por goteo no se moja todo el suelo sino parte del mismo mediante un conjunto de “goteros”,

instalados a distancias regulares entre sí en las tuberías de riego. Los goteros van dejando salir el agua gota a gota de forma constante y regular. En la zona de suelo humedecida por el gotero (bulbo) la planta concentrará sus raíces y se alimentará. El nivel de humedad que se mantiene en el suelo es siempre inferior a la capacidad de campo. Como consecuencia de estas características, se debe fertilizar frecuentemente el cultivo, ya que los continuos movimientos de agua en el bulbo de humedad pueden producir un excesivo lavado de nutrientes, (Palomino, K. 2009).

El sistema de riego por goteo, dio sus primeros pasos a principios del siglo XX en Alemania, posteriormente los israelitas lo perfeccionaron en los cultivos que instalaron en los territorios ocupados de Palestina. La gran ventaja del riego por goteo es que mantenemos en el suelo una humedad constante e idónea, de forma que la planta encuentra no sólo agua, sino también oxígeno y los nutrientes que podemos aportar disueltos en el agua (fertirrigación). Esta combinación agua-aire sólo se puede conseguir al caer agua gota a gota en un punto del suelo, ésta se infiltra lateral y verticalmente formando el llamado “bulbo húmedo” que, según sea la textura del suelo, tomará distintas formas, (Palomino, K. 2009).

Los problemas comunes que se presentan a causa del riego son por una mala elección del sitio del cultivo, especialmente cuando los suelos tienen una mala aireación debido a un porcentaje inadecuado de arcilla (>20 %), lo que limita el desarrollo de raíces debido a exceso de humedad, asfixia radicular e incidencia de enfermedades en raíces, (INTAGRI 2017).

Para cultivo hidropónico de arándano, las características del sustrato idóneo son las que se muestran en el (Cuadro 5) y el riego debe ser de alta frecuencia y con lapsos cortos. Lo anterior debido a que la retención de agua es baja en materiales porosos.

Propiedades idóneas de sustratos para arándano	
Fuente: González, 2016.	
Propiedad	valor
Humedad	40-50%
materia orgánica	3-20%
p H	4.5-5.5
Granulometría	<20 mm
espacio poroso total	85-90%

Fuente: INTAGRI, 2017.

Cuadro 5. Recomendación de sustratos para el cultivo de arándano

ASPECTOS A CONSIDERAR PARA ELEGIR EL MÉTODO DE RIEGO

La disponibilidad de agua. El agua debe estar disponible en forma suficiente y oportuna, dado que la distribución del agua de canales se realiza por turnos, por ejemplo una vez por semana, existe una limitante para la oportunidad de riego localizado debiendo complementar el sistema con acumuladores. Si se cuenta con pozos o norias con baja disponibilidad se debe privilegiar un método que sea eficiente, como el riego por goteo. Para evaluar la disponibilidad de agua se debe comparar la demanda de agua del cultivo (ver sección más adelante) con respecto al agua disponible (Undurraga y Vargas, 2013).

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 (Undurraga y Vargas, 2013).

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 auto-compensados (Undurraga y Vargas, 2013).

Disponibilidad de energía. En general en huertos menores a (3 has) 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 (Undurraga y Vargas, 2013).

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 (Undurraga y Vargas, 2013).

COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego por goteo se compone de tres elementos principales:

El cabezal de distribución

La red de tuberías de distribución

Los goteros

El cabezal

Un cabezal de riego incluye los siguientes elementos y son mencionados en la (Figura 5), (Palomino, K. 2009).

La bomba de impulsión

En el riego por goteo se necesita agua a presión constante, por lo que necesitaremos una bomba de impulsión. Normalmente emplearemos bombas centrífugas de aspiración-impulsión que se accionarán con motores eléctricos o

diesel. La bomba aspirará el agua en el punto de captación: río, pozo o embalse y la impulsará a través de una red cerrada de tuberías hasta los goteros, (Palomino, K. 2009). La potencia necesaria para este tipo de bombas se calcula según la fórmula siguiente:

$$P \text{ (C.V)} = \frac{\gamma(\text{kg/m}^3)Q(\text{m}^3/\text{s})H(\text{m})}{75n}$$

Donde:

γ es la densidad dinámica del agua (que se puede considerar como 1.000).

Q es el caudal de agua que tiene que impulsar la bomba, medido en m³ /s.

H es la altura manométrica que debe vencer la bomba. La altura manométrica es la diferencia entre la cota más alta y la más baja. Además se deben tener en cuenta todas las pérdidas de carga que sufre el agua en su recorrido por la red de distribución.

n es el rendimiento de la bomba.

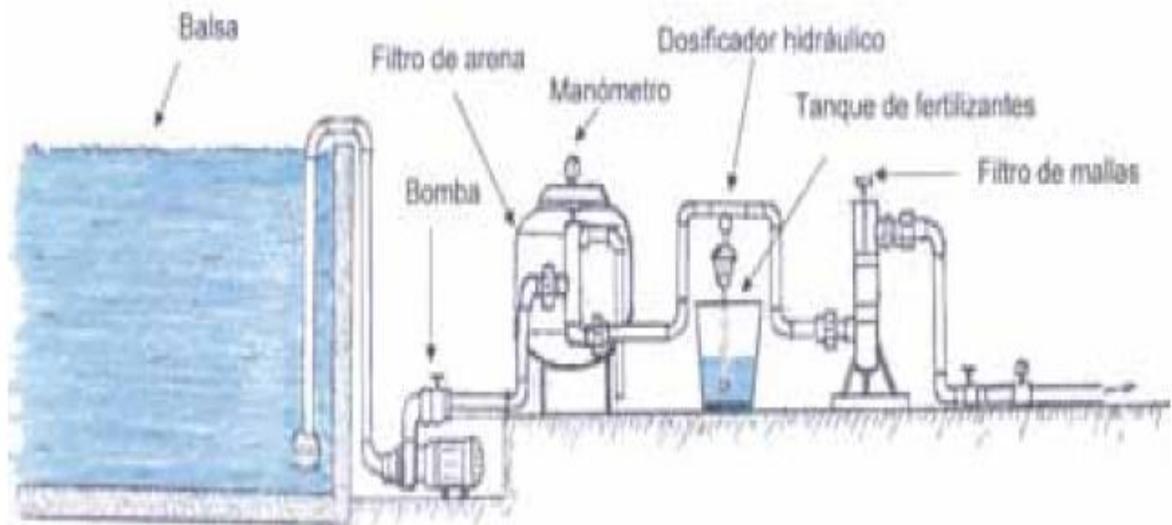


Figura 5. Cabezal de riego

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

En suelo: es el sistema convencional, se adapta muy bien a zonas con las condiciones adecuadas de suelo (pH ácido, alta materia orgánica, baja CE y texturas arenosas), o en suelos adaptados con enmiendas de materia orgánica y pH ajustado con sustancias ácidas.

En sustrato: sistema muy intensivo y tecnificado que tiene muchas opciones a elegir para sustituir al suelo, es la opción adecuada para el establecimiento en un lugar con las condiciones climáticas adecuadas pero con problemas de suelo. Evadiendo la necesidad del suelo adecuado, en estos casos la calidad del agua determinará la viabilidad del proyecto, pues sus características influirán directamente en la producción. Requiere un constante monitoreo de todos los factores que influyen, especialmente la conductividad eléctrica de la solución antes y después de su paso por el sustrato.

PREPARACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Elección de la variedad Para definir la variedad se deben considerar los siguientes aspectos:

Destino de la producción: fresco, congelado, o ambas.

Adaptación climática a la localidad: requerimientos de frío.

Períodos de floración y cosecha.

Rendimiento.

Calidad organoléptica del fruto: presencia de semillas, color, sabor, calibre y piel suave.

Resistencia al estrés de la planta a condiciones ambientales extremas.

Vigor y resistencia a enfermedades.

Facilidad de cosecha: piel firme al desgarrar, separación del pedicelo del fruto, (Undurraga y Vargas, 2013).

Buena condición de pos cosecha del fruto: cicatriz pequeña, retención de la capa de pruina.

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

Certificación que la variedad comprada corresponda a la variedad a plantar.

Material parental sano.

Sustrato y plantas libres de plagas.

Plantas de no más de 2 años en vivero.

Buen desarrollo del sistema radical.

Preparación de suelos Dependiendo del tipo de suelo serán las labores a implementar: subsolado en dirección a las hileras (preferentemente orientadas en dirección al viento predominante del sector para permitir buena aireación de las plantas), arado y rastrado. El suelo para la plantación debe estar libre de malezas, sobre todo perennes. La distancia entre hileras más utilizada es (3 m) porque facilita las labores de manejo y cosecha. En algunos casos, dependiendo de la dimensión del huerto y del hábito de crecimiento de la variedad seleccionada, se puede acortar a (2,5 m). Para asegurar una rápida entrega de las rejillas cosechadas el largo de las hileras no debe ser mayor a 100 m. Además, para la realización de labores mecanizadas de manejo y cosecha el ancho de las cabeceras debe ser de (3 a 4 m). En el caso de una cosecha mecanizada estas cabeceras deben ser de a lo menos (8 m). Si la aplicación de azufre no se hizo con un año de anticipación, ésta se hace

generalmente al momento de preparar la hilera para confeccionar el camellón, en un ancho aproximado de (1.0 m) (Undurraga y Vargas, 2013).

El suelo se invierte y mueve con arado de vertedera o acequiador las veces necesarias para ir conformando el camellón. Independientemente si el drenaje del suelo es adecuado, para asegurar el manejo con herbicidas es aconsejable establecer las plantas sobre un camellón entre (0,3 y 0,5 m) de alto y preferentemente de (1.0 m) de ancho. Si no se pudo lograr ese ancho, durante las próximas temporadas se tendrá que pasar arado por ambos lados de las hileras para mantener las raíces del arándano tapadas, con el riesgo de cortar raíces y de incorporar malezas al camellón (Undurraga y Vargas, 2013). Como observamos en la (Figura 6).



Figura 6. Camellones para el establecimiento del arándano

Instalación del sistema de riego

Considerando que una plantación de arándanos puede alcanzar 20 o más años en producción, es necesario realizar un proyecto de riego dimensionado a la superficie a plantar. Se debe asegurar que todos los equipos, tuberías, y acumulador de agua no queden sobredimensionados incurriendo en gastos excesivos de energía. Las líneas de goteo deben estar instaladas al momento de realizar la plantación. Se utilizan de preferencia las cintas de 0,9 mm

perforadas a 30 cm de distancia, de 1,6-1,8 y 2,2 L/h, de tal manera, que se produzca una banda húmeda a lo largo del camellón en donde crecerá y permanecerá el mayor porcentaje de raíces (Undurraga y Vargas, 2013).

Plantación

La plantación se puede realizar en otoño o a inicios de la primavera. Esto dependerá de la disponibilidad de las plantas y si los trabajos de preparación de suelos e instalación del riego están terminados, (Undurraga y Vargas, 2013).

Marcar la distancia sobre hilera en que se hará la plantación (0,8 a 1.0 m). En caso de usar mulch plástico o malla anti-malezas deben ser perforados previamente a la plantación, (Undurraga y Vargas, 2013).

Hacer los hoyos anticipadamente a la plantación, de unos 40 x 40 x 40 cm, como se observa en la (Figura 7).



Figura 7. Hoyo de plantación para establecer el arándano

Disponer la planta en bolsa frente al hoyo de plantación. Las plantas no deben plantarse directamente desde los sombreaderos, deberán estar previamente aclimatadas a la condición ambiental reinante, (Undurraga y Vargas, 2013).

Disponer de un alambre enrollado para ir pinchando y juntando las bolsas y así evitar contaminar el huerto con plástico

Tener todos los dosificadores para medir las dosis de insecticidas para control de insectos del suelo, fungicidas, fertilizantes recomendados según el resultado del análisis químico de suelos. Mezclar bien todos estos insumos con toda la tierra que se sacó del hoyo de plantación. Importante, siempre usar guantes

Romper cuidadosamente la bolsa con un corte longitudinal

Abrir la raíz de las planta delicadamente desde el fondo del cepellon; colocar la planta con las raíces en forma horizontal al suelo en el hoyo. Como se observa en la (Figura 8) La planta debe quedar enterrada a 2-3 cm más profundo que la que tenía cuando estaba en la bolsa. Esto porque el camellón tiende a bajar y las raíces podrían quedar expuestas al aire, (Undurraga y Vargas, 2013).

Apisonar suavemente alrededor de la planta con la mano para eliminar bolsas de aire del suelo, como se observa en la (Figura 9) evitando la compactación y eliminación de la porosidad resultante en la preparación del suelo.

Regar unos 3 días antes al plantar en primavera.

Colocar la línea de goteo de 5 a 10 cm de la planta.

Terminada la plantación, rebajar a 1/3 los brotes, y además eliminar brotes débiles y doblados ubicados en la base de las plantas.

Al establecer en primavera, el riego deberá ser suficiente para mantener húmeda la superficie ocupada por el sistema radicular solamente. No gastar energía en exceso

Es beneficiosa la siembra de pasto sobre la hilera para evitar la presencia de tierra sobre la fruta. Comúnmente es utilizada la *Festuca* y también la mezcla de *Festuca* con trébol (Undurraga y Vargas, 2013).



Figura 8. Colocación de la planta de arándano en el hoyo



Figura 9. Acomodo de planta de arándano sobre el suelo

El distribuidor de abonos.

En el cabezal de riego debemos instalar también los elementos que nos permitan realizar el abonado de las parcelas mediante la incorporación de productos fertilizantes disueltos en el agua. Normalmente se trata de un inyector de abonos que toma los fertilizantes de un tanque abierto donde previamente se han disuelto en agua y los va inyectando a una presión superior en la corriente de riego. Este sistema nos permite un reparto constante y regular de los nutrientes necesarios para un buen desarrollo de las plantas de arándano y para conseguir cosechas óptimas todos los años. Además el sistema permite una completa automatización del riego y de la fertilización. El riego programado con ordenadores consigue un gran ahorro de mano de obra ya que el operario no tiene que estar presente en cada riego, pues éste se inicia y termina de forma automática, (Undurraga y Vargas, 2013).

En las plantaciones de arándano de cierta importancia, de 2 a 5 has o más, el distribuidor de abonos automatizado debería comprender los siguientes elementos para la fertirrigación, (Undurraga y Vargas, 2013).

Dos o tres tanques de solución madre. Uno o dos tanques para soluciones nutritivas y un tanque para el ácido. El volumen de los tanques de solución nutritiva irá en función de la superficie a regar y de la frecuencia de llenado de dichos tanques. Para evitar precipitaciones cuentan con agitadores de aspas o de aire, (Vidal P.I. 2007).

Filtros de anillas a la salida de cada tanque (Figura 10). Hay que evitar la aspiración de partículas de fertilizantes no disueltas en el agua del tanque, (Vidal P.I. 2007).



Figura 10. Filtros de anillas

Sistema de inyección o distribución de abonos. Existen varios modelos de inyectores. Los más económicos son los “Venturi”. Como se observa en (Figura 11).

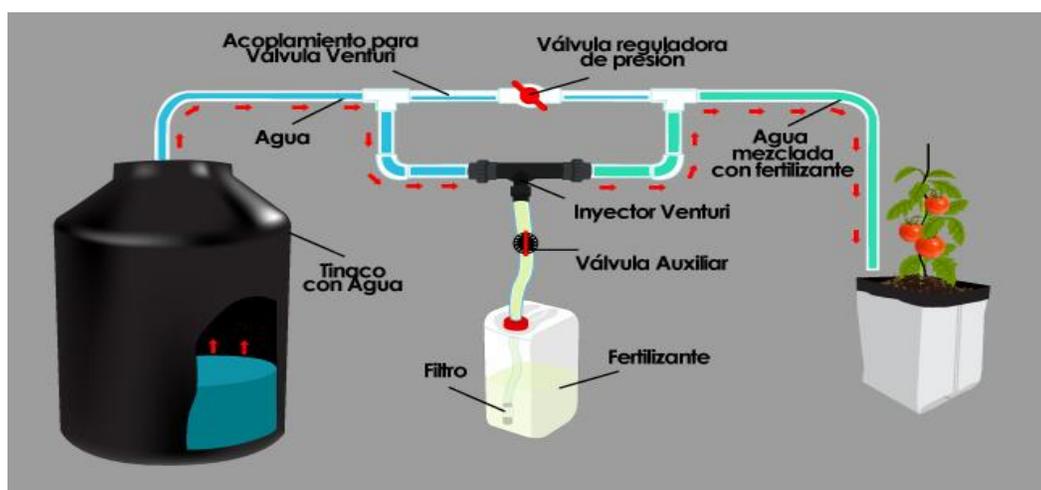


Figura 11. Ejemplo de inyectores venturis

Programador de riego. Se puede elegir entre distintos modelos como se observa en la (Figura 12) (izquierda), tanques para soluciones fertilizantes y programadores de riego (derecha).



Figura 12. Tanque de solución de fertilizantes (izquierda) y Programador de riego (derecha)

Electroválvulas se muestran en la (Figura 13) La puesta en funcionamiento del equipo se hace mediante la correspondiente electroválvula conectada al programador. También la dosificación de los fertilizantes y del ácido se hace mediante electroválvulas y el turno de riego de cada sector o sub-parcela debe tener su correspondiente electroválvula, (Vidal P.I. 2007).



Figura 13. Diferentes tipos de electroválvulas

La red de distribución.

Está compuesta por una red de tuberías que distribuyen el agua desde el cabezal a todas las parcelas o sectores a regar (Figura 15). Consta de una tubería principal y de varias secundarias y terciarias. El material de las tuberías suele ser de polietileno (PE) que es un material resistente a la luz solar y muy flexible. Para las tuberías principales también se suele utilizar el PVC, (Vidal P. I. 2007).

La tubería principal, (de 4-6 atmósferas de presión de trabajo), lleva el mayor caudal de agua, el cual va distribuyendo a las tuberías secundarias y estas a las terciarias portadoras de los goteros. El diámetro de la tubería principal y de las secundarias irá en función del caudal de agua necesario y, por lo tanto, de la superficie de cada sector a regar. Las tuberías terciarias portadoras de los goteros suelen ser de 16 a 18 mm de diámetro y de 2 a 4 atmósferas de presión, (Vidal P.I. 2007).

Las tuberías principales y secundarias, deben de ir enterradas para facilitar las labores de mantenimiento de la plantación y evitar roturas por el paso de la maquinaria. Las tuberías portagoteros van a lo largo de cada línea de plantas y por debajo o encima de la cobertura plástica, (Vidal P.I. 2007).

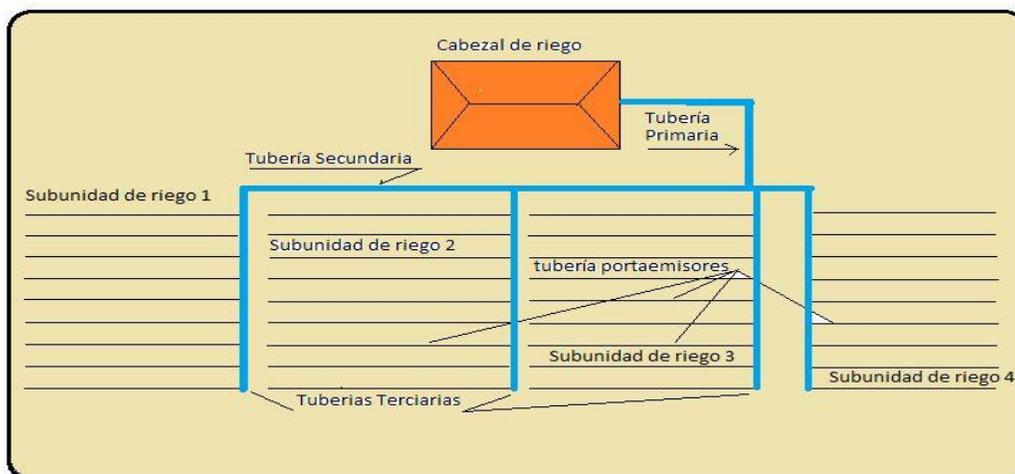


Figura 14. Esquema de una red de distribución en riego por “goteo”

Los goteros. El gotero es el último escalón del sistema de riego. Para que el agua salga gota a gota por el orificio del gotero, tiene que haber perdido previamente la presión a la que es bombeada. Esto se consigue con diferentes artilugios que hacen posible la pérdida de carga del agua que circula a través del gotero. El más conocido es el sistema de “laberinto” instalado en el interior del mismo. En el recorrido por el laberinto el agua va perdiendo presión, de manera que cuando sale al exterior lo hace gota a gota. Los goteros (figura 15) empleados en el riego del arándano suelen tener un caudal de 2-4 litros/hora, (Vidal P.I. 2007).



Figura 15. Gotero Tipo pulpo (arriba) y Goteros integrados en la tubería (abajo)

MANEJO DEL ARÁNDANO

PODA DEL ARANDANO

La poda en arándano se realiza con el objetivo de dar forma, permitir paso de aire y luz, controlar el crecimiento y regular la producción. La falta de esta práctica genera excesos de estructuras y un debilitamiento que reduce la producción. En el momento de realizar la poda, el operador debe usar guantes que eviten dañar la fruta y las tijeras no deben ser de punta, pues dificultan las maniobras en partes centrales del arbusto. La desinfección de las tijeras se puede hacer con permanganato de potasio al uno % para evitar propagar enfermedades de una planta a otra, (INTAGRI 2017).

Poda de formación: se realiza los dos primeros años de la plantación para eliminar brotes no vigorosos y yemas florales con el fin de tener un balance posterior entre la parte vegetativa y reproductiva. De no realizar esta poda, la planta empieza la producción de frutos sin tener suficiente parte vegetativa, además se corre el riesgo de formación de frutos pequeños y de mala calidad (INTAGRI 2017).

Poda de producción: se realiza cuando crecen brotes y follaje verde en épocas de primavera y verano, cuyo objetivo es estimular los brotes laterales, eliminar la parte de la rama que ya produjo o ramas que vayan hacia el suelo y ajustar el número de ramas. También se realiza para eliminar brotes sin actividad y ramas demasiado largas con el fin de rebajar la planta a una altura media de 50 centímetros del suelo. La poda en arándano es una labor totalmente manual pues en el momento se evalúa la acción que corresponda a la planta, (INTAGRI 2017).

Poda de renovación: se realiza en plantas con gran número de cañas leñosas, para revitalizar a la planta como consecuencia de un vigor bajo, pocos frutos por podas sin intensidad y para inducir brotes cortos. Hay tres formas distintas de poda de rejuvenecimiento: (INTAGRI 2017).

A ras del suelo: se usa para una renovación completa de la planta, solo como último recurso.

A media altura: también elimina todo pero conservando la estructura inicial de la planta; esto reduce el tiempo de renovación de la producción.

Mixta: se rebajan a media altura de 2 a 4 ramas de la planta dejando el resto en producción. No disminuye la producción pero tarda más en mostrar los resultados esperados y se realiza en periodos de 2 a 3 años, (INTAGRI 2017).

POLINIZACIÓN DE HUERTOS DE ARÁNDANOS

El arándano requiere obligatoriamente que sus flores sean polinizadas por insectos para obtener fruta de mayor peso y tamaño.

Las flores del arándano aunque son hermafroditas presentan características que determinan una baja autopolinización:

Racimos de flores colgantes, por lo que el polen se desprende y es incapaz de polinizar.

Los estambres forman un círculo alrededor del pistilo hacia atrás.

Sólo una pequeña sección del estigma es receptivo.

Alternativas de polinizadores

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

Para dicho propósito se han utilizado en Norte América y Chile dos géneros de insectos: abeja común europea (*Apis mellifera*) y varias especies de abejorros

del género *Bombus*, representado en Chile por *Bombus dahlbomii* y *Bombus ruderatus* (Undurraga y Vargas, 2013).

Abeja común. Se informa a esta especie desde la década del 60 como polinizador del arándano, mejorando el peso de los frutos y acortando el período de maduración.

Se colocan 6 a 10 colmenas/ha desde que las flores de arándano presentan entre (5% a 10%) de apertura (Undurraga y Vargas, 2013).

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

Por ser endotérmicos soportan temperaturas extremas incluso cercanas a 1 °C por mayores períodos del día que las abejas, su mayor peso pueden volar incluso con lluvias y vientos leves, Tienen la capacidad de hacer vibrar la flor, con el consiguiente mejor desprendimiento del polen, según, (Undurraga y Vargas, 2013).

Polinizando un gran número de flores. Depositán gran cantidad de polen en los estigmas, Pueden polinizar al arándano en el interior de los invernaderos, donde las abejas tienen dificultades para hacerlo (Undurraga y Vargas, 2013).

Consejos para la polinización

En plantaciones al aire libre, se recomienda introducir unas seis colmenas por hectárea en combinación con alguna colmena de abejas. Se aconseja hacer esto principalmente en condiciones de frío y/o alta humedad (períodos lluviosos). Las colmenas se deben introducir cuando las plantas

tengan entre un 5-10% de flores abiertas. En invernaderos y macrotúneles (plástico), Biobest aconseja introducir una colmena de abejorros por cada 500-750 m² de cultivo.

Las colmenas de abejorros se colocan aproximadamente a unos 50 cm del suelo y sobre una superficie horizontal. Si fuese necesario, habría que protegerlas de las hormigas. En el caso de situarlas afuera, habría que protegerlas del viento fuerte, la lluvia y la luz directa del sol, (Undurraga y Vargas, 2013).

FERTILIZACIÓN

El manejo nutricional es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de arándanos. Para el manejo convencional se puede aplicar cualquier tipo de fertilizante en dosis y épocas oportunas, teniendo la siguiente observación. En cambio, para el manejo orgánico se deben aplicar fuentes de fertilización autorizadas, las cuales deben ser aplicadas en el momento oportuno de acuerdo a la velocidad de entrega de nutrientes, dado que muchas de estas fuentes como los compost y 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 el azufre (S). Otros nutrientes, como el potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son entregados de manera más rápida, (Undurraga y Vargas, 2013).

La dosis aplicar de cada nutriente debe estar relacionado con el nivel de rendimiento del huerto y a las propiedades químicas del suelo (análisis de suelo). Por lo cual el programa de fertilización 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 suelos (en lo posible cada 2 o 3 años) y análisis foliares (todos los años), con los cuales el diagnóstico nutricional y la

recomendación de fertilización para el huerto serán específicos y se cumplirá con el objetivo del productor, mayor rendimiento y calidad igual mayor rentabilidad del cultivo, (Undurraga y Vargas, 2013).

NITROGENO (N)

Mejora el crecimiento y vigor vegetativo de la planta

Aumenta el vigor de brotes

Aumenta el vigor de raíces

Aumenta la producción de flores

Aumenta el crecimiento de frutos, (Undurraga y Vargas, 2013).

Deficiencias de nitrógeno producen un amarillamiento generalizado en toda la superficie de la hoja, para luego tornarse rojiza y morir.

En casos menos severos de deficiencia de nitrógeno, la hoja enrojecerá y caerá temprano en la temporada. Puesto que el nitrógeno se mueve desde tejidos más viejos a tejidos finos más jóvenes, los tejidos viejos presentan los primeros síntomas. Los brotes jóvenes que crecen de la base de la planta aparecen rosados al principio, para luego virar a verde pálido. El arbusto entero detiene su crecimiento. Los requisitos de nitrógeno varían según la localización geográfica, el tipo de suelo, la edad, la productividad de la planta y los manejos que se le dé al suelo. Una excesiva aplicación de nitrógeno reduce la producción de fruta, retrasa su maduración y disminuye la resistencia al frío por parte de la planta. La fuente de la fertilización nitrogenada en el arándano es muy importante. Las plantas que reciben nitrato como única fuente de nitrógeno, tienen un crecimiento pobre y pueden demostrar deficiencias de nitrógeno y de fierro, puesto que los nitratos elevan gradualmente el p" H" del suelo, (Undurraga y Vargas, 2013).

Generalmente, la urea es la mejor alternativa si el pH del suelo es menor a 5; en cambio, si el suelo presenta un pH superior a 5, el sulfato de amonio es la

mejor solución. En cuanto a la dosis, en general se recomienda aplicar sobre 75 unidades de nitrógeno por hectárea para un huerto adulto en plena producción; esto varía dependiendo de la cantidad de materia orgánica que contenga el suelo, (Undurraga y Vargas, 2013).

FOSFORO (P)

Mejora crecimiento de raíces

Mejora la floración

Mejora las defensas contra ataque de plagas y enfermedades

Plantas deficientes en este elemento muestran hojas débiles y levemente púrpuras. Cuando los suelos presentan un bajo nivel de fósforo se deben aplicar 34 k de P_2O_5 /ha para incrementar la producción. Si los análisis foliares muestran deficiencias, se recomienda aplicar entre 85 y 115 k de P_2O_5 /ha. Los fertilizantes que contengan sólo fósforo, como el superfosfato triple, pueden ser aplicados en cualquier época. Los fertilizantes que además de fósforo contengan nitrógeno, como el fosfato mono y di-amónico, sólo se aplicarán antes de la floración, cuidando de ajustar la dosis de nitrógeno a aplicar, (Undurraga y Vargas, 2013).

POTASIO (K)

Mejora el vigor de brotes

Aumenta la eficiencia del uso de agua y resistencia a condiciones de estrés por falta agua

Aumenta la resistencia por problemas de frío invernal

Mejora el calibre de frutos

Mejora la firmeza de frutos

Mejora el sabor y olor de frutos

Mejora la resistencia a plagas y enfermedades

Aumenta rendimiento

Una deficiencia de este nutriente produce márgenes rojos en las hojas para luego tornarse necróticos. Las manchas necróticas aparecen en hojas viejas, en cambio en hojas nuevas aparece clorosis intervenal. En suelos con bajos niveles de potasio, aplicaciones de 45 kg de K_2O por hectárea pueden incrementar la producción. Si los análisis foliares indican niveles bajos de potasio, se recomiendan dosis de 60 a 100 kg de K_2O/ha . Se sugiere aplicar sulfato de potasio o sulpomag y no es aconsejable la aplicación de muriato de potasio, ya que la planta de arándano es sensible al cloro. Se recomienda aplicar con adecuada humedad del suelo y en cualquier época, (Undurraga y Vargas, 2013).

CALCIO (Ca)

Mejora calidad de brotes

Mejora la cuaja y el calibre de frutos

Aumenta la firmeza de frutos

Mejora la calidad postcosecha

Raramente este elemento se encuentra deficiente en arándanos. Se han encontrado niveles foliares altos de Ca cuando la producción es alta y viceversa, lo cual podría deberse a un efecto de dilución del Ca en la planta. Una mayor cantidad de fruta reduce el crecimiento de los brotes y la cantidad total de calcio en la planta se diluye en una menor medida. Si los análisis lo indican, se recomienda aplicar 1.000 a 2.000 k/ha de cal, siempre y cuando el pH sea bajo; si el pH es alto, se recomienda aplicar yeso agrícola en las mismas dosis (Undurraga y Vargas, 2013).

MAGNESIO (Mg)

Aumenta la intensidad en el color verde de las plantas

Induce vigor de brotes (futura madera productiva)

Contribuye a aumentar el rendimiento (mayor actividad fotosintética de las hojas)

Cuando hay deficiencia de Mg se observan hojas con márgenes cloróticos característicos, mientras que el resto de la hoja permanece verde. Las regiones de la hoja que muestran síntomas se tornan amarillas a rojo brillante, adyacente a las venas de las hojas que permanecen verdes. La clorosis avanza hacia el centro de la hoja, seguido por necrosis. Éstos aparecen primero en hojas viejas. Generalmente los síntomas aparecen durante el período de maduración del fruto. Aplicaciones de $MgSO_4$ cada 2 o 3 años con una dosis de 224 k/ha pueden eliminar los síntomas. Si el análisis foliar lo indica, se aconseja aplicar 40 a 60 k de Mg/ha. Si el pH es menor a 4,5, aplicar dolomita o cal dolomítica y si es mayor a 4,5, aplicar sulfato de magnesio. (Undurraga y Vargas, 2013).

AZUFRE (S)

Mejora el desarrollo de brotes y coloración de hojas

Contribuye a reducir el pH del suelo (acidificación)

Cuando se aplica junto con K mejora la firmeza del fruto

En suelos con alta conductividad eléctrica genera un aumento en dicho parámetro afectando el desarrollo de las plantas, aplicado como sulfato en suelos con baja concentración de calcio pueden causar una deficiencia de Calcio, (Undurraga y Vargas, 2013).

MICRO NUTRIENTES

En relación con el hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), molibdeno (Mb), zinc (Zn) y boro (Bo), sus deficiencias están asociadas generalmente a un pH inadecuado del suelo. Por esta razón, se hace importante nuevamente el análisis de suelo para chequear el pH y el análisis foliar para verificar si existen realmente deficiencias de estos nutrientes. Comúnmente los problemas con los micro-nutrientes pueden ser solucionados simplemente corrigiendo el pH del suelo a los rangos apropiados, (Undurraga y Vargas, 2013). (Figura 16).

Fuente: Fonseca, 2016.

Macronutrientes (ppm)							
NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁼	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ⁼
80	40	70	200	150	40	0.5	2-3
Micronutrientes (ppm)							
	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	
	2	1	1	0.6	0.1	0.1	

Figura 16. Dosis recomendada de fertilización de arándanos

PLAGAS Y ENFERMEDADES

PLAGAS

NOMBRE COMÚN: GUSANOS GRISES

NOMBRE CIENTÍFICO: *Agrotis spp.*

Pasan el invierno como larvas enterradas en el suelo dentro de un capullo de tierra. En primavera reinician la actividad, alimentándose por la noche y

enterradas en el suelo a 2 cm de superficie durante el día. Cuando la oruga completa todos sus estadios, se entierra a 20 cm y pupa. Los adultos aparecen en verano y una vez se han reproducido, la hembra deposita los huevos sobre el envés de las hojas del cultivo, en malas hierbas o directamente en el suelo, (www.agrologica.es).

La larva llega a medir hasta 55 mm, es de color tierra con 5 pares de falsas patas. Se diferencia de otros gusanos grises en que posee una mancha color crema al final de su abdomen. Los adultos llegan a medir 45-55 mm, presentan alas anteriores marrones, con tres manchas triangulares en su interior, como se muestra en la (Figura 17). El huevecillo es de forma esférica de 1 mm de color blanquesino, (www.agrologica.es).



Figura 17. Adulto de *Agrotis* spp

Daños

El daño principal se da en plantas jóvenes (por ejemplo semilleros de cultivos hortícolas) donde roen el cuello provocando la “caída de plántulas”.

También se alimentan de raíces y tubérculos.

En plantas adultas atacan a las partes verdes más próximas al suelo.

En otras ocasiones, en la vid por ejemplo, se alimentan de las yemas, destruyéndolas. No suelen atacar racimos y dichos ataques suelen ser en

rodales. Cuanto más joven es la plantación mayor importancia adquiere esta plaga, (www.agrologica.es).

Control Químico

Tras superar los umbrales de daño aplicar un piretroide en pulverización (deltametrin, lambda cihalotrin, etc.). En producción ecológica se puede utilizar azadiractin, (www.agrologica.es).

NOMBRE COMÚN: GUSANOS GRISES.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Peridroma saucia*.

Ciclo fenológico

Pasa el invierno como larva enterrada en el suelo dentro de un capullo de tierra, en primavera reinician la actividad, alimentándose por la noche y enterradas en el suelo a 2 cm de superficie durante el día. Cuando la oruga completa todos sus estadios, se entierra a 20 cm y pupa. Los adultos aparecen en verano y una vez se han reproducido la hembra deposita los huevos sobre el envés de las hojas del cultivo, en malas hierbas o directamente en el suelo, (www.agrologica.es).

La larva llega a medir hasta 55 mm, es de color tierra con 5 pares de falsas patas. Se diferencia de otros gusanos grises en que posee una mancha color crema al final de su abdomen como se muestra en la (Figura 18).

Los adultos llegan a medir 45-55 mm, con alas anteriores de color marrones, con tres manchas triangulares en su interior. El huevecillo es de forma esférica de <1 mm de color anaranjado, (www.agrologica.es).



Figura 18. Larva de *Peridroma Saucia*

NOMBRE COMUN: TRIPS DE LAS FLORES

NOMBRE CIENTÍFICO: *Frankliniella occidentalis pergande.*

En cultivos de hoja caduca (frutales, vid), los adultos que han pasado el invierno sobre las hierbas espontáneas ocupan el cultivo coincidiendo con el inicio de la floración. En cultivos de hojas perennes o anuales el insecto es activo todo el año, y en cualquier caso las generaciones se superponen, aumentando su población con la temperatura y desarrollándose de forma óptima a (20-25°C). La hembra inserta los huevos bajo la epidermis de las hojas, flores y frutos, (www.agrologica.es).

Las larvas recién nacidas comienzan a alimentarse clavando su pico en las células epidérmicas de las cuales extraen sus jugos. Pasan por dos estados larvarios (larva de primero y segundo estadio), en los cuales se alimenta de forma activa y dos estadios ninfales (proninfa y ninfa) que se producen en el suelo, cesando su alimentación por el momento. A continuación los ya adultos vuelven al cultivo para continuar su alimentación, reproducirse y dar lugar a nuevas generaciones, (www.agrologica.es).

Larva: su tamaño es (<1-2mm), neonatada blanquecina y va tornándose amarillenta conforme se desarrolla.

Adulto: su tamaño es de (1-2 mm) de color amarillento, siendo el abdomen más oscuro que la cabeza y el tórax. Posee dos pares de alas plumosas con los extremos terminados en punta, como observamos en la (Figura 19). A nivel de género se caracteriza por presentar un par de sedas largas en el pro-tórax, (www.agrologica.es).



Figura 19. Adulto de *Frankliella occidentalis*

Daños

Se alimenta del polen de las flores, incidiendo negativamente en la polinización y provocando aborto de flores. Succiona el contenido celular de hojas y frutos provocando con sus picaduras decoloraciones, manchas en la piel y deformaciones, (www.agrologica.es).

En vid los principales daños se producen en el periodo de floración, con racimos visibles. Se observa una herida en forma de halo blanco característica causada por la inserción del huevo por parte de la hembra en la piel de la baya, aprovechando que el tejido es muy tierno en este momento. La herida no cierra

y a medida que el fruto aumenta de tamaño se deforma y acaba rajándose, facilitando así su pudrición, (www.agrologica.es).

Con los racimos en madurez también se pueden producir ataques en forma de picaduras al fruto que producen el pardeamiento de la piel, aunque es un daño menos grave. En hojas aparecen zonas con decoloraciones plateadas y necróticas debidas a las picaduras, (www.agrologica.es).

En frutales los mayores daños son en nectarina y en menor medida en ciruela y melocotón, donde afectan a los frutos desde el cuajado y provocan la típica mancha o "plateado" a partir del cambio de color, quedando depreciada la cosecha, (www.agrologica.es).

En cultivos hortícolas, además de los daños directos, el principal daño que produce es indirecto al ser un importante transmisor del virus del bronceado del tomate (TSWV) el cual provoca daños severos especialmente en tomate y pimiento, (www.agrologica.es).

Control Biológico

Existe un buen número de depredadores de *Frankliniella occidentalis*: *Orius laevigatus* y otros chinches de menor importancia como *Deraeocoris sp.*, *Macrolophus caliginosus*, *Dicyphus tamanii* o *Nesidiocoris tenuis*; *Aeolothrips*, que es un género de trips depredadores de otros trips; *Amblyseius swirskii*, que junto con *Orius* son los principales controladores del trips bajo plástico y *A. cucumeris*; y otros depredadores generalistas como coccinélidos, crisopas o dípteros sírfidos, (www.agrologica.es).

Medidas culturales

Colocación de trampas cromotrópicas azules (trampas pegajosas) para la detección precoz y seguimiento de las poblaciones del insecto.

Eliminar malas hierbas, ya que actúan como reservorio de la plaga, especialmente cuando el cultivo todavía no es receptivo al ataque, para a continuación invadirlo, (www.agrologica.es).

NOMBRE COMUN: ARAÑA ROJA, ACARO ROJO.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Tetranychus urticae*

Comienzan a aumentar sus poblaciones en primavera. En verano completa una generación en poco más de una semana, necesitando más tiempo cuando las temperaturas son menores. Pueden estar sucediéndose las generaciones ininterrumpidamente durante todo el año en zonas donde el invierno es suave (aunque de una forma más lenta), o bien, invernar como adulto hasta la próxima primavera en las regiones más frías, (www.agrologica.es).

Huevo: mide 0,1 mm, esférico liso, volviéndose anaranjado conforme va evolucionando.

Adulto: mide 0,5 mm, los machos de forma aplanada con largas patas, mientras que las hembras son más esféricas. La coloración es variable: rojo anaranjado (hembra) o amarillento (macho) dependiendo del sexo, ambos con ojos rojos. Presentan 2 manchas dorsales laterales oscuras en el interior del cuerpo, que se observa en los individuos de color claro. En su estado inmaduro presentan la misma forma, aunque inicialmente con 3 pares de patas en lugar de 4, y su cuerpo es de una coloración más pálida, (www.agrologica.es), como observamos en la (figura 20).



Figura 20. Adulto de *Tetranychus urticae*

Generaciones anuales

Múltiples (6-8 generalmente).

Daños

Hojas: decoloración a causa de las picaduras, que acaban desecando la zona afectada. Ataques intensos pueden llegar a provocar que la planta pierda las hojas de forma prematura, sobre todo si sopla viento seco, (www.agrologica.es).

En algunos cultivos como los cítricos, se producen abultamientos amarillentos en las hojas.

Fruto: en la zona afectada aparecen manchas oscuras, adquiriendo un aspecto como sucio. A simple vista, se observan como pequeños puntos rojizos localizados en el envés de las hojas, formando colonias protegidas por hilos de seda (característica que lo diferencia de otros ácaros como *Panonychus citri*, que no produce seda), (www.agrologica.es).

Control Químico

Tanto los enemigos naturales como los factores climatológicos como lluvias, suelen mantener las poblaciones de ácaros dentro de unos límites tolerables. En ocasiones dichas poblaciones pueden sufrir un aumento desmesurado,

siendo entonces necesario realizar un tratamiento específico, (www.agrologica.es).

Tratamiento: las materias activas a utilizar son las siguientes: abamectina, propargita, spiroadiclofen, tebufenpirad, etoxazol, entre otros acaricidas disponibles. Conviene alternar materias activas para evitar la aparición de resistencias. Esto no significa aplicar productos con distinto nombre comercial, sino materias activas con distinto modo de acción. Cada uno de los citados anteriormente corresponde a un modo de acción, por lo que se pueden escoger dos e ir y alternándolos en cada aplicación, (www.agrologica.es).

Control Biológico

Posee varios enemigos naturales entre ellos los más importantes son: ácaros fitoseidos (*Neoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persimilis*) , *Conwentzia psociformis*, *Stethorus punctillum*, *Feltiella acarisuga* y ciertos chinches depredadores como *Nesidiocoris tenuis*. Todos estos organismos contribuyen a reducir las poblaciones de ácaros, pero no acaban de ejercer un control total, especialmente cuando dichas poblaciones experimentan un incremento elevado en poco tiempo, como ocurre en verano, (www.agrologica.es).

NOMBRE COMÚN: PULGÓN VERDE DEL MELOCOTONERO

NOMBRE CIENTÍFICO: *Myzus persicae*

Las hembras se reproducen asexualmente por partenogénesis, alcanzando su máximo de población en primavera, para disminuir en verano y volver a aumentar en otoño. Con la llegada del frío se reproducen de forma sexual (en las últimas generaciones se han producido machos) para dar lugar a huevos que depositan sobre su hospedador primario, el melocotonero, normalmente en la base de las yemas. En esta forma, que es la más resistente, pasarán el

invierno y ya en febrero eclosionarán para dar lugar a las nuevas hembras fundadoras, (www.agrologica.es).

Por tanto se comporta de forma holocíclica, aunque cuando los inviernos son suaves no necesita pasar el invierno en forma de huevo, de manera que hay adultos y ninfas durante todo el año, las cuales se alimentan de una cantidad muy amplia de especies vegetales en savia (el melocotonero está en parada invernal en esta época), tanto cultivos como hierbas espontáneas, presentando entonces un comportamiento anholocíclico o continuo, (www.agrologica.es).

Adulto: mide 2 mm, color variable, desde casi incoloro a rosado, aunque normalmente verde amarillento y con los ojos rojos, como observamos en la (Figura 21). Los sifones patas y cauda (puntiaguda) son del mismo color que el cuerpo. Los sifones son oscuros en su apice y ensanchados a modo de cuello de botella, la longitud de las antenas es similar a la del cuerpo, (www.agrologica.es).



Figura 21. Adulto de *Myzus persicae*

Ciclo fenológico

Es de 7 días (24°C).

Daños

Produce abarquillamiento de hojas y brotes afectando también a flores y frutos.

Debilita la planta al realizar picaduras alimenticias y succionarle savia.

Es un eficaz transmisor de virus, especialmente importante en patata, remolacha y tabaco.

Segrega gran cantidad de melaza, sobre la que se instala el hongo negrilla que ensucia la planta, depreciando algunas cosechas y reduciendo la superficie fotosintética de las hojas, (www.agrologica.es).

Control Químico

La estrategia de lucha se debe de basar en tres aspectos muy claros: detección temprana de la plaga, respetar al máximo a los enemigos naturales, que son muchos, no tratando si la población comienza a descender por el efecto de la fauna auxiliar; y de llevarse a cabo utilizar insecticidas selectivos, de distinto modo de acción para evitar la aparición de resistencias, hecho muy frecuente en esta especie.

Frutales

Momento

En prefloración antes de que las primeras hembras fundadoras den lugar a las primeras colonias, cuando en las yemas más avanzadas se observen ya los pétalos.

En postfloracion, a caída de pétalos.

Tratamiento:

Melocotonero: pirimicarb, pimetrozina, acetamiprid, clotiadinina, imidacloprid tiametoxam, tiacloprid, flonicamid.

Albaricoquero: pirimicarb, imidacloprid, tiacloprid o piretroide (cipermetrin, deltametrin, lambda cihalotrin, tau-fluvalinato).

Ciruelo: pirimicarb, tiametoxam, acetamiprid, flonicamid, imidacloprid, piretroides.

Almendra: pirimicarb, tiametoxam, imidacloprid (una sola aplicación en primavera), piretroides.

Si además de pulgón hay presencia de orugas como anarsia, aglaope, etc. se utilizarán piretroides (deltametrin, lambda cihalotrin, zeta-cipermetrín, etc.) con el objetivo de controlar también a estas plagas con el mismo tratamiento. Las aplicaciones de invierno a base de aceite de parafina + insecticida + oxiclورو de cobre) tienen buen efecto sobre huevos invernantes de pulgón, (www.agrologica.es).

Control Biológico

Como el resto de pulgones, *Muzys persicae* posee una amplia gama de enemigos naturales:

Parasitoides: *Aphidius colemani*, *A. matricariae*, *A. ervi*, *Lysiphlebus testaceipes*, *Trioxis angelicae*, *Aphelinus sp.*

Depredadores: *Aphidoletes aphidimyza*, coccinélidos (*Coccinella septempunctata*, *Propylea 14-punctata*, *Adalia bipunctata*, *Scymnus spp.*), *Chrysoperla carnea*, chinches miridos (*Macrolophus caliginosus*) y antocóridos (*Orius spp.*), coleópteros cantáridos (comunes en frutales), (www.agrologica.es).

NOMBRE COMÚN: PULGON DEL ALGODÓN. *Aphis gossypii*.

Ninfa: su tamaño es menos de 2mm, de color verde claro a amarillento, sifones más oscuros y posibles secreciones ceras.

Adulto: mide de 1-2 mm, los anteros son de color verde o negro en función de su alimentación. Sifones cónicos y oscuros. Si es verde nunca tiene la cauda negra. Tiene manchas grisáceas en cuerpo. Las antenas son más cortas que el cuerpo y no son cebradas. Produce mucha melaza, (www.agrologica.es); como observamos en la (Figura 22).



Figura 22. Adulto de *Aphis Gossypii*

Generaciones anuales

Múltiples.

Daños

Debilitamiento de la planta por succión de savia.

Poca deformación de hojas.

Segrega gran cantidad de melaza, instalándose a continuación el hongo negrilla.

En cítricos, los cuatro pulgones mas importantes son: *A. gossypii*, *A. spiraecola*, *T. aurantii* y *M. persicae*.

A. gossypii es la especie más difícil de identificar y se puede confundir con cualquiera de los otros tres.

Es el mejor transmisor del virus de la tristeza de los cítricos. Reviste una gravedad moderada en plantaciones jóvenes.

En vid, el ataque se produce sobre brotes, hojas y racimos, siendo en este último de mayor importancia sobre todo en uva de mesa. Las picaduras producen deformaciones, manchas negras, necrosamientos y caída del fruto. Esto supone la depreciación comercial del racimo, (www.agrologica.es).

Control Químico

Las posibles materias activas a utilizar son dimetoato o acetamiprid (sólo plantones), etofenprox, pimetrocina, metilclorpirifos, tiametoxam, clorpirifos, pirimi carb.

Existe un buen número de enemigos naturales de pulgón:

neuropteros (crisopa, *Contwenzia*), coccinélidos, larvas de dípteros sírfidos y cecidómidos (*Aphydoletes aphidimyza*).

Parasitoides

himenópteros, *Lysiphlebus testaceipes*, *Aphidius* spp. *Aphelinus* sp., *Praon*.

Chinches depredadores (antocóridos, míridos)

Hongos entomopatógenos como *Verticillium lecanii*, que es bastante eficaz en invernaderos, (www.agrologica.es).

NOMBRE COMÚN: DROSOFILA DE ALAS MANCHADAS.

NOMBRE CIENTÍFICO: *Drosophila suzukii*

La hembra realiza la puesta en el interior del fruto, eclosionando los huevos en tres días. Las larvas se desarrollan alimentándose de la pulpa, pasando por tres estadios larvarios y a continuación pupan (también lo pueden hacer en el suelo). Esta especie vive de forma óptima a una temperatura de 20°C, aunque temperaturas superiores a los 10°C posibilitan el vuelo de adultos. Con temperaturas inferiores inverna en estado de adulto, aunque en clima mediterráneo puede ser activa durante todo el año, (www.agrologica.es).

Larva: mide hasta de 3,5 mm, de forma cilíndrica, apoda y de color blanco.

Adulto: mide 2-3 mm, de color amarillo a claro marrón con los ojos rojos y la terminación de las antenas ramificadas. Los machos poseen manchas negras en cada uno de los extremos de cada una de sus alas y dos franjas negras en el extremo de sus patas, (www.agrologica.es); como se observa en la (Figura 23).

La hembra no tiene estos caracteres pero presenta un ovopositor aserrado lo que lo diferencia de la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*).



Figura 23. Adulto de *Drosophila suzukii*.

Ciclo fenológico

A los 10 días a temperaturas de 25°C.

Generaciones anuales

Hasta 13

Daños

Daña la fruta sana al comienzo de la maduración a diferencia de la mosca del vinagre común, que lo hace sobre fruta caída, sobre madura o en mal estado.

Cuando la fruta está recién picada los síntomas pasan desapercibidos, debiéndose examinar minuciosamente para observar la picadura, (www.agrologica.es).

Practica un orificio donde deposita los huevos. Las larvas se desarrollan en su interior alimentándose de la pulpa y se observa un colapsamiento alrededor de la zona de alimentación del fruto, el cual acaba pudriéndose, (www.agrologica.es).

Control Químico

Los tratamientos químicos van dirigidos contra los adultos, ya que una vez está el huevo en el interior del fruto no hay solución posible. Al ir sucediéndose las generaciones hay que tratar mientras haya fruta pendiente de recolectar en el árbol, de manera que es complicado, (www.agrologica.es).

Momento:

Conviene vigilar desde que el fruto empieza a formarse y cuando las temperaturas son superiores a 10°C, (www.agrologica.es).

Tratamiento

Se realiza en pulverización y las materias activas a utilizar son spinosad, piretroides (deltametrin, alfa-cipermetrin, cipermetrin) o clorpirifos, repitiendo el tratamiento cada 1-2 semanas en función del producto, (www.agrologica.es).

NOMBRE COMÚN: CHINCHE LIGUS, CHINCHE OPACA DE LAS PLANTAS

NOMBRE CIENTÍFICO: *Lygus lineolaris*

Distribución: está presente en las provincias de Canadá, Estados Unidos y casi en todo México.

Descripción y biología: Pasa el invierno como adulto, durante este periodo puede ser encontrado en malezas muertas, pequeñas hojas, bajo corteza de los árboles, en montones de rocas en los campos, márgenes de bosques, escurrimientos y zanjas orillas de brechas. Los adultos comienzan a ser activos a inicios de la primavera, se alimentan de brotes y yemas recientemente desarrollados, (Wayne y Fasulo, 2001).

El macho mide entre 4.9 y 5.9 mm de largo y 2.3 a 3.01 mm de ancho, la hembra mide 5.2 a 5.9 mm de largo y 2.5 a 3.01mm de ancho. La cabeza es café amarillenta, la frente ahumada con líneas negras en la parte submedial. El rostro mide 2.17 a 2.55 mm de largo, como se observa en la (Figura 24).



Figura 24. Adulto de *Lygus lineolaris*

El pronoto es de color amarillento a café rojizo, con ángulos anteriores redondeados. El mesonoto es de color negro con áreas laterales pálidas o rojizas. Hemelitro color café rojizo, con pubescencias amarillenta moderadamente larga y densa. El color del adulto en el verano varia de amarillo pálido con pocas marcas negras a rojizas, a casi completamente negro con pocas marcas amarillo pálido. Las antenas y las patas son relativamente largas. Los adultos invernantes son mucho más oscuros que los adultos de verano (Wayne y Fasulo, 2001): una característica distintiva de los adultos es que presentan en el escutelo una mancha amarilla en forma de corazón. La ovoposición aparentemente se restringe a las plantas hospederas del grupo de las compuestas. Los huevecillos son depositados en los peciolos de las hojas o en la base de la hoja, el lugar preferido varía de acuerdo al cultivo atacado. En coníferas los huevos son insertados dentro de las floretes o botones. Los huevos son usualmente depositados solo, pero en ocasiones más de un huevo pudiera ser encontrado en un sitio de ovoposición, (Wayne y Fasulo, 2001).

Los huevos son pequeños truncados y ligeramente curvados. Miden alrededor de 1 mm de largo y 0.25 mm de ancho. La punta del huevo donde se encuentra con la superficie del tejido de la planta es aplanada y tiene una apertura a través de la cual la ninfa ya desarrollada emerge, (Wayne y Fasulo, 2001).

Después de 7 a 10 días emerge la ninfa y comienza a alimentarse. Presenta cinco estadios ninfales. La ninfa recientemente emergida es verde amarillenta y mide 1 mm de largo. Las ninfas más viejas son de color verde amarillo a verde y ápteras. Al ir madurando con el desarrollo, las ninfas son amarillas, manchadas de verde o negro. El cuarto y quinto estadio ninfal tiene cuatro manchas negras sobre el tórax y una sobre el abdomen. La cabeza es ligeramente verde. La ninfa totalmente desarrollada tiene paquetes alares y mide alrededor de 4 a 4.5 mm de largo. Completa su ciclo de vida en tres a cuatro semanas. Presenta dos a tres generaciones por año, dependiendo de la temperatura. Los picos

poblacionales de adultos generalmente ocurren a principios de julio, principios de agosto y principios de septiembre (Wayne y Fasulo, 2001).

Daños: Ataca a una amplia variedad de plantas herbáceas económicamente importante en las subclases *rosidae* y *Asteridae*. Tiene reportadas 385 especies vegetales hospederas. La mayoría de los daños ocurren desde mediados de abril hasta finales de junio. Se ha reportado como trasmisor de enfermedades. Usa su aparato bucal para extraer savia de las plantas. Su alimentación causa epinastia (crecimiento terminal) hasta ser amarillo o distorsionado, en consecuencia de esto reduce el crecimiento de la planta. Las hojas dañadas se desarrollan poco y las yemas afectadas abortan. Los síntomas de daños incluyen hojas rotas, coloración café, tejido decolorado; caída prematura de yemas, flores y frutos cara de gato; incremento en el número de ramas vegetativas; multiplicación de coronas; elongación de los internudos; rasgadura de tallos; nudos hinchados y hojas enroscadas. Los adultos y ninfas se alimentan succionando los jugos de la planta; inyectando simultáneamente saliva dentro del sitio de consumo para ayudar al rompimiento de los tejidos de la planta. Generalmente se pierde la dominancia apical y aparece dominancia múltiple débil.

En plántulas de coníferas, las terminales picadas son más gruesas y más cortas, la punta es a menudo serpenteada, (Wayne y Fasulo, 2001).

Manejo: Eliminar plantas hospederas preferidas para hibernación ayudara a reducir los daños (Wayne y fasulo, 2001).

Control Biológico: Se han reportado varios parasitoides que atacan a esta plaga, uno de ellos, el parasito de huevos *Anaphys iole Girault* y los parasitos de ninfas *Leiophron uniformis* (gahan).

Control Químico: Según Asociación Nacional de Exportadores de Berries (ANEERRIES, 2016), para el cultivo de arándano menciono y autorizo el uso de abamectina + thiametroxam, (INTAGRI, 2017).

ENFERMEDADES

PUDRICIÓN RADICAL Nombre científico: *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, defoliación, 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, como observamos en la (Figura 25).



Figura 25. Huerto arándanos con síntomas de infección en follaje (izquierda) y raíz con pudrición causada por *phytophthora cinnamomi*, (derecha)

Ciclo de la enfermedad: La enfermedad se puede transmitir desde plantas enfermas de vivero o el inoculo 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 (Undurraga y Vargas, 2013).

ARMILARIOSIS

Nombre científico: *Armillaria mellea*

Síntomas: Las plantas sufren un lento decaimiento junto con clorosis del follaje. El cuello de las plantas se torna corchoso, la corteza se desprende con facilidad y bajo ésta se observan masas de micelios gruesos, de color blanco y dispuestos en abanicos, las que también pueden ser visibles hacia el interior de la corona. En las raíces primarias se producen rizomorfos de color negro, los que corresponden a micelios que se trenzan entre sí hasta formar estructuras tipo cordones que son utilizadas por el hongo para colonizar plantas nuevas, como observamos en la (Figura 26).



Figura 26. Planta de arándanos con síntomas causados por el hongo *Armillaria mellea*, (izquierda) y cuello de planta que muestra micelio blanquecino (derecha)

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

Manejo: No plantar después que se ha levantado un bosque, hay que eliminar raíces gruesas o esperar hasta que se hayan descompuesto. También eliminar árboles débiles o muertos que rodeen el huerto. Las plantas enfermas no tienen control y es preferible eliminarlas, además se puede tratar de controlar la diseminación a partir de una planta enferma, pero sólo es posible mediante control biológico de los rizomorfos, como opción está el *Trichoderma* pero con el inconveniente que debe ser profundizado hasta la altura de las raíces principales (Undurraga y Vargas, 2013).

VERTICILLOSIS

Nombre científico: *Verticillium dahliae*

Síntomas: Marchitez y clorosis moderada del follaje, seguido de un rápido desecamiento del borde de las hojas durante el verano; similar a la falta de agua. Esta marchitez o necrosis de hojas puede ser parcial dentro de las ramas o dentro del arbusto. La mayor intensidad de síntomas se produce en verano y se caracteriza por obstruir el sistema vascular (xilema) impidiendo el paso de agua y nutrientes hacia el follaje, lo que induce la marchitez. Al cortar los tallos afectados se observan anillos necróticos que pueden ser parciales o completos, (Figura 27). También, ocurre pudrición de raíces y desarrollo de un micelio plumoso alrededor del cuello y raíces primarias de las plantas enfermas.



Figura 27. Lesiones en hojas de arándano causadas por *verticilosis* en hojas (izquierda) y daño presente en tallos causados por *verticilosis* (derecha)

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

Manejo: Esta enfermedad no se controla, sólo se previene. Es importante evitar las heridas en las raíces tanto mecánicas como aquellas causadas por insectos del suelo o nematodos fitoparásitos. A las plantas sintomáticas se les debe eliminar la fruta y reducir el área foliar para que disminuya la transpiración, de lo contrario colapsan por falta de flujo de agua desde las raíces. Las plantas se pueden recuperar al año siguiente (Undurraga y Vargas, 2013).

AGALLAS DEL CORONA

Nombre científico: *Agrobacterium tumefaciens*.

Síntomas: En la zona del cuello y raíces principales se producen tumores o agallas que pueden llegar al tamaño de una pelota de pin-pon. Los síntomas aéreos pueden pasar desde inadvertidos hasta clorosis y enrojecimiento del follaje, disminución del crecimiento y eventualmente la muerte de estas plantas. Mientras más joven es la planta al momento de la aparición de agallas, más llamativos serán los síntomas. Lo normal es detectar las agallas en la zona del cuello, donde se instalan después de recibir alguna herida mecánica o por insectos masticadores. Las agallas tienen una consistencia relativamente más blanda que un callo de cicatrización, su interior presenta un tejido esponjoso y de textura irregular y crecen rápido hasta alcanzar el tamaño de una pelota de 5 cm, como observamos en la (Figura 28). Las plantas que se infectan a temprana edad son más débiles y pueden morir.



Figura 28. Cuello en arándano afectadas por *Agrobacterium tumefaciens* (izquierda). y Afectación en raíces causado por *Agrobacterium tumefaciens* (derecha)

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 traspassa un trozo de información genética (plásmido 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 plásmido induce la producción de proteínas (opines) que le sirven de alimento a *agrobacterium*, y permiten la multiplicación de la bacteria. Las agallas eventualmente pueden desaparecer cuando éstas se pudren, pero nuevas agallas se forman en otros sectores, siempre y cuando se sigan produciendo heridas.

Manejo: La enfermedad debe prevenirse, ya que una vez enfermas las plantas quedan modificadas de por vida. Se deben inspeccionar las plantas de viveros, en busca de agallas en la base del cuello, y en caso de estar presentes deben ser eliminadas. La propagación por estacas leñosas en camas calientes es un ambiente favorable para la multiplicación y diseminación de la bacteria. Las camas se infectan cuando se usa agua contaminada con bacterias, por lo cual sólo se debe utilizar agua de pozo profundo o tratado con cloro o sulfato de cobre.

Como control biológico existe *agrobacterium radiobacter*, la cual es efectiva sólo en forma preventiva, evitando el contacto de *A. tumefaciens* con la raíz. Las raíces a tratar deben ser sumergidas en una solución de *A. radiobacter*

previo a la plantación. Una vez que se presenta la enfermedad no existe control curativo y se debe convivir con ella, evitando en lo posible las heridas a las raíces, única forma que tiene la bacteria para causar nuevas infecciones (Undurraga y Vargas, 2013).

CANCROSIS DEL CUELLO

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

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 canchros 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, como se observa en las (Figura 29) Sin control la planta se debilita en forma progresiva por disminución de ramas y follaje.

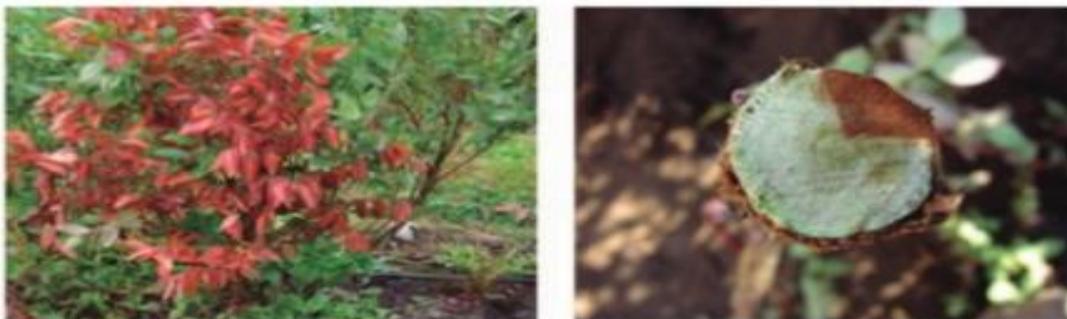


Figura 29. Muerte de ramas en planta de arándano causado por *Fusicoccum parvum* (izquierda) y Necrosis en el tallo (derecha)

Ciclo de la enfermedad: Se disemina por la propagación de estacas enfermas en viveros, y posteriormente en el huerto por las lluvias que liberan las conidias desde el interior de los picnidios.

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

Manejo: La mejor forma de cortar el ciclo de la enfermedad es la poda sanitaria a medida que se van produciendo las ramas muertas, sin embargo no es fácil eliminar la rama completa y es común observar tocones de poda que permiten la reproducción del hongo. La poda debe ser a ras de suelo y la porción a eliminar son los primeros 10 cm a partir del cuello de la planta. Como complemento están las aplicaciones de fungicidas en otoño y temprano en primavera (Undurraga y Vargas, 2013).

ATIZONAMIENTO DE LA MADERA

Nombre científico: *Botryotinia fuckeliana*

Síntomas: Los síntomas de tizón de la madera se inician desde un racimo floral que fue afectado por el patógeno, para posteriormente avanzar hacia la madera y producir una lesión más o menos circular, de color café, y que puede terminar en un anillado necrótico, secando la rama por sobre la lesión. Estos síntomas son más frecuentes en brotes nuevos, (Figura 30) 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.



Figura 30. Yema completamente cubierta por micelio de *Botryotinia fuckeliana*

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: la poda sanitaria para eliminar las ramillas enfermas, pero teniendo la precaución de eliminarlas del huerto (Undurraga y Vargas, 2013).

TIZON BACTERIANO

Nombre científico: *Pseudomonas syringae*

Síntomas: A inicio de la temporada de crecimiento las yemas y ramillas terminales parten por necrosarse en los ápices, como se observa en la (Figura 31) luego avanza hacia la base anillando la madera alrededor de los brotes y deja grandes sectores del tallo necrosado. Cuando se afectan los brotes nuevos se produce una muerte regresiva, similar a la que causa *Phomopsis vaccinii*, pero en este caso la necrosis se limita a la corteza. Los síntomas en hojas más desarrolladas son lesiones necróticas en forma de V cuando parten desde el borde apical de la hoja, o deformación lateral si la infección comienza en un costado (Undurraga y Vargas, 2013).



Figura 31. Brote necrosado por tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*)

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 (Undurraga y Vargas, 2013).

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 (Undurraga y Vargas, 2013).

TIZÓN DE LOS TALLOS

Nombre científico: *Pestalotia vaccinii*

Síntomas: Sólo se produce en tallos nuevos, los que muestran clorosis del follaje y muerte completa de ramas, y en la base se produce un anillado de color café oscuro, con o sin partiduras en la corteza.

En la zona del cuello se producen numerosos acérvulos (estructuras reproductivas con forma de cojín), que levantan la corteza para liberar gran cantidad de conidias de color negro, observadas en la (Figura 32). 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 (Undurraga y Vargas, 2013).



Figura 32. Tallo con anillado causado por *pestalotia vaccinii*; (izquierda) y Tallo con acervulos de color negro; (derecha)

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 (Undurraga y Vargas, 2013).

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 (Undurraga y Vargas, 2013).

COSECHA

La época de recolección varía en función de las variedades empleadas y del destino del fruto, pudiendo ser normalmente, desde finales de primavera a finales de verano.

La recolección se inicia cuando el (10-15%) de los frutos están maduros y el contenido de azúcares de éstos es superior a 11°Brix. Se recolecta gradualmente ya que no todos los arándanos maduran al mismo tiempo. Si el fruto va destinado para consumo en fresco, la recolección se realiza de forma

manual y cuidadosa, llevándose a cabo 3-8 pases cada 7 días aproximadamente.

La selección del arándano se realiza según el índice de madurez, el color y el tamaño. Éstos deben ser colocados directamente en envases, que suelen ser tarrinas de plástico de 125g.

Cuando la fruta va destinada a industria, la recolección puede ser manual o con maquinaria como observamos en la (Figura 33), realizando 1-2 pases como máximo. El inconveniente de la recolección mecanizada reside en que no hay recolección selectiva de fruto, y por tanto, aumenta el número de piezas a destrío (Undurraga y Vargas, 2013).



Figura 33. Cosecha manual arándano (izquierda) y cosecha mecanizada (derecha)

MANEJO DE COSECHA

Calidad del fruto

La calidad está definida por una serie de factores que podemos agrupar en calidad visible, calidad organoléptica y calidad nutritiva.

La calidad visible, se refiere a la apariencia de la fruta, la cual en arándanos se define como:

Un fruto de color azul uniforme,

Presencia de cera en la superficie de la fruta (conocida como bloom)

Que el consumidor relaciona a una fruta fresca,

Ausencia de defectos como daño mecánico y pudriciones,

Forma y tamaño de la fruta

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 (MINAGRI. 2016).

Por lo tanto, todas las operaciones de pre-cosecha 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 (Undurraga y Vargas, 2013).

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 a considerar es la selección del momento de cosecha adecuado, como observamos en la (Figura 34); el cual para arándanos está definido por el color de la fruta. A pesar de sus características climatéricas, los arándanos

deben tener un desarrollo de color azul uniforme para obtener una fruta de buena calidad. En este momento se deben de tomar todas las precauciones para disminuir danos por golpe y exposición a altas temperaturas, lo que solo se lograra 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 dificultara su posterior enfriamiento (Undurraga y Vargas, 2013).



Figura 34. Muestra el color de la fruta principal factor a considerar al momento de la cosecha

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 blomm, menor daño por compresión y menor exposición a contaminación. Otro factor importante es evitar la exposición de la fruta a alta temperatura durante las labores de cosecha como observamos en la (Figura 35), por lo que es fundamental un rápido transporte al empaque (Undurraga y Vargas, 2013).



Figura 35. Bandejas de arándano cosechado protegidas del sol

MANEJO DE POSCOSECHA

Manejo de la temperatura y la 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 a la packing, se recomienda cubrir las bandejas con materiales que permitan reflejar el sol evitando el aumento de temperatura de la fruta (Undurraga y Vargas, 2013).

La temperatura tiene 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 altas temperatura ambiente, lo que hace que se encuentren 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 sustrato preferenciales para el proceso de respiración (Undurraga y Vargas, 2013).

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 grado centígrado que es lo recomendado para almacenamiento y transporte. Con estrategias de enfriamiento por aire forzado es posible reducir la temperatura de huerto a temperatura de almacenamiento (0-1 °C) en menos de 1 h (Undurraga y Vargas, 2013).

Otra forma de enfriamiento 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 (Undurraga y Vargas, 2013).

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 pre frío (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 (Undurraga y Vargas, 2013).

En lo general los arándanos son muy susceptibles a la pérdida de agua, lo que afecta de manera negativa la apariencia de la fruta ya que se observan “arrugamientos”. Por este motivo es crítico mantener la fruta a la temperatura y humedad recomendadas para disminuir así el déficit de presión de vapor y la deshidratación. Junto con el uso de baja temperatura, los arándanos deben almacenarse con una alta humedad relativa (95% a 0°C), condición que contribuirá a reducir la pérdida de agua de la fruta. Con un buen manejo de cosecha, rápido enfriamiento y almacenaje a 0 °C, en condiciones de humedad relativa de entre 90 y 95%, los arándanos tienen una duración mínima de 14 días (Undurraga y Vargas, 2013).

COMERCIALIZACION

Después de la cosecha los arándanos son llevados al área de empaque, donde se tiene una temperatura aproximada de 20°C, ahí se seleccionan los frutos tomando como criterio de selección el calibre, el cual es mínimo de 12 mm para exportación. Posteriormente se empaca en canastillas plásticas “clanches” de 170 grs, 6 onzas, estas proporcionadas por la comercializadora; enseguida los “clanches” son empaquetados en cajas de 12 “clanches” por caja, (SEDER 2012) como se observa en las (Figuras 36, 37,38 y 39).



Figura 36. Caja con capacidad 12 “clanches”



Figura 37. Canastilla plástica “clanches” de 170 gr



Figura 38. Termómetro del área de empaque marcando 20°C



Figura 39. Regleta para medir el calibre de los frutos

La empresa comercializadora recoge el producto ya anteriormente empacado, máximo dos días después de su cosecha, para esto hay una comunicación constante entre productor y la empresa (SEDER 2012).

La recolección del producto se hace en Caja con capacidad de 12 "clanches". Canastilla plástica, "clanche" de 170 gr. Termómetro del área de empaque marcando 20°C. Regleta para medir el calibre de los frutos. 37 camiones con sistema de refrigeración, y en este trayecto se hace el preenfriamiento de los frutos para llevarlos a la temperatura de almacenamiento óptima lo más rápido posible. Esto reduce la pérdida de agua y extiende la vida útil. En este sistema de pre-enfriado se obliga a pasar el aire frío dentro de los envases por acción de un ventilador o forzador de aire ubicado en uno de los extremos de la carga. Al momento de llegar a la empresa comercializadora se pasan a cámaras de enfriamiento donde se logra bajar la temperatura de la pulpa hasta 1.5°C en 2 horas, se requieren 48 horas utilizando una cámara fría (SEDER 2012).

La fruta fría debe permanecer a baja temperatura, para lo cual puede disponerse en el interior de una cámara frigorífica durante un corto almacenamiento o bien, puede ser enviada a destino en transportes refrigerados. La temperatura óptima para conservar la fruta es cercana a 0°C, con una humedad relativa entre 90 y 95%. Esta condición permite mantener la calidad alrededor de 14 días.

Según lo mencionado por los productores el almacenamiento puede ser más eficiente si se emplea un túnel de congelación individual IQF (Individual Quick Freezing) el cual permite congelar los frutos individualmente lo cual aumenta la calidad y tiempo de vida de anaquel del producto, no se cuenta con esta tecnología en la región, sin embargo hasta el momento, y acorde a la información proporcionada por los productores no es rentable ya que el producto se ubica de forma rápida en el mercado.

El arándano es el fruto de mayor vida post cosecha entre los principales berries. La duración de la vida post cosecha en estado fresco de un fruto, conservando sus cualidades de sabor, textura y apariencia, es determinante para la estrategia comercial (SEDER 2012).

Cadena Sistema-Producto

La cadena del cultivo de arándano está conformada por los productores. En constante relación con el productor encontramos a los proveedores de insumos como por ejemplo: agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas), todo lo relacionado a la infraestructura (equipos de riego, acolchado), plantas (viveros), maquinaria y elementos de labranza, servicios (asesoramiento, transporte, frío, mano de obra).

En la cosecha intervienen los jornaleros, los cuales son personas locales, en su mayoría mujeres, debido a la delicadeza que requiere el corte del fruto. La comercialización consiste en la consignación (abarca a la mayoría de los productores). El productor entrega la fruta a la comercializadora, puede ser ya empacada (en planta propia o de terceros) o a granel a una planta de empaque de la misma comercializadora. La venta del productor se hace sin precio fijo.

Las comercializadoras hacen la liquidación final en base a los precios promedio obtenidos durante cada semana por el volumen total de sus ventas. La liquidación puede llegar a demorarse unos 45 días. Prácticamente el 100% de la producción se destina al mercado de exportación. En promedio, el 70% de la producción se destina a EE.UU., el 30% restante se destina a Europa e incipientemente a Japón, (Figura 40).

El fruto que se queda en la zona es mínimo y es el que no cumple con requerimientos internacionales y se comercializa de la siguiente manera:

Para venta en supermercados. En este nivel se comercializa congelado.

Y el restante de la producción se destina a consumidores particulares (venta en carretera, mercados y tianguis), (SEDER 2012).

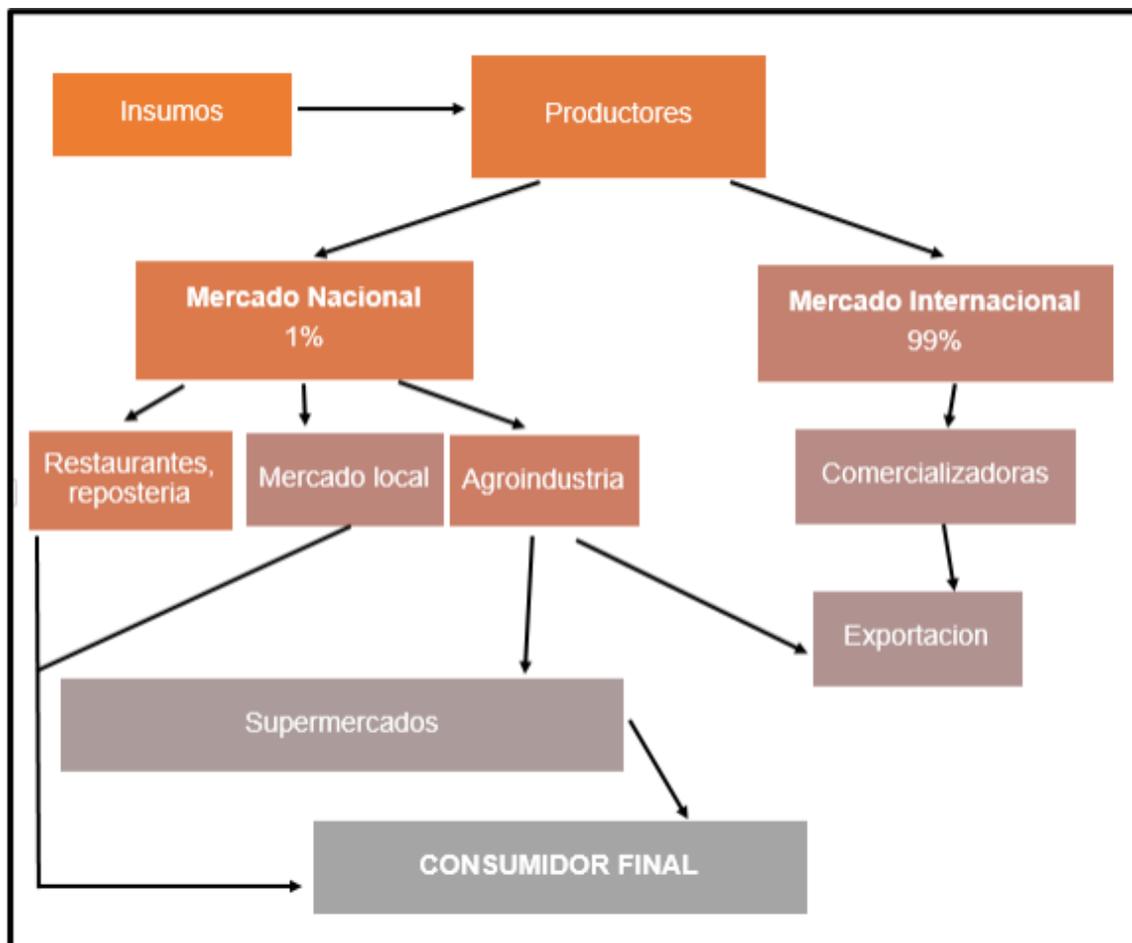


Figura 40. Cadena Productiva de arándano en Jalisco

Presentaciones del producto

El arándano destinado al mercado de exportación se empaqueta en canastillas plásticas “clanches” que pueden ser de 125 g. o 360 g., esto es debido a los gustos y preferencias del consumidor estadounidense (principal destinatario del producto). Los arándanos destinados al mercado local se presentan en botes plásticos o bolsas plásticas (arándano congelado) para consumidores particulares y consumo en supermercados. Para las industrias se comercializa a granel, (SEDER 2012).

Transporte

El transporte de la fruta ya embalada y paletizada se realiza en camiones frigoríficos con una temperatura de 0° C en su interior. El envío al mercado de destino se hace por vía marítima con atmósfera controlada, modificada, o bien, por avión. Un aspecto muy importante es no romper la cadena de frío en el transporte de la fruta. Competencia Los principales competidores de esta fruta son otros berries como la zarzamora y frambuesa. Estos productos no actúan como sustitutos pero mantienen una competencia directa con el arándano, ocupando parte del mercado. El arándano requiere de certificaciones para su exportación, la Primus GFS para el mercado estadounidense y la Global Gap para el mercado europeo, con las cuales ya se cuenta de manera general en la región, (SEDER 2012).

Asociación Nacional de Exportadores de Berries

Existen, a nivel organizacional, distintas cámaras o agrupaciones de empresarios, en Jalisco la más importante es Aneberries A.C. (Asociación Nacional de Exportadores de Berries) la cual tiene como misión facilitar e impulsar a las empresas afiliadas en sus actividades productivas y de exportación de las berries mediante su incursión en programas y proyectos acordes a sus funciones, generando con ello el fortalecimiento de la industria y el desarrollo del potencial productivo existente en nuestro país. Aneberries A.C. se ha ocupado de establecer nexos entre sus miembros y su mercado nacional o internacional siendo los más socorridos y de mayor interés el de Estados Unidos y Europa, sin dejar a un lado el mercado Asiático del cual se pretende también atacar.

LITERATURA CITADA

Buzeta, A. 1997. Arándanos. In: Chile: Berries para el 2000. Fundación Chile. Santiago, Chile. pp. 53-88.

Carrera j., 2012 Manual práctico para la creación y desarrollo de plantaciones de arándanos en Asturias, Ministro de medio ambiente y medio rural y marino, gobierno de España.

Cronquist, A. 1981. An Integrated system of clasification of flowering plants. US, University Press. 1,262 p.

Darnell. R. Stuttre, G., Martin, G., Lang. G., Earl, J. 1992. Developmental physiology of rabbiteye blueberry. Horticultural Reviews 13:339-405.

Escalera- Villanueva J.C 2009. Propagación vegetal de blueberry (*vaccinium corimbosum* L.). Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.

Figuroa, G. 2005 Estudio de factabilidad de la producción de arándano en Catamarca. Direccion Provincial de Programacion del Desarrollo. Catamarca, Argentina. 44 p.

Fonseca, E. 2016. Manejo del Cultivo de Arándano en Sistema Hidropónico. Sesión del Diplomado Internacional en el Cultivo de Berries. Intagri. Gto., México.

Galleta, G.J., Himelrick, D.G. y Chandler, L. 1990. Small Fruit. CropManagement. Prentice Hall. New Jersey. Estados Unidos de America. 602 p.

García Rubio J.C., Ciordia Ara M., García G., "El cultivo del arándano". Ed. KRK. Serida. Año 2007.

García, R. J. C. 2016. Situación Mundial Variedades de Arándano en el Mundo Pasado, Presente y Futuro. Sesión del Diplomado Internacional de Berries. INTAGRI. Gto., México. -Gordo M. 2011.

INTAGRI. 2017. Variedades Comerciales de Arándanos en el Mundo. Serie Frutillas Núm. 15. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.

Martínez-Crus, I 1996. Detección de insectos plaga en blueberry (vaccinium ashie, R), en Zacatlán, Pue, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autonoma Chapingo. 86p.

Meyer, H.J. & Prinsloo N., 2003. Assessment of potential of blueberry production in south Africa. Small Fruits Review 2:3-21.

Muñoz, C. 1988. Variedades y su propagación. Instituto de investigaciones agropecuarias. Seminario: El cultivo del arándano. Estación Experimental Carillanca. Temuco Chile. pp.: 51-66.

Palomino, K. 2009 "Riego por goteo". Ed. Starbook. Madrid.

Retamales JB, Hancock JF (2011). Arándanos. Wallingford, Reino Unido: CABI Publishing.

Rivadeneira, M., & Gózales, C., 2011. Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándano. Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.

SAGAR, 2000. Guía de plaguicidas autorizados de uso Agrícola. Dirección General de Sanidad Vegetal.504p

SAGARPA, 2009. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Agricultura producción anual. Cierre de la producción por cultivo. (<http://ww.siap.gob.mx>) ultimo acceso: 15 nov. 2010.

SEDER (Secretaría de Desarrollo Rural, Dirección de Comercialización y Planeación). "Arándano Perfil Comercial", Gobierno de Colima, México. 2012. Disponible en:

<http://seder.col.gob.mx/seder2012/comercializacion/perfiles/Arandano.pdf>

Accesado en: 5 de diciembre de 2013.

Sellapan, S., Akoh, C. & Krewer, G. (2002). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2432–2438.

SIAP-SGARPA (Servicio de información Agroalimentaria y pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. Base de datos de producción agrícola por cultivo. Disponible en: <http://siap.gob.mx> Accesado: 2 de septiembre de 2013.

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

Vega, A & Muños, C. 1994. Presencia de Micorrizas Ericaceas en Chile. *Agricultura Técnica*. 54(3):332-339.

Vidal P.I. 2007 "Fertirriego en berries". Ed. Fac. de Agronomía de la Universidad de Concepción. Chile.

Wang, S.Y. & Jiao, H.J. (2000). Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5677–5684

Wayne, N.D.;T.RMiridae). Fasulo.2001. Tarnished plant Bug, *Lygus lineolaris* (palisot de Beauvois) (Insecta: Heteroptera; Miridae).University of Florida.IFAS Extension. Creatures.ifas.ufl.edu/trees/tarnished_plant_bug.htm

<http://www.minagri.gob.pe/2016>.

http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_arandano.asp

<http://www.agrologica.es/busqueda-por-cultivo/>

http://www.blueberrieschile.cl/wp-content/uploads/2015/07/pdf_000119.pdf

<http://www.serida.org>

<http://asturianberries.es>

<https://danielorzuzza.wordpress.com/2007/05/28/abejas-vs-abejorros/>

<http://www.serida.org/fboletin/Boletin%2014/Esquema%20sistema%20de%20riegos.jpg>