

BANCO DE TESIS

12/12/2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Producción y Comercialización del Cultivo de Arándano
(*Vaccinium Corymbosum L.*)

Por:

EFRÉN BERNARDO GARCÍA MARTÍNEZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2022

BANCO DE TESIS
12/12/2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Producción y Comercialización del Cultivo de Arándano
(*Vaccinium Corymbosum* L.)

MONOGRAFÍA

Por:

EFRÉN BERNARDO GARCÍA MARTÍNEZ

Presenta como parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité Asesoría:



Dr. Enrique Navarro Guerrero

Asesor Principal



Dr. Álvaro Fernández Rodríguez Rivera

Coasesor



M.C. Luis Ángel Muñoz Romero

Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2022

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.

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.

Al Dr. Enrique Navarro Guerrero

Por haberme apoyado en el desarrollo del presente trabajo y por su amistad.

DEDICATORIAS A MIS PADRES CON MUCHO CARIÑO

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

SR. JOAQUIN GARCIA RAMIREZ 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. MARIA MARTINEZ TENORIO 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.

A MIS HERMANOS

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

STEPHANIE SEYDI SIGALA LAGUNA

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, motivo para salir en todo momento adelante, te quiero mucho.

A MI FUTURO HIJO

Por brindarme mucha alegría, sonrisas, mucha felicidad, la espero con ansias.

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de los fragmentos, textos sin citar, la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestado los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencia bibliográfica o citar textualmente sin usar comilla, utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuentes, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modifica, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de decir cualquier tipo de plagio en caso existir y declarar que este trabajo es original.



Efrén Bernardo García Martínez

RESUMEN

La producción de arándano azul (*Vaccinium spp*) tiene gran importancia a nivel mundial debido a sus propiedades antioxidantes y alto retorno económico. Su expansión y producción se ha distribuido en todo el mundo para satisfacer la demanda del mercado. La temperatura máxima, mínima, humedad relativa y la acumulación de horas frío son variables climáticas que determinan la producción del cultivo de arándano azul. El objetivo de este trabajo fue conocer la producción de arándano desde un punto de vista social, técnico y económico, es una planta recientemente domesticada y en los últimos años la superficie cultivada de esta especie ha incrementado notablemente como resultado de la alta demanda del fruto por sus excelentes propiedades organolépticas y nutritivas. Es una planta que se caracteriza por tener una alta vida productiva, buen manejo y bajo condiciones La familia de este cultivo tiene algunas variedades cultivables, este es un fruto no tradicional muy apreciado en los mercados estadounidense y europeo (principalmente en Norteamérica) por su sabor, propiedades y características. en México está experimentando un gran impulso dado principalmente por las ventajas comparativas y competitivas que ofrece para la producción de este cultivo. Los costos de producción en México son significativamente más bajos comparados con los de Estados Unidos de América. El costo solo de cosecha en Estados Unidos de América equivale casi a la totalidad del costo de producción en México. Sin embargo, el mercado interno es nulo por lo que se hace importante impulsarlo como un canal de ventas alternativo, viable y competitivo mediante la educación de los consumidores sobre los beneficios del arándano. Producir una hectárea de arándano azul en 2016 tuvo un costo de \$672,800 con un rendimiento de 14 toneladas, pagado a \$100 el kilo de arándano azul, se tendría una ganancia bruta de \$1'400,000 y por tanto, una ganancia neta de \$727,200. De esta manera se tendría una relación beneficio costo (RBC) de 1.09; es decir que por cada peso invertido en el cultivo se están obteniendo 90 centavos de retorno, lo que implica una alta rentabilidad.

Abstract

Blueberry (*Vaccinium* spp) production is of great importance worldwide due to its antioxidant properties and high economic return. Its expansion and production has been distributed throughout the world to meet market demand. The maximum and minimum temperature, relative humidity and the accumulation of cold hours are climatic variables that determine the production of the blueberry crop. The objective of this work was to learn about blueberry production from a social, technical and economic point of view. Blueberry is a recently domesticated plant and in recent years the cultivated area of this species has increased significantly as a result of the high demand for the fruit due to its excellent organoleptic and nutritional properties. It is a plant that is characterized by having a high productive life, good management and under conditions The family of this crop has some cultivable varieties, this is a non-traditional fruit highly appreciated in the U.S. and European markets (mainly in North America) for its flavor, properties and characteristics. in Mexico is experiencing a great boost given mainly by the comparative and competitive advantages offered for the production of this crop. Production costs in Mexico are significantly lower compared to those in the United States. The cost of harvesting alone in the United States is almost equivalent to the total cost of production in Mexico. However, there is no domestic market, so it is important to promote it as a viable and competitive alternative sales channel by educating consumers about the benefits of blueberries. Producing one hectare of blueberries in 2016 cost \$672,800 with a yield of 14 tons, paid at \$100 per kilo of blueberries, would have a gross profit of \$1,400,000 and therefore a net profit of \$727,200. In this way, there would be a cost-benefit ratio (RBC) of 1.09; that is, for each weight invested in the harvest 90 cents are being returned, which implies a high profitability.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | 6 |
| Abstract..... | 7 |
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| Importancia | 15 |
| Justificación | 16 |
| Objetivos | 16 |
| CAPÍTULO I..... | 17 |
| 1.1. Investigación del presente trabajo | 17 |
| 1.2. FACTORES QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD..... | 18 |
| Ambientales | 18 |
| Financieros | 20 |
| Tecnológicos | 21 |
| Socioeconómicos..... | 22 |
| Sociopolítica | 22 |
| 1.3. UNIDADES DE PRODUCCIÓN DEDICADOS A ESTE CULTIVO | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 1.4. TIPOS DE ORGANIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO | 24 |
| 1.5. EXPECTATIVAS DE CRECIMIENTO DE ESTE CULTIVO | 27 |
| Generación de Empleo | 28 |
| CAPÍTULO II | 28 |
| 2.1 ORIGEN DEL CULTIVO | 29 |
| Clasificación Taxonómica | 31 |
| DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA | 32 |
| Raíz | 32 |
| Tallo | 32 |
| Hojas | 32 |
| Yemas vegetativas | 33 |
| Yemas florales | 33 |
| Flor | 33 |
| Fruto. | 34 |
| Etapas Fenológicas del Cultivo de Arándano..... | 35 |
| Manejo del Cultivo..... | 38 |
| Clima | 38 |

Suelo 39

Agua 40

Estructura..... 40

Selección y propagación..... 40

Plantación..... 41

Cultivo en suelo..... 41

Cultivo hidropónico..... 43

Plagas y enfermedades..... 46

Riegos..... 48

Fertilización..... 49

Fertilización del arándano..... 50

Micronutrientes..... 51

Poda 52

Polinización..... 53

Promotores de brotación..... 53

Inducción floral..... 54

Cosecha..... 55

| | |
|---|-----------|
| Poscosecha | 57 |
| 2.2 Variedades de arándanos | 58 |
| TIPOS DE ARANDANOS | 58 |
| Variedades comerciales..... | 58 |
| Clasificación en función de su época de maduración | 60 |
| 2.3 PRODUCCIÓN DEL CULTIVO NACIONAL, POR ESTADO Y PAÍSES PRODUCTORES EL ARÁNDANO | 62 |
| 2.3 Producción del cultivo Nacional | 63 |
| 2.4 Costos de Producción de una hectárea de Berries..... | 64 |
| 2.5 Rentabilidad de las Berries | 65 |
| 2.6 Comercialización y mercado | 67 |
| CAPÍTULO III | 68 |
| 3.1 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DENTRO DEL T- MEC | 68 |
| Calidad del fruto | 69 |
| 3.2 Protocolo de logística para exportación | 70 |
| Certificaciones Internacionales | 71 |
| GLOBAL GAP | 72 |
| Ley de modernización en inocuidad alimentaria..... | 73 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| Sistema HACCP | 73 |
| IV. CONCLUSIÓN | 75 |
| BIBLIOGRAFÍA | 76 |

CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Empresas y compañías socias de la ANEBERRIS. | 26 |
| Cuadro 2 Recomendación de sustratos para el cultivo de arándano | 45 |
| Cuadro 3. Concentraciones promedio de macro y micro nutrientes en hojas de arándano según Hernández (2014) | 49 |
| Cuadro 4 Niveles foliares estándar para arándano. | 50 |
| Cuadro 5. Niveles promedio de nutrimentos (mg L ⁻¹) en la solución del suelo, recomendados para arándano..... | 50 |
| Cuadro 6 Dosis recomendada de fertilización de arándanos | 51 |
| Cuadro 7. Producción, área cosechada y rendimiento de arándano en los principales países productores, en el año 2018..... | 62 |

FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Etapas fenológicas del cultivo de arándano | 35 |
| Figura 2. El crecimiento vegetativo está marcado por cuatro etapas (Pérez, 2015): | 36 |
| Figura 3. El crecimiento reproductivo consta de seis etapas (Pérez 2015):..... | 37 |
| Figura 4. Plantación de arándano en Zamora, Michoacán, México..... | 42 |
| Figura 5. Cultivo Hidropónico de arándano en Amatilán, Jalisco, México. | 44 |
| Figura 6. Cosecha de arándano manual..... | 55 |
| Figura 7. Empacadora y enfriamiento Tala, Jalisco. | 57 |

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 divulgados (Sellappan, 2002).

El arándano se cultiva en todos los continentes, siendo su centro de producción los Estados Unidos y Canadá. El 60% de la producción se destina a la industria, en la elaboración de dulces, pasteles, helados y yogures; sin embargo, año tras año se descubren nuevos usos. En particular se ha puesto especial atención a los estudios sobre arándanos y su comportamiento durante el almacenamiento que muestran una relación positiva entre la capacidad antioxidante y el contenido de antocianinas (Kalt y Col 1999).

México cuenta con buenas condiciones de clima y suelo para el cultivo del arándano, reúne las características de sanidad e inocuidad agroalimentaria que demanda el mercado mundial, y tiene un extraordinario potencial para la exportación, ya que se ubica en una posición geográfica privilegiada, por su cercanía con los principales importadores de arándano en el mundo.

Los arándanos son una excelente fuente de vitamina C (formación de colágeno, ayuda a la absorción de hierro, promueve un sistema inmunológico saludable); fuente de fibra dietética (contribuye a la salud del corazón, ayudando a mantener bajo el colesterol) y manganeso (metabolismo de proteínas, carbohidratos y grasas);

contienen antioxidantes (neutralización de radicales libres, alto contenido en polifenoles/antocianinas).

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es una frutilla cuya demanda a nivel mundial se ha incrementado en los últimos años, ya sea en fresco, deshidratado a procesado. El aspecto visual, sabor y textura de los frutos, así como su efecto antioxidante debido a la alta concentración de antocianinas y polifenoles, lo hacen atractivo para el consumo humano (Juárez, 2021).

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 publicitados. Existen distintas 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 corymbosum* 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).

En el año 2019, la FAO registró que la producción mundial de arándanos fue de 552.505 Ton y los cinco principales países productores fueron Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, México, Polonia y Alemania (FAOSTAT, 2019). México ocupa el tercer lugar mundial como productor con una superficie cultivada de cerca

de tres mil hectáreas distribuidas en nueve entidades y registró un incremento en 45.1% durante el periodo del año 2014 a 2015, y actualmente con un rendimiento medio de 9.9 Ton/ha.

Importancia

En la última década, el sector de las berries en México ha ganado relevancia y es que, actualmente, el caso del arándano ocupa el cuarto lugar en importancia dentro del rubro de exportaciones agroalimentarias, las exportaciones de arándanos de México a ese destino mostraron una trayectoria creciente: después de ubicarse en 289 millones de dólares en 2018, subieron a 291 millones de dólares en 2019 y luego a 352 millones de 2020 (Blueberries, 2021).

En 2006, la producción nacional fue de aproximadamente 300 toneladas (SIAP, 2016), misma que disminuyó en 2007 y 2008, pero que aumentó significativamente en el año 2009 al alcanzar aproximadamente 1,060 toneladas. Ese aumento se mantuvo año con año, reportándose en 2018 una producción aproximada de 40,251 toneladas, pagadas a un precio medio rural (PMR) de \$52,344.12 por cada tonelada, lo que resultó en un valor de producción nacional de 2,107 millones de pesos (SIAP., 2020).

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 Corymbosum* 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. (Figueroa, 2005; Galleta et al., 1990).

Justificación

El arándano es una frutilla que en los últimos años ha adquirido gran relevancia, debido a su valor nutricional, sus múltiples beneficios para la salud y la alta rentabilidad del cultivo. Los países donde tradicionalmente se cultivaba el arándano no han podido satisfacer la demanda de esta frutilla, por lo que países con características adecuadas para su cultivo, como México, han incursionado en su producción. En Jalisco, el cultivo y producción de esta planta se realiza con recomendaciones y experiencias que otros países han generado con el tiempo, pero que no siempre funcionan de la manera más adecuada para microclimas de esta región. Aunado a esto, no todos los suelos son adecuados para la producción del arándano, por lo que es importante generar conocimiento y alternativas sobre el crecimiento, producción y calidad del arándano.

Objetivos

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

CAPÍTULO I

1.1. Investigación del presente trabajo

La historia de Bloom Farms comienza en el año 2012 como una idea de proyecto sobre agricultura intensiva en Amatitlán en el estado de Jalisco, Bloom Farms produce y exporta arándano de máxima calidad a Estados Unidos y Europa. Esta acción empresarial se ejecuta mediante la conjunción de tres elementos fundamentales: Grupo Mega, Arándanos Selectos y Vertec Ag Solutions, mediante las que se logra una sinergia entre el capital financiero, la experiencia en agricultura intensiva y la gestión del conocimiento enfocado a la innovación tecnológica en el cultivo de arándano. Por lo que, a partir de un proceso paulatino de investigación y búsqueda de las mejores alternativas de crecimiento y mejora del cultivo, los socios de Bloom farms dieron cabida a un exitoso Modelo Integral de Innovación que aprovecha cada recurso del agroecosistema de modo sustentable a partir de un manejo consciente del riesgo y del conocimiento de una agricultura protegida, intensiva y altamente especializada.

1.2. FACTORES QUE LIMITAN LA PRODUCTIVIDAD

Ambientales

Desde una perspectiva mundial, la FAO considera que para el año 2050 es de esperarse que el crecimiento de la población y de los ingresos se traduzca en un aumento del orden del 70 % en la demanda mundial de productos agrícolas (FAO). Para que mejore la nutrición y desaparezca la inseguridad alimentaria la producción agrícola necesitará crecer a mayor ritmo. Esto deberá producirse, en gran parte, en las superficies agrícolas actuales. Por lo tanto, las mejoras tendrán que provenir de una intensificación sostenible de los recursos de tierra y agua. La forma en que se utilizan es fundamental para mejorar la seguridad alimentaria.

Otro aspecto de relevancia es que “La agricultura contribuye también de forma considerable a la liberación de gases de efecto invernadero. Junto con las actividades de deforestación, la agricultura es responsable de una tercera parte del total de emisiones antropógenas de Gei.” (FAO).

Como consecuencia, el cambio climático y su variabilidad afectan al régimen térmico y al hidrológico, lo que a su vez influye en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas y en los medios de vida de las poblaciones, afectando negativamente a los sistemas agrícolas, en particular en las zonas semiáridas y subtropicales (FAO., 2012)

A nivel nacional, en las investigaciones realizadas para medir las posibles consecuencias del cambio climático en México es posible encontrar una variedad de estudios que abordan el problema desde distintas perspectivas y sobre diversos sectores prioritarios para el país. De acuerdo con (SAGARPA, 2012) más de la mitad del territorio del país (entre el 50% y el 57%) cambiará sus condiciones de temperatura y precipitación, de manera que el clima actual podría ser clasificado en otro subtipo y los habitantes de los ecosistemas, incluida la población humana, deberán cambiar para adaptarse a las nuevas condiciones.

Debido al impacto del cambio climático, la modificación de los componentes del ciclo hidrológico, principalmente la evapotranspiración y la precipitación, tendrá un efecto radical en las demandas de riego y en la gestión de los sistemas de riego. En un estudio realizado en el Distrito de Riego 075, Río Fuerte, Sinaloa se concluyó que el mayor impacto por incremento de la temperatura se apreciará en la reducción del ciclo fenológico de los cultivos anuales (Ojeda et al. 2011).

Otra de las consecuencias más evidentes del cambio climático global es el aumento del número y la intensidad de ciclones y huracanes, aunque sus efectos negativos sobre la producción agrícola son evidentes, algunos estudios los han cuantificado estadísticamente, (Mayorga) muestran que la producción de maíz en el estado de Guerrero es altamente vulnerable al clima existente, así como al número de ciclones y huracanes que la afectan con frecuencia. En sus resultados, la presencia de huracanes incrementa el número de hectáreas pérdidas o no cosechadas. Al aplicar los modelos de cambio climático generados, se observa que en promedio se perderá el 8% la producción e incluso puede llegar hasta el 46% en presencia de huracanes de mayor categoría.

Otro de los efectos del cambio climático es la modificación en la distribución de las plagas y las enfermedades de los animales y las plantas. De acuerdo con el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria (SINAVEF), la sequía prolongada y el incremento constante de temperaturas, al igual que otros fenómenos derivados del calentamiento global (ciclones y nortes), favorecerá de manera general a las especies invasoras de insectos (transfronterizas), lo que incrementaría la presión de las plagas sobre los cultivos.

Financieros

El sector agropecuario mexicano integra a más de 5 millones de productores, de los cuales sólo 10 por ciento tiene acceso al financiamiento. Ante esta situación, el Estado mexicano ha desarrollado instrumentos e impulsado instituciones que conforman la Banca de Desarrollo, con la finalidad de ampliar la cobertura y hacer llegar recursos a aquellos productores de menor escala.

El sector agropecuario mexicano es una plataforma productiva que alberga a más de cinco millones de productores, quienes han llevado a nuestra nación a posicionarse como la 11^a productora de alimentos del mundo. Sin embargo, se debe reconocer que más del 80 por ciento de las unidades productivas son de baja escala, lo cuales les presenta muchas limitaciones para el desarrollo de sus actividades, entre otras, la falta de financiamiento (CEDRSSA., 2020).

Diversos estudios y evaluaciones demuestran que el financiamiento hacia el sector agropecuario atiende solamente alrededor de 10 por ciento de los productores, por lo que existe un rezago en la inclusión de más de cuatro millones de ellos. Ante esta situación, el Estado mexicano ha impulsado estrategias e instrumentos para atender las necesidades de capital financiero de los productores agropecuarios, como respuesta a la limitada participación de la banca comercial en este sector. Para ello, ha creado instituciones que, en conjunto forman parte de la denominada banca de desarrollo (CEDRSSA., 2020).

Actualmente, la banca de desarrollo se conforma por seis instituciones (Banjercito, Bansefi ahora Banco del Bienestar, Bancomext, Banobras, Nacional Financiera Nafin, y Sociedad Hipotecaria Federal), además integra organismos de fomento y fideicomisos públicos. En 2019, su participación en el financiamiento fue muy importante ya que sus activos y su cartera de crédito representaron uno de cada cinco pesos respecto de la banca comercial (CEDRSSA., 2020).

En el crédito otorgado por el sector público en 2014, FIRA participó con 48% del total otorgado al sector agropecuario. En segundo lugar participa la FND con 19%, y otros 2% entre ellos Bancomext, Nafin, SHF, Bansefi y Banobras. (Greene, 2012) Para impulsar el desarrollo del sector agropecuario el crédito siempre se ha considerado como uno de los principales factores. La relación del crédito con el PIB agropecuario, ha sido creciente de 1970 (5% del PIB) a 2013 (28.5%).

Tecnológicos

El proceso de innovación de tecnología no cerraría el circuito en sus diversas etapas si los usos de esos beneficios no se concretan en su adquisición y asimilación, adaptación hasta su adopción continua y la generación de capital humano en términos de habilidades, destrezas y capacidades para desempeñar “calificadamente” cierto tipo de trabajo. En ese sentido, el proceso de innovación está estrechamente relacionado con la capacitación y la educación. De forma simple podemos entender que la extensión informa sobre las técnicas nuevas, la capacitación informa y forma a la persona misma, y la educación prepara a la persona para realizar tareas futuras en la transformación social (SEP, 1997).

Este tipo de agricultura más tecnificada que amerita mayor inversión económica y mayor demanda de mano de obra calificada. Esto puede significar un reto importante para los pequeños agricultores que no dispongan de la capacidad de inversión necesaria para poder aplicarla. De las maquinarias y equipos grupos de ingenieros, tuvieron una curva de aprendizaje que redundó en la optimización de las referidas maquinarias y equipos para realizar las labores de producción agrícola y el continuo desarrollo de estas tecnologías representan un capital intelectual (De Los Santos., 2022).

Socioeconómicos

Factores socioeconómicos son un elemento importante a la hora de pensar el plan de acción para un cultivo. Se deben considerar todas las condiciones del espacio en el que se desarrollará.

Parte de nuestro asesoramiento tiene que ver con atender a esos factores socioeconómicos, que pueden influir en los diferentes procesos. Así evitamos dejar que impacten negativamente sobre los resultados de la producción agraria.

Este factor puede ser: (Agrospray., 2020)

- La preparación técnica de las personas involucradas en la producción.
- La disponibilidad de materiales y equipos, sumado a la capacidad de enfrentar eventualidades relacionadas con desperfectos o fallas.
- El acceso a suministros agrícolas que deben estar disponibles en el mercado cuando se los necesite.
- Una buena comercialización que le permita al productor preocuparse exclusivamente en la productividad de su campo.

Sociopolítica

Michoacán presenta una alta presión del narcotráfico. Los productores deben pagar hasta US\$1.000 anuales a los carteles locales para evitar ser asediados por los mismos. En este estado hay un creciente avance del narcotráfico en zona rural. Por su parte, en Jalisco la situación es de menor tensión, pero igual hay una presión permanente. En general, la población considera este problema como algo sin solución que está incrustado en la sociedad (Bascopé, 2011).

1.3. UNIDADES DE PRODUCCIÓN DEDICADOS A ESTE CULTIVO

El eslabón de producción de huerto está integrado por los productores (pequeños, medianos y grandes), quienes tienen un rol importante en el suministro y son la base de la cadena productiva, y generan los volúmenes de producción y calidad establecida por los comerciantes y exportadores de arándano fresco.

En este rubro, de acuerdo con (Bernal, 2017) el boom del cultivo de arándano en México derivó en cuatro tipos de estructura empresarial:

1. Empresas transnacionales, principalmente norteamericanas y canadienses que, teniendo el know how, invirtieron en la producción en México, ya sea contratando productores o comprando parcelas propias.
2. Empresas con capital y con experiencia parcial en la producción agrícola o en la comercialización de productos alimentarios.
3. Empresas con capital propio, pero sin el know how de la cadena. Éstas generaron producciones propias o, en algunos casos, asociaciones con transnacionales.
4. Por último se desarrolló un cuarto tipo de empresas que solamente tenían parcelas, pero les faltaba dinero y conocimiento en el negocio.

Es por ello que las empresas transnacionales acordaron la superficie que el productor deberá sembrar, la variedad de la planta, las especificaciones de calidad que deben tener los frutos, así como el precio pactado por cosecha. La empresa proporciona, además, asesoría técnica al productor y se compromete a adquirir la cosecha, siempre y cuando reúna la calidad estipulada. En contraparte, el productor está obligado a recibir la asistencia técnica del personal designado por la empresa, así como vender toda la producción a la misma.

1.4. TIPOS DE ORGANIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO

En México si bien no hay aparentemente un mercado de insumos para el proceso productivo del arándano como son elección de variedades, sustratos, fertirrigación, nutrición, plagas y enfermedades, poda, el buen uso de nuevas tecnologías. No obstante, existe una competencia que se incrementa entre la gran cantidad de empresas y firmas que participan en algún punto en la cadena productiva del arándano. El análisis de una gran cantidad de micro sitios web permite identificar al menos a 24 compañías ligadas a la producción y/o uso de insumos para la producción de arándano en México: California Giant, Black Venture Far, Haygrove, Cravo, Grupo Inveco, Jhonson Matthey, A&B, Weco, Plastingver, Noramerican Green Houses, Horticultorres, Blue Magazine, Driscoll's, Fall Creek, Novatec, Invertuneles, BBC Technologies, asesores en Invernaderos, Legro, Uniec, Planlogic, Oxbo, Planamerica, Coirtech, Royalmech, MallaTex, Paradise, Pinstруп, Bioespacios y Hortifrut (García, 2019).

En México la naciente cadena de valor del arándano no registra mayor competencia entre productores. La competencia por el mercado exterior ésta creciendo entre empresas, pero el nicho de mercado es muy amplio debido a que México exporta el arándano a más de 30 países, aunque el mercado de Estados Unidos es el mercado destino de 95% de las exportaciones. La competencia entre empresas como Harvest 52, Agrana México, Agrícola de Fuerte Fe, Alpasa Farms, BQ Fruits S., etc., por los mercados externos es incipiente y la mayoría de ellas se han establecido en el país por más de 15 años y su experiencia ha crecido en cuanto a cómo producir (García, 2019).

Las principales agroempresas comercializadoras capitalistas en el estado de Jalisco son de capital nacional y extranjero, entre las que destacan: Dole, Driscoll's, Sun Belle, Berrimex, Agrícola Cerritos, Berries Paradise, ésta última es una fusión entre capital nacional y chileno. Algunas de estas empresas extranjeras se encuentran produciendo de igual forma en el estado vecino de Michoacán (Sandoval, 2015), el caso de Driscoll's y Sun Belle. Las agroempresas cuentan con terrenos propios, rentados y además tienen contratos de producción con pequeños y medianos productores. No se tiene la información exacta del número de productores con los que estas grandes empresas transnacionales tienen un contrato. La única empresa que proporcionó información fue Berries Paradise y reportó tener contrato con 60 productores en la región sur de Jalisco y además contar con una superficie de 500 ha de terreno propio, produce zarzamora, arándanos y frambuesa.

Asociación Nacional de Exportadores de Berries

En el micrositio de ANABERRIES (Asociación Nacional de Exportadores de Berries) muestran que este inició actividades a mediados del 2009 con el propósito de establecer el diálogo directo con las más grandes empresas exportadoras de berries del país. La asociación tiene injerencia a en varias entidades, al respecto de temas coincidentes, algunos de ellos obligatorios para industria (fitosanidad e inocuidad) buscando con ellos soluciones integrales como grupo establecido que permitieran su actuar en consecuencia. Aneberries fue constituida en junio del 2010 con 15 empresas exportadoras frutillas como arándano, frambuesa, fresa y zarzamora. Se señala también que las empresas miembros agrupan a un gran número de productores independientes (García, 2019).

De acuerdo con el sitio web de la asociación, hoy en día ANABERRIES ésta conforma de 24 empresas o compañías, como se aprecia en el Cuadro 19.

Cuadro 1. Empresas y compañías socias de la ANEBERRIS.

| | |
|-----|--|
| 1. | Agrana Fruit México S.A. de C.V. |
| 2. | Agrícola de Fuerte Fe S. de R.L de C.V. |
| 3. | Alpasa Farms S. de R.L. de C.V. |
| 4. | Andrew & Williamson Berry Farms de México S.A. de C.V. |
| 5. | BQ Fruits S. de R.L. de C.V. |
| 6. | Berries Paradise S.A. Promotora de Inversión de C.V. |
| 7. | Berrymex S. de R.L. de C.V. |
| 8. | California Giant Berry Farms |
| 9. | Corporativo Agroindustrial Altex, S.A. DE C.V. |
| 10. | Driscoll's Operaciones S.A. de C.V. |
| 11. | Expoberries S.A. de C.V. |
| 12. | Exportadora Internacional de Frutas S.A. de C.V. |
| 13. | Fresh Kampo |
| 14. | Fruit-Giddings, S.A. de C.V |
| 15. | Grupo Berries de México y Jalisco S.A. de C.V. |
| 16. | Hortifrut S.A. de C.V. |
| 17. | Magromex S.A. de C.V. |
| 18. | Hortifrut S.A. de C.V. |
| 19. | Naturberry |
| 20. | Mainland Farms S.A. de C.V. |
| 21. | Optimal Brightness |
| 22. | Planesa S.A. |
| 23. | Splendor Produce S. de R. L. de C.V. |
| 24. | Universal Berries S. de R.L. de C.V. |

Fuente: Elaborado con información del sitio web ANABERRIES. 2019

1.5. EXPECTATIVAS DE CRECIMIENTO DE ESTE CULTIVO

La producción de arándanos en México ha crecido durante cinco años seguidos, hasta alcanzar 50.293 toneladas en 2020, informó la Secretaría de Agricultura, tras pasar de 15.000 a 29.000 toneladas de 2015 a 2016, la producción de arándanos de México escaló a 37.000 toneladas en 2017, 40.000 toneladas en 2018 y 49.000 toneladas en 2019, desde una panorámica más amplia, la producción de esta baya ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos 10 años, registrando una tasa media anual de crecimiento de 25,1 por ciento (Logistics, 2021).

En 2020 se destinaron 4.700 hectáreas, lo que generó una producción de 50.000 toneladas, 2,6% más que el año previo. Aunque se puede consumir como fruta de mesa, su principal uso radica en la elaboración de diversos productos derivados como confituras, mermeladas, purés, jaleas y jugos. Entre los estados productores de México, Jalisco generó 31,5% del valor de la producción nacional, en tanto que sus ingresos por la venta de las 23.169 toneladas fueron de 869 millones de pesos. (Logistics, 2021)

El arándano es una de las especies de reciente introducción en la cadena agroalimentaria en México, su producción y consumo se remonta a 1996, y en la última década ha tenido un crecimiento de más de 800% en su producción, debido entre otros factores a la demanda del producto en Europa, Asia y Norte América. Un dato contundente en cuanto a este incremento de la producción en México se debe a que el vecino país del norte es el principal productor y consumidor a nivel mundial, con un consumo anual per cápita de aproximadamente 720 gramos, de los cuales 270 gramos son congelados y 550 arándanos frescos (Rosas, 2016). Ante esta demanda del mercado, en los últimos años el crecimiento ha contribuido al desarrollo de numerosas inversiones implementadas en este rubro.

México produce 36,700 toneladas de arándanos azules al año, en los estados de Jalisco, Michoacán y Sinaloa, principalmente. En cuanto a las exportaciones, tenemos que el 95.4 por ciento del total comercializado se vende al mercado

estadounidense, pero también enviamos arándano a Japón, China, Singapur Países Bajos, Canadá, Bélgica, Italia, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, y muy pronto al Reino Unido (Sader, 2018).

Generación de Empleo

Un aspecto para destacar en la producción de arándano es la creación de empleos durante la época de recolección, lo que representa una importante derrama económica en favor de los productores agrícolas y de los sectores comerciales y de servicios de la región. (Agrichem, 2018)

La mano de obra que labora en la agroempresa y los pequeños productores son regionales y es considerada suficiente para la producción, manifestando que la mano de obra femenina es preferida en la actividad de la cosecha por la agilidad y delicadeza que tienen para la pizca de frutas. La empresa Berries Paradise, manifestó considerarse, además, una empresa social y ambientalmente responsable, al generar una gran cantidad de empleo en el medio rural cumpliendo los estándares laborales y procurando reducir los impactos ambientales de su actividad productiva. Dicha empresa reportó la contratación promedio de entre 250 y 800 personas fijas y temporales dependiendo de las estaciones del año y fases productivas del cultivo (Cih, 2016).

El secretario de Agricultura y Desarrollo Rural, Víctor Villalobos Arámbula, destacó el aporte del subsector berries a la economía mexicana, ya que genera más de 500 mil empleos directos en 22 estados del país y divisas por dos mil 300 millones de dólares al año, con exportaciones a 38 países.

CAPÍTULO II

2.1 ORIGEN DEL CULTIVO

El arándano (*Vaccinium* spp) es un frutal perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia de las Ericáceas son arbustos nativos de varios países; 40% de suroeste de Asia, 25% de Norteamérica y 10% de la parte Central y Sur de América (Darnell, 2006). Debido a que eran muy abundantes en forma silvestre los habitantes de estas zonas se acostumbraron a consumir los arándanos directamente de las plantas por lo cual no se hicieron esfuerzos por desarrollar nuevas variedades. No fue sino a finales del siglo XIX, comienzos del siglo XX cuando se iniciaron los primeros programas de selección de arbustos y técnicas de propagación en Norteamérica.

Los arándanos del tipo ojo de conejo (*Vaccinium ashei* Reade) se desarrollaron en 1939 por George Darrow en colaboración con Otis J. Woodard en la Estación Experimental de Georgia Llanura Costera y Emmett B. Morrow en la Estación Experimental de Carolina del Norte (Austin, 1994); fueron los primeros en cultivarse a finales de siglo XIX en el Sur de Estados Unidos; mientras que la producción del arándano tipo arbusto alto del norte (*Vaccinium corymbosum* L.) es un fenómeno del siglo XX originado con la investigación de Frederick Coville del Departamento de Agricultura de Estados Unidos y Elizabeth White de Nueva Jersey quienes cooperaron para desarrollar el primer arándano híbrido a principios de 1900 (Moore, 1994) y liberado en 1908.

Los primeros arándanos del sur (híbridos basados en *V. corymbosum* y *V. darrowi*), 'Sharpblue' y 'Flordablue', desarrollados por R. Sharpe y W. Sherman de la Universidad de Florida, fueron liberados en 1975. El desarrollo de las plantaciones fue lento con sólo 4 a 6 hectáreas de arándano arbusto del sur en Florida en 1978. A finales de la década de 1980 'Georgiagem' del USDA, Georgia, 'Gulfcoast' y 'Cooper' del USDA, Mississippi, y 'O'Neal' de Carolina del Norte fueron liberados.

Muchas de las plantaciones en Florida ahora se hacen de relativamente nuevas versiones del programa de Lyrene en la Universidad de Florida (Strik, 2006).

El aumento inicial de la producción de arándano cultivado fue lento. En 1930, diez años después de la introducción de los primeros cultivares por el programa de Coville, había menos de 80 hectáreas en producción. Sin embargo, en 1965 había 8,100 hectáreas de arándanos plantados (Moore, 1994), en zonas con las condiciones de clima y suelo óptimas para su producción como Michigan, Oregon o Nueva Jersey en los EE.UU., el sur de Chile o la Columbia Británica en Canadá (Strik, 2006). En los últimos 10 a 15 años con la liberación de cultivares de tipo arbusto alto por la Universidad de Florida, las plantaciones de arándanos se expandieron a zonas con menor latitud como Florida, California, el centro de Argentina y la parte central de Chile. Más recientemente el arándano también se ha ampliado a latitudes aún más bajas y condiciones más extremas para este cultivo, incluyendo un área subtropical como el norte de Argentina (Tucumán), el norte de Chile (Vicuña y Ovalle), España (Huelva) y México (Bañados, 2009). Actualmente, los arándanos se han convertido en un cultivo importante en todo el mundo que se encuentra distribuido desde las regiones más frías cerca del Círculo Ártico hasta regiones templadas, del trópico y neo trópico. Se distribuye en la mayor parte de Europa (Alpes, Apeninos centrales, Pirineos), Asia, América central, EE.UU. y Canadá, entre los bosques de coníferas y en los brezales.

Clasificación Taxonómica

(Buzeta, 1997), reporta que el arándano taxonómicamente se clasifica así:

Reino: Vegetal

División: Magnoliopya

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Subfamilia: Vaccinioideae

Tribu: *Vaccinieae*

Género: *Vaccinim*

Especie: *V. corymbosum*

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).

Raíz

La raíz del arándano se caracteriza por ser fina y fibrosa. El 80% de la masa radical se encuentra muy cerca de la superficie, como a 50 cm de profundidad del suelo. Tienen una baja capacidad de absorción debido a que carecen de pelos radicales. Por lo tanto, en condiciones normales, las raíces se asocian con micorrizas formando simbiosis. Las raíces del arándano requieren de suelos sueltos y bien drenados, ya que no tienen la capacidad de atravesar suelos compactos; requieren de un 3-5 % de contenido de materia orgánica (Medina *et al.*, 2015).

Tallo

La planta de arándano presenta un pequeño tallo subterráneo, llamado corona; es recto, cuadrangular y muy ramificado. Los tallos por lo general son de color marrón o anaranjado, esto depende según la especie. Las yemas donde se originan las hojas y las yemas donde se producen las flores, es decir, las yemas fructíferas y vegetativas, se encuentran distribuidas a lo largo de las ramas en forma separada, cosa que no pasa con otros frutales (García, 2010).

Hojas

Son simples, se distribuyen en forma alterna en la rama, varían entre uno a ocho cm de largo y la forma puede ir de ovada a lanceolada. Tienen color verde pálido y en otoño desarrollan una pigmentación rojiza. Anatómicamente, las hojas tienen una epidermis compuesta de una capa de células de empalizada y un parénquima esponjoso con abundantes espacios aéreos (Muñoz, 1988). Hay estomas solamente en el envés de las hojas encontrándose en densidades de 300 por mm² (Buzeta, 1997).

Yemas vegetativas

Son pequeñas, 4 mm de longitud aproximadamente y contiene un ápice que se extiende de 40-80 micrómetros y 120 micrómetros de diámetro. Se ubican en el sector medio y basal del brote (o ramilla de invierno), y a partir de ellas se originaran brotes normales de la siguiente temporada (Bañados, 2007)

Yemas florales

Ubicadas en la porción apical de las ramillas. Las yemas florales son de mayor tamaño que las vegetativas. La diferenciación de estas yemas ocurre desde a mediado del verano hasta fines del otoño y en algunas variedades y zonas de inviernos templados este fenómeno se puede prolongar por más tiempo (Bañados, 2007). Usualmente, la docena superior de yemas en el brote son florales y las inferiores son vegetativas; sin embargo, en brotes gruesos pueden estar intercaladas las yemas (Gough, 1994). La diferenciación se manifiesta por un abultamiento notorio de las yemas, las que se recubren de escamas color café, fácilmente distinguibles de las yemas vegetativas (Muñoz, 1998).

Flor

Compuesta por un ovario unido al cáliz; tiene entre cuatro a cinco celdas con uno o más óvulos en cada lóculo; el pistilo consiste en un tubo filiforme que termina en un estigma pequeño no modificado. La flor tiene entre ocho a diez estambres insertos en la base de la corola. Florece generalmente en racimos axilares, pero también se pueden dar en forma terminal (Buzeta, 1997). Las flores son perfectas y epígenas, están en racimos que emergen de yemas laterales simples, se diferencian en verano al mismo tiempo que se agrandan en dirección basipétala (Gough y Shutak, 1978). Miden de 2–3cm de diámetro y son de color blanco o rosado, son péndulas y se abren solitarias en la axila de las hojas. El cáliz, poco marcado, tiene 4 o 5 dientes obtusos. La corola esférica verde pálido deja sobresalir el estigma.

Fruto.

Corresponde a una baya casi esférica que varía en tamaño desde 0.7 a 1.5 cm de diámetro. Dependiendo de la variedad, su color va desde azul claro hasta un negro intenso, posee secreciones cerosas que le dan una terminación atractiva. El fruto puede poseer hasta 100 semillas pequeñas ubicadas al interior del endocarpio. Las semillas perfectas tienden a agruparse en la parte superior del eje del lóculo (Gough, 1994).

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 1).

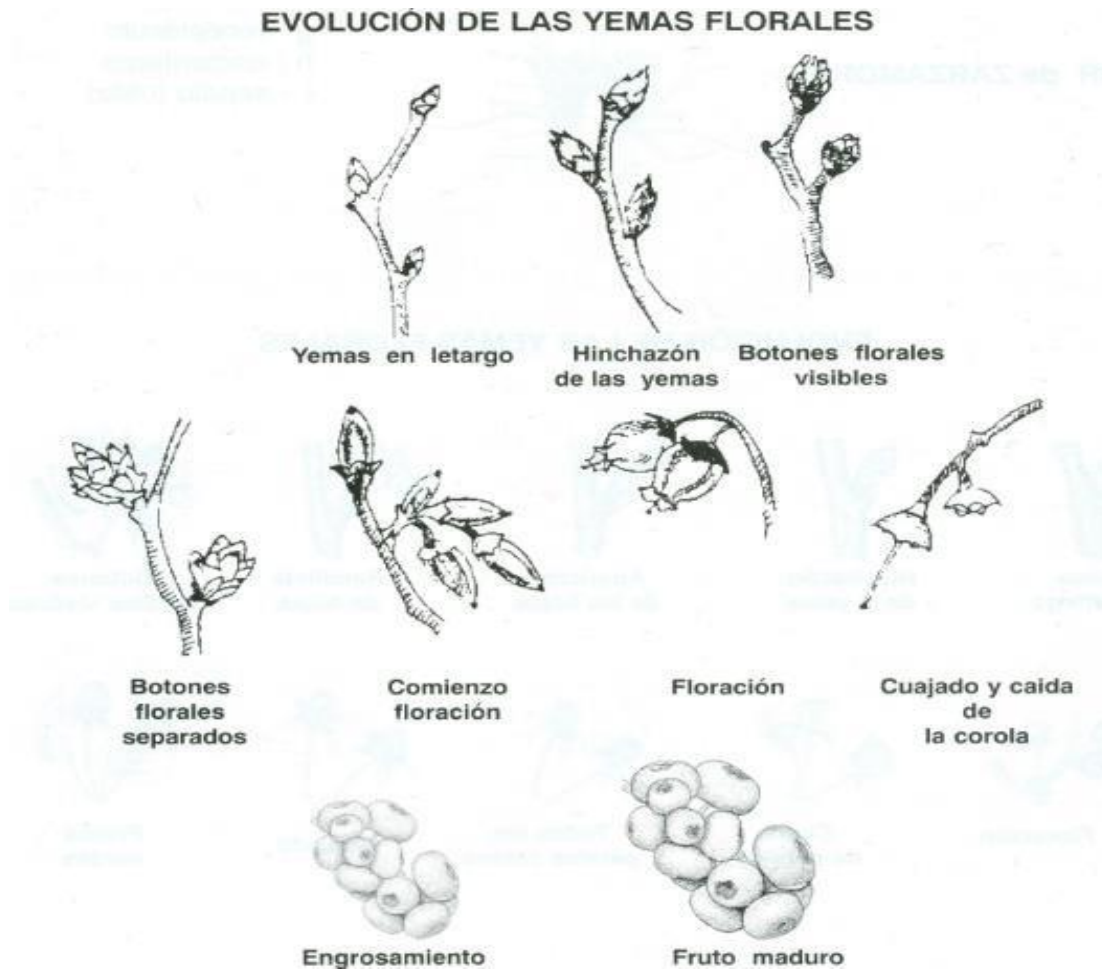


Figura 1. Etapas fenológicas del cultivo de arándano

(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.

Figura 2. El crecimiento vegetativo está marcado por cuatro etapas (Pérez, 2015):

1. yema vegetativa,
2. brote caracterizado por entrenudos cortos,
3. alargamiento de los entrenudos y expansión de las hojas
4. una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos.



Figura 3. El crecimiento reproductivo consta de seis etapas (Pérez 2015):

1. yema hinchada que da origen a flores,
2. la yema se abre iniciando la floración,
3. los brotes florales tienen la corola cerrada,
4. la flor está en plena floración con la corola abierta,
5. la corola se cae y cuaja el fruto y
6. el fruto verde.



Figura 4. Crecimiento reproductivo del arándano

Manejo del Cultivo

En nuestro país, la producción de arándano en su mayor parte se realiza en condiciones de agricultura protegida, con el uso de macro túneles con cubierta de plástico, y en menor proporción se utilizan invernaderos. El uso de cubiertas y sistemas hidropónicos en la producción de arándano aun es tema de estudio; sin embargo, la utilización de ambos sistemas combinados continúa en crecimiento y se han convertido en tecnologías ideales para el futuro de esta frutilla. Por un lado, las cubiertas plásticas brindan una protección al cultivo ante factores bióticos (aves) y abióticos (lluvia y exceso de radiación), como también una precocidad en la producción causada por el microclima generado por la estructura (Juárez, 2021)

Se han reportado rendimientos de arándano de hasta un kg de fruta por planta en el primer año, comparado con 300 a 500 gramos por planta, obtenidos en cultivos establecidos en suelo, disminuyendo significativamente el tiempo de recuperación de la inversión. Además de incrementar la calidad y sanidad del producto cosechado (Juárez, 2021)

Clima

Los arándanos requieren un cierto número de horas de frío para romper el letargo (Melgarejo, 1996). Baja temperatura durante el letargo resulta en crecimiento vigoroso y floración adecuada en primavera. Frío invernal insuficiente retrasa o limita la brotación de yemas. La formación de yemas florales es mayor a temperaturas alrededor de 24°C: mientras que temperaturas altas reducen el número de yemas florales (Spann *et al.*, 2004). Las temperaturas cálidas mejoran la germinación del polen y crecimiento del tubo polínico, mejoran el amarre de la fruta y aceleran su madurez. Sin embargo, temperaturas muy altas (32°C) durante la madurez producen fruta de menor tamaño y de menor sabor. La floración ocurre sobre yemas que se diferencian al inicio del otoño, generalmente cuando se detiene el crecimiento vegetativo, probablemente en respuesta al fotoperiodo (Muñoz, 1998). Chen *et. al.*, (2012) evaluaron el estrés por calor a corto

plazo en cuatro variedades de arándano ('Duck', 'Brigitta', 'Sharpblue' y 'Misty') y observaron que 'Brigitta' presentó daños en la estructura del cloroplasto a 45°C, mientras que 'Sharpblue' se mantuvo estable a esta temperatura.

Un factor limitante para el desarrollo de su cultivo es el viento, que produce daños severos, tanto por destrucción de follaje o ramas como por el daño de la roseta en la fruta, y por impedir el trabajo de las abejas en las especies que requieren de un agente polinizador como es el caso del arándano (Valenzuela, 1998).

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).

Suelo

Las características del suelo son determinantes para un buen desarrollo de las frutillas. El arándano, al ser una planta de sotobosque crece mejor en suelos húmedos, ácidos con un pH entre 4.5 y 5.5, siendo 4.8 a 5.2 el rango ideal. En suelos con pH altos se presentan deficiencias de Fe y Zinc y causan un desequilibrio nutricional y conduce a un crecimiento débil y bajo rendimiento (Yadong *et al.*, 2002), mientras que un pH más bajo limita severamente la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Para estos casos, El pH se puede ajustar ya sea a través de la adición de cal (para elevar el pH) o azufre (para bajar el pH), o bien mediante el uso de fertilizantes que ajusten el pH del suelo; además de la incorporación de materia orgánica.

Crece mejor en suelos con textura franco-arenosa y con materia orgánica superior al 5%, (Undurraga y Vargas, 2013), dado que un contenido apropiado de materia orgánica favorece el desplazamiento de agua hacia las raíces (Navarro, 2003). Los suelos arcillosos no son recomendados para estas plantaciones, pero pueden ser una buena opción si se utiliza algún sustrato para aligerar la textura del suelo (Sideman y Lord 2015).

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).

Estructura.

Al aire libre: cuando las condiciones climáticas son adecuadas se puede cultivar el arándano sin ninguna cubierta. En este sistema no se modifican características del entorno, solo se instalan protecciones contra vientos o pájaros y es la manera más económica de producción porque no hay inversiones de infraestructura, pero el cultivo queda expuesto a condiciones climáticas adversas. - Bajo cubierta: agrega protección ante factores climáticos y genera micro-climas debajo de la cubierta. Presenta ventajas de tiempo para conservar la cosecha, aumenta la productividad y mejora el tamaño y calidad de fruta. Tiene un elevado costo de instalación y requiere mano de obra adicional para mantenimiento o cambio (INTAGRI., 2017).

Selección y propagación

La propagación de esta especie se puede lograr por semillas, por hijuelos, enraizamiento de estacas o propagación in vitro (Muñoz, 1998). Se recomienda adquirir plantas sanas, vigorosas y certificadas de libres de patógenos (Gough y Shutak, 1982). La técnica de estacas es la más utilizada, estas pueden ser de cañas o varetas

enraizadas de un año o de hasta de cinco años, y requieren trasplantarse rápidamente para evitar la deshidratación del material (González, 2010).

Plantación

La plantación depende de las condiciones locales y preferencias personales (Trehane, 2004). Se debe instalar el riego previo al establecimiento de las plantas; líneas de goteo (0.9 mm a 30 cm de distancia), caudal de 1.6 o 2.2 L/h con goteros a 50 o 100cm (López 2016). Las plantas jóvenes pueden ser colocadas sobre camas con cobertura orgánica de corteza de pino o bolsas con mezcla de sustratos de vermiculita y peat moss, con profundidad de 60cm, para crecimiento de raíz, regular temperatura de suelo, controlar malezas, proteger daños mecánicos, aumentar la macroporosidad, mantener materia orgánica y asegurar irrigación nutricional (González, 2010).

En cuanto al marco de plantación, los más empleados suelen ser de 1,5x3-3,5 y 0,8-1x2, 5-3 en función del vigor de la variedad, el tamaño de la parcela y la maquinaria empleada. Por lo general, la densidad de plantación oscila entre 3000-4000 plantas/hectárea (INFOAGRO, 1997).

Actualmente, se suelen realizar plantaciones con densidades de 6000 plantas/ hectárea con el fin de conseguir mayores producciones en los primeros años y amortizar así cuanto antes la inversión.

Actualmente, utilizamos un poco más de 5,000 plantas por hectárea para obtener rendimientos promedio de 15 y 16 toneladas por hectárea.

Cultivo en suelo

Si las condiciones del suelo cubren los requerimientos de pH, textura, humedad y materia orgánica para el crecimiento y desarrollo del arándano entonces se opta por plantar directamente en el suelo. Se emplean surcos de cultivo de 50 cm de alto y 1 de ancho para mejorar la aireación y el drenaje además de evitar ahogamiento radicular (Marpa, 2016).

En el caso de que las condiciones de crecimiento no sean las más favorables se puede recurrir a la agricultura protegida, que es aquella que se realiza bajo estructuras como; invernaderos, macro túneles, malla sombra, acolchados y camellones cuya finalidad de cubrir las restricciones o carencias que el medio impone al desarrollo de las plantas cultivadas (Huerta, 2015). Invernaderos, túneles y malla sombra se emplean para modificar la calidad y cantidad de radiación solar, controlar la temperatura, humedad y pérdida de agua.



Figura 4. Plantación de arándano en Zamora, Michoacán, México.

Para mejorar el drenaje y la textura del suelo en la línea de plantación se incorporan con materiales orgánicos (15-20 cm de alto) como corteza de pino, paja o aserrín mezclado con el suelo y se utilizan camellones o acolchados para cubrir o mezclar lo que ayuda evitar; la erosión del suelo, mejora el contenido de humedad, disminuye la pérdida de esta por evaporación, incrementa el contenido de materia orgánica, estimula la actividad microbiana y ejercer un control sobre las malezas. El material orgánico deberá ser repuesto cada 4 a 5 años (García y González, 2014; Márquez et. al., 2003).

La corteza de pino es la mejor opción ya que es porosa y con buena aireación con un pH entre 4.0 y 5.0, con una capacidad de retención de agua de entre 13% y 25% (p/p) y con una baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) lo que limita la disponibilidad mineral en este sustrato, por otra parte el sudeste de Estados Unidos el cultivo en corteza de pino es el método de cultivo más comúnmente utilizado para el crecimiento de arándanos altos del sur (Williamson y Miller 2009).

En cultivo de arándano en camellones se recomienda recubrimiento plástico color negro en la parte interna y color blanco en la parte externa, ya que esto ayuda a mantener las condiciones de temperatura óptimas en la zona radicular ya que crecimiento de la raíz es mejor cuando la temperatura del suelo es de 16°C y decrece a medida que la temperatura aumenta (Spiers, 1995).

Cultivo hidropónico

Cuando las condiciones del suelo no son las adecuadas para el crecimiento y desarrollo del arándano la mejor opción es la hidroponía. Se trata de una tecnología para desarrollar plantas sin suelo utilizando para su crecimiento, un medio de soporte natural, artificial o sintético con suministro adecuado de los requerimientos nutricionales a través de una solución nutritiva (Beltrano y Giménez 2015). Como sustrato se utiliza arena, vermiculita, perlita, tezontle o fibra de coco (Herrera, 1999) siempre que este cubra los requerimientos de la planta, sea económico y fácilmente disponible. La solución nutritiva está compuesta por agua, oxígeno y todos los elementos esenciales en forma iónica, así como algunos compuestos orgánicos como los quelatos de hierro (Steiner, 1968); para su formulación se toma en cuenta la relación mutua entre aniones y cationes, la conductividad eléctrica y el pH. Esta técnica de cultivo permite hacer uso racional de fertilizantes y agua, además de incrementar los rendimientos y calidad del cultivo.

Figura 5. Cultivo Hidropónico de arándano en Amatlán, Jalisco, México.



El Arándano en hidroponía tiene por objetivo alcanzar la máxima producción por metro cuadrado con un mejor aprovechamiento del espacio, menos problemas de plagas y enfermedades por su mayor aireación, y más precocidad en la producción, ya que se cosechan 1 kilo el primer año por planta, y de 2 a 3 kilos por planta a partir del segundo año. Se obtiene un 15% a 20% más de fruta por hectárea en hidropónico, debido a que tenemos más plantas por hectárea.

El cultivo hidropónico logra rendimientos de hasta un 30% más de producción en Kg/ha durante el primer año de producción respecto al mismo producto en suelo. Así durante el primer año de producción, el arándano obtiene hasta 15,000 Kg/ha frente a los 10,000 Kg/ha como mucho del cultivo en suelo, mientras que el segundo se sitúa en 20,000 Kg/ha frente a los 15,000 Kg/ha y el tercero de los 20,000 Kg/ha frente a los 18.000 Kg/ha.

Para el caso del arándano Higashide *et al.*, (2006) evaluaron diferentes variedades para determinar la viabilidad de su cultivo forzado en invernaderos sobre terrenos inclinados. Encontraron que 'Earliblue' en producción forzada comenzó la floración entre 35 y 40 días antes que en producción convencional y la cosecha fue 35 días antes.

En 2009 Williamson y Miller encontraron que la raíz del arándano solo crece en los 15 cm de corteza de pino, sin llegar a penetrar el suelo. Según Schuch *et. al.* Plantas cultivadas 120 días en sistema NTF (*Nutrient Film Technique*) pueden ser trasplantadas a sustrato, y posteriormente a campo, o usadas para propagación clonal. En México es poca la información que hasta el momento se tiene del arándano cultivado en hidroponía.

Para cultivo hidropónico de arándano, las características del sustrato idóneo son las que se muestran en el (Cuadro 2) 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 2 Recomendación de sustratos para el cultivo de arándano

Plagas y enfermedades

El problema de plagas es uno de los factores que limita la producción de arándanos, existiendo una diversidad de especies detectadas, siendo los pájaros la plaga de vertebrados más seria (Trehane, 2004). Varios insectos hacen daño significativo a los arándanos incluyendo ácaro del brote (*Acalitus vaccinii* Keifer), trips de las flores (*Frankliniella* sp), escarabajo japonés (*Popillia japonica* Newman), gusano del arándano (*Rhagoletis mendax* Curran), barrenador del fruto (*Acrobasis vaccinii*), barrenadores de flores y brotes (*Anthonomus musculus*), barrenador de tallo (*Oberea* sp), chupadores (*Lecanium nigrofasciatum*), defoliadores (*Hyridopterix ephemeraeformis*).

Las plagas que afectan al cultivo de arándano son principalmente algunas especies del orden coleóptera (*Aergonius* sp., *Asynonychus* sp., *Brachysternus* sp., *Graphognatus* sp., *Sericoides* spp.), lepidóptera (*Agrotis ípsilon*, *Argyrotaenia* sp., *Peridroma saucia*, *Proeulia* sp.), trips (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*), mosca blanca (*Trialeurodes packardi*), araña de dos puntos (*Tetranychus urticae*), pulgones (*Ericarpis fimbriata*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *Brevicoryne brassicae*), piojo harinoso (*Hypogeococcus festeranus*), mosca del vinagre (*Drosophila suzukii*) y chinches (*Lygus lineolaris*, *Chelinidea tabulata*). Para todas estas el manejo es diferente debido a sus hábitos de crecimiento, por lo que para cada plaga se debe establecer un plan de manejo integrado para cada zona. (INTAGRI., 2017)

Las enfermedades más comunes en el cultivo del arándano son: *Phytophthora cinnamoni* o pudrición de raíz que afecta a la mayoría de las variedades de arándanos, generalmente asociada a suelos húmedos, pesados y de mal drenaje. Puede provocar la muerte súbita de la planta, o puede manifestarse como una enfermedad lenta y progresiva caracterizada por un débil crecimiento y un prematuro desarrollo característico del color del follaje en el otoño (amarillo o rojizo). Las plantas infectadas tienen con frecuencia una fijación pobre al suelo debido a un escaso desarrollo radical (Smith, 2000). *Botrytis cinérea* o Podredumbre gris, su mayor incidencia coincide con primaveras muy lluviosas y temperaturas en torno a los 20°C. Los síntomas se

manifiestan con el marchitamiento de las terminaciones de los brotes jóvenes, que al principio toman un color marrón o negro, para blanquear más tarde a tostado o gris, pudiendo alcanzar toda la rama.

Las flores marchitas permanecen en la planta mucho más tiempo que las no afectadas (Williamson y Lyrene, 2004) Antracnosis causada por *Colletotrichum acutatum* Simmonds puede afectar a ramas, hojas y flores, pero los daños más graves los provoca en los frutos. La infección tiene lugar durante la floración, manifestándose el daño en el momento de la recolección. Se reconoce por un hundimiento sobre el fruto y la formación de esporas color salmón sobre éste (Caruso y Ramsdell, 2007). Pudrición radicular o *Phomopsis vaccinii*, esta enfermedad es económicamente importante en áreas bajas, donde el daño por frío invernal y heladas primaverales son un problema, ya que éstas favorecen la entrada del patógeno. Los canchros producidos por *P. vaccinii* son alargados y delgados; en los primeros estados de formación del cancro, los tallos presentan un área café-rojiza de 5 cm de largo, después de infectados los tallos se marchitan durante el verano. Las conidias infecciosas son esparcidas cada vez que ocurre una lluvia (Cline y Schilder, 2006).

Riegos

Las plantas de arándano tienen un sistema radicular superficial y carente de pelos radiculares lo cual produce una restricción en la capacidad de absorción, por esta razón las raíces del arándano tienden a crecer más lentamente que las de otras plantas (Eck, 1988). Estas situaciones las hacen ser sensibles a daño por sequía, por lo tanto, el contenido de humedad del suelo es de particular importancia en esta especie.

La selección y la gestión de sistemas de riego es de suma importancia en el arándano (Holzapfel *et al.*, 2004; Holzapfel, 2009) ya que la distribución del agua dentro del suelo tiene un efecto importante en su producción, principalmente por el sistema radicular superficial de esta especie (Pannunzio *et al.*, 2009)

En cuanto a cantidad, tanto un déficit como un exceso de agua tienen un efecto depresivo sobre el crecimiento de las plantas. El déficit de agua no permite que la planta alcance su rendimiento potencial, aunque la sensibilidad a los déficits hídricos dependerá de su estado fenológico (Mingeau *et al.*, 2001). Por otro lado, el exceso de agua puede favorecer el desarrollo de enfermedades fungosas (Bryla y Linderman, 2007).

Estudios muestran incrementos de hasta el 43 % en el rendimiento de arándano, con la aplicación de riego (Yarborough, 2004 y Seymour *et al.*, 2004). El manejo del potencial del agua del suelo es importante para lograr altas tasas de crecimiento, siendo 10 cb, el potencial aconsejado para el mismo. La mayor demanda de agua ocurre previo a la cosecha con evapotranspiraciones reales de 19 L planta⁻¹ para cultivos regados por goteo (Jaureguiberry, 1992).

De manera general Strik *et al.*, (1993) (recomiendan aplicar de 25 a 50 mm de agua por semana. Siendo el periodo más crítico desde el comienzo de la fructificación hasta el final de la cosecha (Williamson y Lyrene, 2004)

Fertilización

La demanda de nutrientes del arándano es baja comparada con otros árboles frutales. (Rivadeneira, 2011), determinó la concentración de macronutrientes en hojas en diferente estado de desarrollo para las variedades 'Misty' y 'Jewel' sin encontrar diferencias significativas en N, P, K o Ca. Hernández (2014), realizó análisis de macro y micro nutrientes en hojas de arándano cv. 'Biloxi' en diferentes etapas fenológicas, en condiciones edafo-climáticas de Los Reyes, Michoacán México, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3, que coinciden con niveles reportados para otras variedades y tipos de arándano, en otros países. Los fertilizantes a menudo causan más problemas por exceso que por deficiencia. La aplicación excesiva de fertilizantes conlleva a la degradación de la calidad del suelo por salinidad (Cárdenas *et. al.*, 2004).

Cuadro 3. Concentraciones promedio de macro y micro nutrientes en hojas de arándano según Hernández (2014)

| Mineral | Biloxi | Misty | Jewel | Mineral | Biloxi |
|---------|--------|-------|-------|---------|--------|
| | mg/gr | | | | mg/Kg |
| N | 15.01 | 15.5 | 21.3 | Fe | 398 |
| P | 1.9 | 1.2 | 1.4 | Cu | 32.3 |
| K | 5.9 | 5.2 | 3.7 | Mn | 161.1 |
| Ca | 4.64 | 9.4 | 5.8 | Zn | 45.9 |
| Mg | 2.67 | 3 | 1.6 | B | 112.6 |
| S | 2.05 | * | * | Na | 1820 |

Fertilización del arándano

En comparación a otras especies frutales, el arándano tiene bajos requerimientos nutricionales, especialmente en el caso de K y Ca. Los niveles foliares estándar, es decir, aquellos valores bajos los cuales el crecimiento y producción de fruta se ven afectados, se muestran en el Cuadro

Cuadro 4 Niveles foliares estándar para arándano.

| Macronutrientes (g kg ⁻¹) | | | | | Micronutrientes (mg kg ⁻¹) | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|---|-----|----|----|----|
| N | P | K | Ca | Mg | Mn | Fe | Cu | B | Zn |
| 16.5 | 1.0 | 3.5 | 3.4 | 1.2 | 168 | 150 | 15 | 49 | 20 |

Fuente: (Hancock, 1986; Retamales, 1988)

Cuando se produce bajo fertirriego hay algunas recomendaciones de fertilización que se pueden seguir como la de Sánchez (2013), presentada en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Niveles promedio de nutrientes (mg L⁻¹) en la solución del suelo, recomendados para arándano.

| Etapa fenológica | CE (dS m ⁻¹) | Requerimiento nutricional (mg L ⁻¹) | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|---|----|-----|-----|----|-----|
| | | N | P | K | Ca | Mg | S |
| Vegetativa | 0.5 | 49 | 10 | 55 | 36 | 10 | 35 |
| Inicio Floración | 0.7 | 69 | 14 | 76 | 50 | 13 | 49 |
| Inicio fructificación | 1.0 | 98 | 19 | 109 | 72 | 19 | 70 |
| | 1.3 | 127 | 25 | 142 | 94 | 25 | 91 |
| Fructificación plena | 1.5 | 147 | 29 | 164 | 108 | 29 | 105 |

Micronutrientes

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 micronutrientes pueden ser solucionados simplemente corrigiendo el pH del suelo a los rangos apropiados, (Undurraga y Vargas, 2013). (Figura 5).

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 | |

Cuadro 6 Dosis recomendada de fertilización de arándanos

Poda

El objetivo de la poda es mantener el vigor y productividad de la planta de arándano, ayudar en el control de plagas y enfermedades, mantener la calidad y tamaño del fruto y desarrollar un hábito de crecimiento apropiado para la cosecha (Gough, 1994). Una poda adecuada equilibra la producción de ramas nuevas y fuertes, además de mantener una buena producción de frutos (Jansen, 1997). Cuando las plantas se podan poco, se vuelven densas con un crecimiento débil y no desarrollan nuevas y fuertes ramas para una producción futura de fruta. Cuando se podan en exceso, la producción es menor, con frutos más grandes y brotes nuevos.

La poda es una práctica imprescindible en el manejo de los cultivos de arándano, ayuda a mantener el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la producción de fruta. Es útil para la eliminación de madera improductiva o muerta, mejora la penetración de luz y la formación de botón floral en el interior de la planta. En la práctica, hay dos tipos de poda: despunte y aclareo. La poda de despunte elimina la parte de la punta de la rama, incluyendo la yema apical; esto estimula yemas laterales a lo largo del brote. La poda de aclareo elimina totalmente el brote desde su origen; no estimula la brotación lateral, sino que se utiliza para eliminar la madera muerta y rejuvenecer las plantas; así como controlar la altura de la planta y la redistribución del crecimiento. Tiene un efecto muy pronunciado en la forma de la planta y el tamaño (Davies y Crocker, 1994).

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).

Polinización

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).

Polinización: el fruto requiere necesariamente de polinización para mejorar el peso y tamaño del fruto. A pesar de ser una flor hermafrodita tiene limitantes para la autopolinización, debido a que la posición colgante de los racimos hace que el polen caiga sin llegar a polinizar efectivamente, además el estigma tiene una pequeña porción receptiva y los estambres están posicionados de manera contraria al pistilo. Los polinizadores más usados son abejas comunes (*Apis mellifera*) colocadas en colmenas a razón de 6 a 10 por hectárea cuando las flores tienen de 5 a 10 % de apertura. También es común el uso de abejorros del género *Bombus*, los cuales se usan a razón de 10 colmenas por hectárea, cuya ventaja sobre las abejas es que resisten a bajas temperaturas, además provocan mayor movimiento de la flor por su tamaño y resisten lluvias o vientos leves, (INTAGRI, 2017).

Promotores de brotación

El factor limitante en la adaptabilidad y productividad de frutales caducifolios en zonas con inviernos benignos lo representa el deficiente enfriamiento para romper el letargo de las yemas, (Edwards, 1987). Este problema se agrava debido a que la acumulación de

frío se ve frecuentemente interrumpida por la presencia de altas temperaturas, (Erez, 1987). Una de las alternativas para reducir este problema es la aplicación de promotores de brotación, que son sustancias químicas que se aplican a dosis bajas y promueven la brotación de las yemas, aunque estas no hayan completado su requerimiento de frío, (Almaguer, 1997).

Diversos productos químicos rompen efectivamente el letargo (Petri, 1987) pero actualmente pocos de ellos pueden ser utilizados comercialmente, debido a sus efectos fitotoxicos. Entre las sustancias químicas que se han utilizado para estimular la brotación de yemas florales y vegetativas de caducifolios figuran: aceite mineral, Dinitro-orto-cresol (DNOC), Dinitro-butyl-fenol (DNBP), Cianamida de hidrógeno (H_2CN_2), Cianamida de Calcio ($CaCN_2$) y Nitrato de Potasio (KNO_3). Otros compuestos como Thiourea, Benziladenina (BA), Giberelinas y Citocininas sintéticas han sido empleados para estimular la brotación de yemas florales y vegetativas cuando los requerimientos de frío son insuficientes (Volz y Knight, 1986).

No obstante, en arándano los productos más utilizados son la cianamida de hidrógeno, citocininas (CCPU) y ácido giberélico.

Inducción floral

La inducción y diferenciación de yemas florales en arándano ocurre en forma basipétala, es decir, se inicia en la punta y prosigue hacia la base. La cantidad de yemas florales que se formen en un brote está aparentemente relacionada al grosor del brote y al balance de los reguladores de crecimiento (Muñoz, 1998). Normalmente, cada ramilla tiene de 5 a 7 yemas florales, pudiendo diferenciarse en algunos casos más de 20. A mediados del otoño ya es posible distinguir claramente las yemas florales y las vegetativas, ya que las yemas florales son de mayor tamaño que las vegetativas, las que se ubican en el sector medio y basal del brote y a partir de ellas se originarán los brotes normales la siguiente temporada. La inducción floral se da durante el año anterior a la floración, en las ramas desarrolladas durante ese año, (Aalders y Hall, 1964)

Para que la planta de arándano comience el proceso de inducción y diferenciación floral requiere que se haya detenido el crecimiento vegetativo del brote (Bañados y Strike, 2006). Dependiendo de la época en que ocurra la detención del crecimiento, será el período en que se inicie la inducción y diferenciación floral, y esto puede variar de brote en brote, (Bañados, 2005).

Gough (1983) determinó que en varios cultivares de arándanos altos (*Vaccinium corymbosum* L) no podados fueron los primeros en completar el periodo de floración (cuando las primeras corolas empiezan a caer). Así mismo encontró que una poda efectuada a finales del verano retrasa la floración. Sin embargo, con una poda efectuada en invierno las plantas florecieron poco después de aquellas no podadas.

Cosecha

La finalidad principal del cultivo de arándano es la producción de fruta fresca para la exportación por lo que la cosecha se realiza de forma manual siendo necesario el empleo de mano de obra especializada. Esta práctica se realiza de forma selectiva según los índices de madurez del fruto, que son el color y el tamaño, e implica que se realicen hasta ocho recolecciones por planta, debido a que hay un desarrollo irregular de los frutos en el racimo. Los frutos del arándano son climatéricos, denominando de este modo a aquellos frutos que presentan un marcado aumento en la actividad respiratoria posterior a la cosecha (Darnell et al., 1992).

Figura 6. Cosecha de arándano manual



Generalmente, el contenido de azúcar está en rangos de 7% en frutos pintones a 15% en frutos totalmente maduros. En este sentido, Kushman y Ballinger, (1968) proponen como criterio de cosecha, niveles superiores a 10 ° Brix, en tanto que (Lobos, 1998) indica que frutos de arándano con 11 y 12° Brix reúnen las cualidades organolépticas deseadas. Otra consideración importante es la cicatriz que queda en el fruto al desprenderse del pedicelo. Lo ideal es una cicatriz pequeña, seca y claramente ambicionada, para evitar la entrada de infecciones fungosas y deshidratación de la fruta

El arándano requiere de dos a tres meses para madurar, dependiendo del cultivar, del clima, y del tipo de madera dejada en la poda. En Estados Unidos el primer estado que comienza a producir arándanos es Florida, que inicia su cosecha a mediados de abril

(Williamson y Lyrene, 2004) seguido de California y Carolina del Norte que empiezan su producción desde la segunda semana de mayo y continúan hasta la primera semana de junio. En áreas del norte, como Nueva Inglaterra y el medio Oeste, la cosecha va de Julio a Agosto. En contra-estación Chile cosecha de Octubre a Abril (Bañados M. P., 2009), Guatemala de Diciembre a Febrero y Argentina en los meses de Octubre a Noviembre (Pescie y López, 2007). Mientras que la oferta de frutos frescos en México va de Marzo a Mayo (Bañados, 2009).

Los frutos del arándano tienen un crecimiento cíclico: un primer periodo es el de crecimiento del pericarpio (parte que rodea la semilla) que aparece a los 29 días después de la fecundación; un crecimiento ralentizado del pericarpio, con un rápido desarrollo de embrión de 5 a 56 días; y por último ocurre un desarrollo acelerado del epicarpio que continúa hasta la madurez (Huayhua, 2016). La maduración del fruto se da un mes o mes y medio después de haber florecido (Gutierrez, 2021). EL periodo de cosecha dura de seis a ocho semanas, dependiendo de la variedad (Otto, 1995). La cosecha de arándano en México va de Marzo a Mayo. Los frutos listos para cosecharse presentan un color azul-violeta (alto contenido de azúcar) y son fáciles de pisar, aquellos que presentan un anillo rosa o rojo cerca del pedúnculo, no están totalmente maduros y son difíciles de cosechar (Otto, 1995). Una vez cosechada la fruta se almacena a 0°C y 90% HR para su traslado y comercialización (Figueroa, 2010).

Poscosecha

Los arándanos recogidos para consumo en fresco, se deben pre-enfriar antes de transcurrir cuatro horas desde la recolección. Esta técnica se realiza en un depósito provisional, donde se hace pasar aire forzado entre los envases, bajando así la temperatura hasta 15°C. Esta fase es muy importante, ya que estos frutos tienden a sobremadurarse, provocando por tanto el ablandamiento de la pulpa y la consecuente pérdida de color y sabor (INFOAGRO, 1997).



Figura 7. Empacadora y enfriamiento Tala, Jalisco.

Seguidamente, se deben transportar los envases a una cámara frigorífica donde se mantendrán almacenados a una temperatura de 0,6-0°C y una humedad relativa del 90-95%. En estas condiciones, las bayas se pueden conservar durante 2-3 semanas sin sufrir pérdidas de calidad, siempre y cuando no se haya roto la cadena de frío. Este periodo se puede aumentar hasta a dos meses si el almacenamiento tiene lugar en cámaras frigoríficas con atmósfera controlada (10-12% CO₂ y 10% O₂).

2.2 Variedades de arándanos

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 una 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 rosas 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 arboles 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)

Variedades comerciales

Arbustos bajos (Lowbush)

Son arbustos silvestres, no hay plantaciones comerciales, pero una gran superficie de poblaciones es manejada para aprovechar la producción. Este tipo incluye *V. angustifolium*. Arbusto pequeño de unos 50 centímetros de altura y crecimiento

rizomatoso, la fruta es pequeña y de muy buen sabor y *V. myrtilloides* tiene un crecimiento de 10 a 117 cm y produce un fruto muy ácido (Trehane, 2004). Han sido importantes en la obtención de nuevas variedades contribuyendo al mejoramiento genético del arándano alto. Es el que mayor tolerancia a la sequía posee; esta característica le confiere la presencia de un tallo subterráneo donde puede almacenar una considerable cantidad de agua y nutrientes

Arbustos altos (Highbush)

Son arbustos de entre 1.5 y 3 metros de altura. Hay dos tipos según los requerimientos de frío invernal requeridos para florecer.

Arbustos altos del Norte (Northern highbush). *V. corymbosum* L. es la principal especie; nativa del Noreste de Estados Unidos y el Sureste de Canadá (Lyrene .. , 2004); la cual representa el 75% del total de arándano cultivado a nivel mundial. Son variedades adaptadas a bajas temperaturas y con requerimientos para florecer de entre 650 hasta 1200 horas de frío (Lyrene y Ballington, 2006). El periodo de desarrollo del fruto es corto, alcanzando entre 60 a 90 días desde floración hasta maduración de frutos, dependiendo del clima y del cultivar. Algunas variedades son: 'Duke', 'Spartan', 'Bluecrop', 'Draper', 'Ozarkblue', 'Liberty', 'Elliot' y 'Aurora'.

Arbustos altos del Sur (Southern highbush). Logrados por cruzamiento de *V. corymbosum*, *V. ashei* y *V. darrowi*. Están adaptados a climas más templados, tienen requerimientos entre 200 y 600 horas de frío. Son desarrollados para producción de fruta temprana en zonas de inviernos suaves con baja acumulación de frío y primaveras cálidas. Desde 1976, numerosos nuevos cultivares arbusto sureño han sido puestos en libertad con mejores características de calidad de la fruta. Estos incluyen los cultivares, 'Arlen', 'Biloxi', 'Bladen', 'Blueridge', 'Emerald', 'Jewel', 'Misty', 'O'Neal', 'Reveille', 'Sampson' y 'Star' (Lyrene y Ballington, 2006).

Ojo de conejo (Rabbiteye)

Representado por *V. ashei* Reade, es nativo del sureste de los Estados Unidos de América, específicamente de las zonas del Sur de Georgia, Sureste de Alabama y Norte de Florida. 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 y situaciones de sequía. Es parcialmente autoestéril, requiere polinización cruzada. Se cosecha más tarde que el arándano alto ya que presentan un largo período entre la floración y la fructificación. En general su fruta presenta características organolépticas inferiores a las del arándano alto, aunque tiene mayor vida de postcosecha. Algunas variedades son: 'Climax', 'Premier', 'Tifblue', 'Alapaha', 'Montgomery', 'Powderblue'.

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 (Nxtagro, 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. Sin embargo, también se cultivan variedades como Victoria, Ventura, JúpiterBlue, BiancaBlue, y AtlasBlue.

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).

2.3 PRODUCCIÓN DEL CULTIVO NACIONAL, POR ESTADO Y PAÍSES PRODUCTORES EL ARÁNDANO

A nivel mundial el cultivo del arándano ha cobrado gran importancia en los últimos años. Las características nutricionales del fruto, rico en vitaminas, minerales, bajas calorías y una alta proporción de antioxidantes, lo hace un fruto apetecible, dada la demanda de los consumidores de mercados exigentes por alimentos sanos y que contribuyan a una mejor salud (Cerdeira, 2004).

Los datos oficiales más recientes indican que los principales países productores de arándano en el año 2018 fueron Estados Unidos, Canadá, Perú, España, México y Polonia, en ese orden, tal como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Producción, área cosechada y rendimiento de arándano en los principales países productores, en el año 2018

| País | Producción (ton) | Área cosechada (ha) | Rendimiento (ton/ha) |
|-----------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|
| Estados Unidos | 255,050 | 36,098 | 7.06 |
| Canadá | 164,205 | 40,998 | 4.00 |
| Perú | 94,805 | 6,011 | 15.77 |
| España | 43,516 | 3,722 | 11.69 |
| México | 40,251 | 3,611 | 11.15 |
| Polonia | 25,301 | 8,089 | 3.13 |

Fuente: FAOSTAT, (2020).

2.3 Producción del cultivo Nacional

México está adquiriendo un lugar preponderante en la producción de “berries” a nivel mundial, por su posición geográfica, sus condiciones de clima y suelo apropiados, y su cercanía con uno de los mercados principales del mundo, los Estados Unidos de América (Medina J. , 2006).

Se estima que en México el consumo de arándano per cápita es de 60 gramos por año; sin embargo, la importancia del fruto radica en la exportación, siendo Estados Unidos a donde se exporta 95.4 %, exportándose en 2018 alrededor de 40,251 toneladas; convirtiendo a México en el cuarto productor mundial de arándanos (SIAP, 2019).

En 2018 los estados con mayor producción fueron Jalisco, Sinaloa, Michoacán, Baja California, y Colima, siendo Jalisco el estado que encabeza el cultivo de arándano tanto en superficie sembrada como en valor económico, generando 708 millones de pesos en 2018, (SIAP, 2019).

De acuerdo a la estadística de producción agrícola del 2017 (SIAP, 2017), la producción nacional de arándano se distribuye en los estados de Jalisco (39%, 1,577 ha), Michoacán (24%, 682 ha), Sinaloa (17%, 450 ha), Colima (7%, 235 ha) y Baja California (9%, 220 ha), entidades que conjuntamente aportan el 96%, mientras que los estados de Sonora, Guanajuato, Puebla, y México participan con el 4% restante. Cabe destacar que Sinaloa en 2017 obtuvo el mayor rendimiento de cosecha alcanzando las 13.6 t/ha (SIAP .. , 2017).

Desde 2015 México ha mantenido un aumento constante en la producción de arándano, teniendo su máximo en 2020, principalmente debido al también constante incremento en la superficie cosechada. En México el 83.8% del total de arándano se produce en 3 estados: Jalisco, Michoacán y Sinaloa, siendo un cultivo que se cosecha durante gran parte del año, teniendo los mayores volúmenes durante los meses de diciembre, abril y junio y los menores volúmenes entre agosto y octubre.

(Producepay, 2020) La producción de arándano baja a inicios de año, teniendo un ligero incremento en abril y un primer pico en junio, para luego descender hasta tener los

mínimos entre agosto y octubre. Posteriormente, vuelve a aumentar hasta llegar a su pico máximo en diciembre, mes que en 2020 concentró 22.3% de la producción total.

2.4 Costos de Producción de una hectárea de Berries

El arándano azul (blueberry) registra producción de forma convencional y orgánica. La producción orgánica solo registra 132 hectáreas, lo que representa 3.5% del total de la superficie sembrada en el país.

La producción de arándano azul (blueberry) orgánica se concentra en el estado de Jalisco, Baja California y Michoacán. El valor de la producción de arándano obtenida por en la modalidad orgánica es mucho mayor comparada con la modalidad tradicional. Esto se debe que la producción orgánica es más costosa. Las casas certificadoras establecen listas de insumos permitidos, procurando la sostenibilidad de la agricultura intensiva. En la producción orgánica de arándano suele utilizarse el control biológico para mitigar los daños provocados por las plagas.

Un total de 227 hectáreas, que representa el 6% de la superficie sembrada de arándano azul en México se siembra bajo condiciones de temporal, el 94% restante posee sistemas riego para asegurar el abastecimiento de agua a las plantas a través del riego por goteo.

En México el 61.5% de la producción de arándano se realiza en macrotúnel, mientras que 32.6% es a cielo abierto y solo 5.9% en malla sombra. Cabe mencionar que, a pesar de que la mayoría de la producción se realiza en macrotúnel, el valor de producción a cielo abierto es mayor, 1,381 millones de pesos contra los 1,169 millones con macrotúnel. (Producepay, 2020) El 43.3% de la superficie se cultiva a cielo abierto, 5.7% en malla sombra y la superficie restante se cultiva en macrotúneles.

De acuerdo con Bernal (2017), la inversión para la producción de berries varía dependiendo de la infraestructura instalada. Así, para el caso de cultivos a cielo abierto,

la inversión inicial varía entre 500 y 700 mil pesos por hectárea. Para el caso de invernaderos o túneles, la inversión se eleva hasta el millón de pesos por hectárea.

De acuerdo a la escasa información con la que se cuenta, proveniente de estudios de caso y de fuentes informales, el producir una hectárea de arándano azul en 2016 tuvo un costo de \$672,800 con un rendimiento de 14 toneladas, pagado a \$100 el kilo de arándano azul, se tendría una ganancia bruta de \$1'400,000 y por tanto, una ganancia neta de \$727,200. De esta manera se tendría una relación beneficio costo (RBC) de 1.9; es decir que por cada peso invertido en el cultivo se están obteniendo 90 centavos de retorno, lo que implica una alta rentabilidad (Torres, 2016). FIRA para 2018 también reporta márgenes de ganancia similares.

2.5 Rentabilidad de las Berries

La producción de berries y específicamente del arándano azul o blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) ha crecido en México gracias al incremento de los sistemas de agricultura protegida, el control de riesgos y la investigación aplicada. También se ha beneficiado con las alianzas entre empresarios, gobierno y academia. En 2015 se contaba con 3mil hectáreas plantadas, de las cuales 2 mil hectáreas fueron cosechadas, con una producción de 15 mil toneladas con un valor de \$870.00 millones de dólares y un rendimiento promedio de 7.6 toneladas por hectárea, generando \$168,000.00 pesos por tonelada. El arándano tiene altas posibilidades de incrementar su tamaño de mercado, pues cada día el consumidor conoce y valora más sus cualidades nutricionales.

Los berries son un producto altamente rentable en México, como lo demuestra su alta relación beneficio-costos. Esta relación determina la viabilidad de un proyecto productivo y se sitúa en un valor de 2,82 para los arándanos, 1,88 para las frambuesas, 1,82 para las fresas y 1,76 para las moras. La rentabilidad de los berries es similar a la de otros

cultivos que tienen un alto índice de exportación. Un ejemplo es el aguacate, que tiene un índice de 1,84. (Agrofresh, 2022)

Jalisco es el estado que lidera la producción de arándano en México con el 46.1%, pero poco a poco su cultivo está aumentando en diversas regiones de Michoacán, Guanajuato, Colima, Sinaloa, Sonora, Baja California y Nayarit. Para los próximos años se espera que la producción aumente, ya que los precios siguen siendo atractivos para los agricultores, a pesar de que su máximo histórico fue en 2017 con 58,589 pesos por tonelada, y en 2020 el precio promedio nacional quedó en 54,914 pesos por tonelada en 2020. (Agrofresh, 2022)

Por otro lado, en cuanto al tipo de producción, el 97.1% se trata de tipo convencional, dejando solamente un 2.9% para la orgánica, por lo que hay oportunidad de crecimiento para los agricultores que quieran trabajar bajo un sistema de producción orgánico. (Producepay, 2020) Según reporta el servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) del gobierno mexicano en 2019, la superficie sembrada de 3,786 hectáreas produjo un total de 40,251 toneladas.

El menor rendimiento de producción de blueberry lo tiene el estado de Guanajuato con 5.95 toneladas por hectáreas. El mayor rendimiento lo tiene el estado de Sinaloa con 18 toneladas de arándano azul por hectárea. El precio medio rural de una tonelada de arándano azul (blueberry) en México es de 52,570 MXM. El estado con menor precio medio rural es Sinaloa con 32,000 MXM por tonelada. El precio más alto es en Baja California con 124,264 MXM. La diferencia en el precio se centra en la modalidad de producción y la calidad de la fruta. (Agroproductores, 2019)

2.6 Comercialización y mercado

El mercado natural para la producción que crece considerablemente es el mercado de los Estados Unidos. México produce arándano azul durante nueve meses del año a excepción de julio, agosto y septiembre, por lo que tiene una ventaja comparativa sin igual ya que dada su cercanía con el mercado más grande del mundo lo coloca por arriba de países como Chile y Perú cuyo alto costo de transporte los coloca en desventaja frente a México.

El principal destino para las exportaciones de arándano mexicano es Estados Unidos, a donde se envió el 95.9% del volumen total exportado en 2020, es decir, 51,168 toneladas, lo que en términos de valor representó 393 millones de dólares. Para 2021 el volumen incrementó a 63,090 toneladas con un valor de 517 millones de dólares.

La producción de arándano en México, particularmente la variedad azul, se destina principalmente a la exportación, en lugar del consumo nacional. Durante 2020 se exportaron casi 50 mil toneladas a 31 países de Norteamérica, Centro y Sudamérica, Europa, Asia y Medio Oriente. Sin embargo, el 95% de las exportaciones fueron para Estados Unidos, principal aliado comercial de México en materia agropecuaria. En segundo lugar, Japón con 3% y Canadá con 1%. (Smattcom, 2022)

El resto de las exportaciones se mandan a otros 34 países en volúmenes mínimos, lo que indica que no existe un mercado alterno importante para el producto mexicano.

La temporada alta de exportaciones va desde diciembre hasta mayo, teniendo los mayores volúmenes en los meses de marzo y abril, aportación que complementa la producción en Estados Unidos, que se realiza mayoritariamente en Washington, Oregón, California y Georgia durante los meses de junio, julio y agosto. A pesar de esto, México no es el principal proveedor de arándano de Estados Unidos, pues desde hace más de 5 años Perú y Chile han ocupado el 1° y 2° puesto. Sin embargo, en 2021 México por fin logró superar en volumen a Chile, quien exportó en ese año 55,674 toneladas. (Producepay, 2020)

CAPÍTULO III

3.1 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DENTRO DEL T- MEC

El precio de la fruta depende de la calidad del producto final y el gusto de consumidor, por lo que todos los esfuerzos están encaminados a satisfacer las exigencias del mercado. La calidad es una percepción compleja, que integra muchos atributos que son evaluados simultáneamente, en forma objetiva o subjetiva por el consumidor, siendo los componentes principales: apariencia, sabor, frescura, madurez, valor nutritivo y propiedades nutracéuticas (López, 2010).

La apariencia es la primera impresión que el consumidor recibe. En el caso del arándano, se considera que el fruto está maduro cuando está totalmente azul. El nivel de excelencia de este parámetro viene determinado por la maduración, la frescura y el *bloom* o cera epicuticular que cubre la superficie del fruto cuya función es restringir la pérdida de agua en forma de vapor y disminuir la humectación de la superficie (Petit, 2007); además, permite saber si el fruto fue manipulado antes de llegar al consumidor.

El sabor es un atributo subjetivo, ya que está formado por un complejo de diversas sensaciones simultáneas, que a su vez son afectadas por múltiples factores y depende del gusto del consumidor y el balance de los agentes que intervienen: dulce, ácido, salado y amargo. El sabor dulce está determinado por la concentración de azúcares predominantes en la fruta, donde los más importantes son la glucosa, fructosa y sacarosa (Kader, 2009). Para medir la cantidad aproximada de azúcares se utiliza la escala Brix. Los grados Brix (°Brix) representan los sólidos solubles totales y este valor indica la cantidad de sacarosa presente en el fruto. Esta escala se utiliza *in situ* para observar la evolución del fruto y determinar el punto óptimo de cosecha, que para el arándano debe ser superior a 11°Brix (García y Gonzalez, 2014).

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).

3.2 Protocolo de logística para exportación

La rápida globalización de la producción y comercialización de los alimentos ha aumentado la probabilidad de que se produzcan rechazos internacionales relacionados con alimentos contaminados. Hoy en día, la inocuidad de los alimentos utilizados por hombres es un tema cada vez más importante a nivel mundial. La inocuidad alimentaria, en su definición básica, significa la garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen y/o consuman de acuerdo con el uso a que se destinan. Esto se puede alcanzar minimizando los riesgos biológicos, químicos y físicos en los procesos de producción hasta su final (Melchor, 2017).

La industria alimentaria en México, como en otros países, se distingue por los mercados a los que se dirige, esto es, aquellos productos que van dirigidos al consumo interno y aquellos que son de exportación. Ya que mientras el mercado nacional se rige por lo señalado en la legislación mexicana, los productos de exportación deberán cumplir con los requisitos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la Comisión Europea, o de la agencia reguladora del país de destino. Esta situación genera una problemática a nivel nacional debido a las grandes diferencias que existen entre la legislación nacional e internacional, en especial con los países desarrollados (Dou et al., 2015).

En México, aproximadamente un 20% de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector alimentario “están aplicando” un sistema de gestión de inocuidad y calidad alimentaria; otro porcentaje similar apenas se está preparando para hacerlo; mientras que el resto no lo hace o no sabe sobre el tema.

Lo que marca la pauta para implementar estos sistemas es el mercado, cuando el empresario tiene la necesidad de acceder a una cadena comercial o exportar, busca el programa de Inocuidad Alimentaria más adecuado a sus necesidades

Actualmente se han posicionado 3 sellos de certificación que son sinónimo de calidad, inocuidad, higiene y buenas prácticas en el sector agroalimentario

mexicano: México Calidad Suprema, Certificación Tipo Inspección Federal y México-GAP (Good Agricultural Practice). Este último es homologado al EurepGAP y es operado por México Calidad Suprema.

En el caso de las berries, cada compañía tiene un departamento de inocuidad, porque hay auditorías de las certificaciones Global GAP, Primus life y TESCO, son las principales que se utilizan en el subsector de las berries de México; estas dos últimas para Unión Europea; las compañías, a través de estos departamentos son las que se encargan de vigilar la higiene, el lavado de manos, uso de cubre bocas, uso de cofias, etc.; las mismas compañías, hicieron que el productor pusiera las condiciones para el empaque de la fruta, hicieran un comedor, baños, fosas sépticas. La gente se tuvo que educar en estos hábitos y en primeros auxilios, capacitados por las empresas comercializadoras.

Los obligaron a hacer también análisis bacteriológicos del agua, que no tuviera E. coli, salmonella; también se les exigió que, por lo menos 1 vez al año, el piscador tuviera un chequeo general para saber que no estaba enfermo y que pudiera contaminar la frutilla durante la pizca. Se prohíbe llevar a las fincas niños y animales. Se sancionaba al productor si encontraban excremento por motivos de sanidad.

Las certificadoras, son aparte, muchas son de Estados Unidos Primus Lab, Global GAP (Japón y Unión Europea); la certificación TESCO, son para los mercados elite, te obliga a pagarle bien a tus trabajadores, a cuidar el medio ambiente de todo tu entorno (animales y arboles); dentro del cuidado de los trabajadores debes incluirlos en el seguro social, también deben estar aquí los trabajadores temporales (cuadrillas de pizca). Las certificaciones orgánicas son otra cosa y trasladan la responsabilidad hacia la certificadora y el productor en caso de algún problema, la comercializadora se deslinda de responsabilidad pagando las certificaciones.

Certificaciones Internacionales

Los gobiernos de los países desarrollados exigen a los exportadores mexicanos la implementación de métodos de prevención y control como HACCP, además de sistemas de muestreo y análisis más extensivos de los que se establecen en las normas nacionales. Esto no solamente aumenta la necesidad de una infraestructura mayor para respaldar la inocuidad del producto, sino de la capacitación a lo largo de toda la cadena productiva ya que muchas de estas regulaciones no son obligatorias para los productos nacionales dando como resultado diferencias notables entre la calidad de los productos (Rubio, 2013).

En los principales gobiernos compradores se ha detectado un aceleramiento en la búsqueda de normativas que garanticen la inocuidad de los alimentos que se comercializan y se consumen, con el objetivo final de proteger la salud del consumidor. Para ello se encuentran disponibles varios esquemas con reconocimiento internacional que son aplicados por empresas mexicanas como: EurepGAP, Global GAP, TESCO, SQF, Prosafe, ISO 22000, David fresh technologies, entre otros

GLOBAL GAP

es un conjunto de normas internacionalmente reconocidas sobre las buenas prácticas agrícolas, ganaderas y de acuicultura (GAP), una certificación que se está implantando como norma obligatoria ya que la mayoría de los distribuidores europeos la exigen ahora, para demostrar que se siguen las buenas prácticas en el sector agroalimentario (Cuervo, 2012).

Ley de modernización en inocuidad alimentaria

Otro motivo por el cual las empresas mexicanas están optando por la certificación en sistemas de inocuidad fue por el surgimiento de la Ley de modernización en inocuidad alimentaria (FSMA por sus siglas en inglés) en Estados Unidos de Norteamérica, publicada en enero de 2011, la cual plantea la extra-territorialidad de la FDA para vigilar en otros países el suministro de alimentos. Su objetivo es la prevención de Enfermedades Transmitidas por Alimentos protegiendo la salud pública mediante el fortalecimiento del sistema de inocuidad alimentaria.

Si analizamos la cantidad de productos que se exportan a EUA, aprox. 50% de las frutas frescas y el 20% de vegetales frescos consumidos en los hogares de los Estados Unidos son importados y México es el principal proveedor de alimentos para humanos (> 30 %). (Melchor, 2017)

Sistema HACCP

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés) es un Sistema de inocuidad alimentaria creado en 1959 por la empresa Pillsbury a solicitud de la NASA. El objetivo central fue el de garantizar que los alimentos para los astronautas de los viajes espaciales no ocasionaran ninguna enfermedad. Las reglas generales para los sistemas HACCP se encuentran señaladas en el CODEX ALIMENTARIUS CAC/RCP 1-1969, en México en la NOM-251-SSA1-2009 e incluidas dentro de numerosas legislaciones de higiene y sanidad alrededor del mundo. De igual manera, existen docenas de libros especializados, cursos de capacitación, esquemas de certificación incluso

Conceptos centrales de manera práctica el aprendizaje de HACCP inician con la clasificación genérica de los peligros alimentarios posibles: químicos, físicos, biológicos y radiológicos. El objetivo es establecer un lenguaje común para el desarrollo del análisis de peligros. El concepto de Peligro queda definido en el CODEX como «Un agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que éste se halla, que pueda causar un efecto adverso para la salud. (Melchor, 2017)

Los ejemplos más característicos dentro de cada peligro son los siguientes:

- Peligros Químicos: Plaguicidas y herbicidas, hormonas y aceleradores del crecimiento, alérgenos, aflatoxinas, metales pesados y plastificantes procedentes de los materiales de empaque se encuentran entre los más icónicos.
- Peligros Físicos: Vidrio, madera, partículas metálicas e insectos como materia extraña.
- Peligros Biológicos: E. coli O157:H7, Salmonella typhimurium, Salmonella enteritidis, Listeria monocytogenes, Vibrio cholerae, Clostridium botulinum, Campylobacter jejuni, Hepatitis A, Entamoeba histolytica, Giardia lamblia, Ascaris lumbricoide, Taenia solium
- Peligros Radiológicos: radiaciones procedentes de ambientes contaminados o de métodos de descontaminación que utilizan radiación

. Los niveles trazas de pesticidas encontrados en alimentos, en un producto agrícola o parte comestible de animales son llamados residuos y se han establecido “niveles de residuos máximos” (MRLs por sus siglas en inglés) que son aceptados y tolerados legalmente para encontrarse en un producto cuando se aplica un pesticida correctamente siguiendo las buenas prácticas agrícolas y en la dosis recomendada por la etiqueta del fabricante. Los MRLs son límites de concentración expresados en mg/kg o ppm. Además, que estos límites están basados por debajo del nivel que puede representar un riesgo a la salud humana (Melchor, 2017)

IV. CONCLUSIÓN

Luego de los conceptos anteriormente descritos podemos decir que el cultivo de arándano es técnicamente factible y económicamente rentable.

A lo largo de la presente investigación logró demostrarse que el conocimiento técnico y teórico han contribuido para aumentar la producción y tener mayor rendimiento por hectárea

De igual manera, se puede mencionar que los principales proveedores de arándano de Estados Unidos, pues desde hace más de 5 años Perú y Chile han ocupado el 1° y 2° puesto. Sin embargo, en 2021 México por fin logró superar a Chile gracias a su cercanía con el vecino país

Finalmente, al considerar el potencial que existe en la región para la producción de arándano fresco como oferta, y la presencia de mercados como Estados Unidos de América, demuestra que el cultivo de arándano podría considerarse en un futuro una alternativa de desarrollo agrícola regional.

BIBLIOGRAFÍA

Aalders, L, E y Hall, I, V. (1964). A comparison of flower-bud development in the lowbush blueberry, *Vaccinium angustifolium* Ait. Under greenhouse and field conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85:281-284.

Agrichem. (2018). El cultivo del arándano en México. Obtenido de Agrichem, Agricultura, Bienvenida, Fertilizantes Líquidos, Noticias: <https://agrichem.mx/el-cultivo-del-arandano-en-mexico/>.

Agrofresh. (07 de Julio de 2022). Agronomics en Gráficos: La próspera industria de los berries en México. Obtenido de .portalfruticola: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/07/07/agronomics-en-graficos-la-prospera-industria-de-los-berries-en-mexico/>.

Agroproductores. (2019). SIAP. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera | Gobierno: <https://agroproductores.com/arandano-azul-mexico/>

Agrospray. (2020). Producción Agrícola: Factores que Influyen en los Resultados. Obtenido de <https://agrospray.com.ar/blog/produccion-agricola/>

Almaguer, V, G. (1997). Fruticultura general. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. 2ª. Edición. México. 366 p.

Austin, M. (1994). Rabbiteye blueberries: Development, production and marketing. Agscience, Inc., Auburndale, FL. 160 p.

Bañados, M, P. (2009). Expanding blueberry production into non-traditional production areas: northern Chile and Argentina, Mexico and Spain. Acta Hort. 810: 439-445.

Bañados, M. (2007). Poda en verde en arándanos. Revista Agronómica Forestal. UC, 31, 16-19.

Banados, M.P y Strik, B. (2006). Manipulation of the annual growth cycle of blueberry using photoperiod. . Acta Hort. (ISHS) 715:65-72.

Bañados, M, P. (2005). Claves para la poda de arándanos. Revista Agronómica Forestal.

Bascope, B. J. (2011). Realidad Productiva del Arándano en EE.UU. y Mexico. Agrimundo, Inteligencia Competitiva para el sector Agroalimentario, Informe de Experto Berries.

Beltrano, J & Gimenez, D. (2015). Cultivo en hidroponía. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

Bernal, A. (2017). Investigador de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima. ex director de Fomento Comercial y Planeación de la Secretaría de Desarrollo Rural de Gobierno del Estado de Colima.

Blueberries, Consulting. (2021). Obtenido de Exportaciones de arándanos de México a EU suben 57%: <https://blueberriesconsulting.com/exportaciones-de-arandanos-de-mexico-a-eu-suben-57/>

Bryla, D y Linderman, R. (2007). Implicaciones del método de riego y la cantidad de agua aplicada en la infección por *Phytophthora* y *Pythium* y la gravedad de la pudrición de la raíz en el arándano alto. *Hort Science*, 42(6): 1463-1467.

Buzeta, A. (1997). Arándanos. In Chile: Berries para el 2000, arándano. Departamento Agroindustrial. Fundación Chile. Santiago. Chile., 53-133. Obtenido de [online:http://studyres.es/doc/3201041/monografia-el-cultivo-de-arandano-vacciniumsp?page=63](http://studyres.es/doc/3201041/monografia-el-cultivo-de-arandano-vacciniumsp?page=63)

Cárdenas, R., Sánchez, J., Farías, R., y Peña, C. (2004). Los aportes del nitrógeno en la agricultura. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10(2), 173-178.

Caruso, F y Ramsdell, L. (2007). Compendium de blueberry and cranberry diseases. Ed. APS PRESS. St. Paul, MN. 87 p.

CEDRSSA. (2020). Centro de Estudio para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Reporte: la Importancia de la Banca de Desarrollo en el Sector Agropecuario. Ciudad de Mexico.

Cerda, R. (2004). Análisis coyuntural y perspectivas del arándano en Chile. Concepción, Chile: Hortifrut S.A.

Cerecedo, L, J. (2012). ISO 22000 por la excelencia en la cadena alimentaria. TÜV Rheinland de México , 1-5.

Cervantes, A. (2011). Análisis técnico-financiero de los sistemas de producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

Chen, W., Chen, L., Di, L y Li, Y. (2012). Differential sensitivity of four highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars to heat stress. *Pak. J. Bot*, 44(3), 853-860.

Cih, A. Moreno y J. Sandoval. (2016). La agricultura por contrato: Berries en Jalisco. ECORFAN, 1-11.

Cline, W, O and Schilder, A. (2006). Identification and control of blueberry diseases, (eds.). Blueberries for growers, gardeners, and promoters. Dr. Norman F. Childers Publications, Melrose, Florida, USA. 266 .

Darnell, R, L., Stutte, G, W., Martin, G, C., Lang, G, A. and Early, J, D. (2006). Blueberry botany/environmental physiology, 5-13 p. In: N.F. Childers and P.M. Lyrene (eds.), Blueberries for growers, gardeners, promoters. Horticultural Publications. Gainesville. Florida.

Darnell, R. L. (1992). Developmental physiology of rabbiteye blueberry. Hort. Review 13: 339-405.

Davies, F, S y Crocker, T, E. (1994). University of Florida. HS-77. Pruning blueberries in Florida. Florida Cooperative Extension Service.

De Los Santos, Z. y María, G. (2022). Factores que Afectan a la Producción Agrícola.

Dou, Z., Xu, C y Donahue, G. (2015). Autophagy mediates degradation of nuclear lamina. Nature 527, 105-109.

Eck, P. (1988). Blueberry Science. Rutgers University Press, New Brunswick, NJ.

Edwards, G. R. (1987). Temperatures in relation to peach culture in the tropics. Acta Horticulture 199: 61-62.

Erez, A. (1987). Chemical control of budbreak. . HortScience 22: 1240-1243.

FAO. (2012) El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2019, b) El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura, 2012. c) Documentos de referencia, Cumbre Mundial sobre la Alimentación.

FAOSTAT. ((2019). Cultivos Arándano. Obtenido de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

FAOSTAT. (2020). Estadísticas FAO. . Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Figuroa, D., Guerrero, J y Bensch, E. (2010). Efecto de momento de cosecha y permanencia en Huerto Sobre la Calidad en Poscosecha de Arándano Alto (*Vaccinium corymbosum* L.), cvs. Berkeley, Brigitta y Elliott durante la temporada 2005-2006. Idesia (Arica), 28(1), 79–84.

Figuroa, G. (2005). Estudio de Factibilidad de la Producción de Arándano en Catamarca. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Catamarca Argentina., 44.

Galleta, G.J., Himelrick, D.G. y Chandler, L. (1990). Small Fruit. Crop Management. Prentice Hall. New Jersey. Estados Unidos de America., 602.

García, R. (2014). Orientaciones Para el Cultivo de Arándano. Proyecto de Cooperación “Nuevos Horizontes”. Ministerio de Medio Ambiente y medio Rural y Marino. Gobierno de España.

García, J. (2010). Descripción del arándano. Obtenido de Experimentación y Demostración Agroforestal. Recuperado: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5192>.

García, J. (2022). La Próspera Industria de los Berries en México. Revista mexicana de Comercio Exterior. Obtenido de <https://www.estrategiaaduanera.mx/la-prospera-industria-de-los-berries-en-mexico/#:~:text=un%20proyecto%20productivo.,La%20rentabilidad%20de%20los%20berries%20es%20similar%20a%20la%20de,1%2C76%20para%20las%20mor> as.

García, M y Valdivia, R. (2019). Análisis del Perfil del Mercado de Arandano Azul Para un Proyecto de Exportación.

García, J. González, G. (2014). Orientaciones Para el Cultivo de Arándano. Proyecto de Cooperación “Nuevos Horizontes”. Ministerio de Medio Ambiente y medio Rural y Marino. Gobierno de España.

González, A. y Gloria, C. (2010). Variedades de arándanos. In Manual de manejo agronómico del arándano (pp. 11–17).

Gough, R. (1983). Time of pruning and bloom date in cultivated highbush blueberry. Food Products Press, Binghamton, N.Y.

Gough, R. (1994). The highbush blueberry and its management. Products Press, Binghamton, N.Y.

Gough, R. y Shutak, V. (1982). Anatomy and Morphology of Cultivated Highbush Blueberry. Univer. R.I. Agr. Exp. Sta. Bull., 423.

Greene, H. (2012.). Econometric analysis econométrico. 7ma edición. Pretince Hall, S. A. Boston, MA, USA. 1951 p.

Gutiérrez, D, S. (2021). Evaluación de Productos Bioestimulantes por Etapa Fenológica y Determinación de Áreas Agroecológicas Aptas Para el Cultivo de Arándano Azul en el Estado de Aguascalientes.

Hancock, J. y Hanson, E. (1986). Nutrición en Arándano alto. USA: Michigan State University.

- Hernández, D, M. (2014). Estudio Nutricional de Arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi en Los Reyes, Michoacán.
- Herrera, A. L. (1999). Manejo de la Solución Nutritiva en la Producción de Tomate en Hidroponía. *Terra*, 17(3), 221-229.
- Higashide, T., Aoki, N., Kinoshita, T., Ibuki, T y Kasahara, Y. (2006). Forcing Culture of Blueberry (*Vaccinium*) Grown in a Container using Hydroponics System Suitable for use in Hilly and Mountainous Areas. *Horticultural Research (Japan)*.
- Holzapfel, E. (2009). Selección y Manejo de los Sistemas de Irrigación Para Arándano. *Acta Horticulturae*, 810: 641-648.
- Holzapfel, E., Hepp, R y Mariño, M. (2004). Efecto del Riego Sobre la Producción de Fruta en Arándano. *Agricultural Water Management*, 67(3): 173-184.
- Huayhua, Solórzano. (2016). Uso de fosfitos en la Prevención de *Phytophthora Cinnamomi* en Arándano (*Vaccinium corymbosum*) cv. Biloxi, en Invernadero.
- Huerta, A. (2015). Agricultura Protegida. *Agro Entorno*. Edición 166. Págs. 31-31.
- INFOAGRO. (1997). El Cultivo del Arándano: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_arandano.asp.
- INTAGRI. (2016). El Cultivo de Arándano o Blueberry. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/El-Cultivo-de-Ar%C3%A1ndano-o-Blueberry>
- INTAGRI. (2017). Variedades Comerciales de Arándanos en el Mundo. Serie Frutillas Núm. 15. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Jansen, W. (1997). Pruning of Highbush Blueberries. *Acta Hort*. 446:333-336.
- Jaureguiberry, P. (1991). Relaciones Agua Crecimiento en Arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) Regado por Microaspersión y Goteo. Concepción, Chile: Universidad de Concepción.
- Juárez, M, y Silva, B. (2021). Determinación de la Vida de Anaquel, Propiedades Físicoquímicas y Capacidad Antioxidante en Arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) Producido Bajo Diferentes Tecnologías de Cultivo. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 6 , 193-199.
- Kader, A. (2009). La Calidad del Sabor de Frutas y Hortalizas. *Hortic. Hortic. Internacional*, 69, 6-7.
- Kalt, W., Forney, C., Martin, A y Prior, R. (1999). Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits. *Journal of Agricultural, and Food Chemistry*, 4638-4644. doi:10.1021/jf990266t.

Kushman, L., and Ballinger, W. (1968). Acid and sugar changes during reopening in Wolcott Blueberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 2: 290-295.

Lobos, W. (1998). El Arándano en Chile. En: Seminario El cultivo del arándano. INIA Carillanca. Temuco, Chile. 191-202 p.

Logistics, S. P. (2021). Producción de arándanos en México crece 5 años seguidos. Obtenido de <https://web.splogistics.com/blog/post/484/produccion-de-arandanos-en-mexico-crece-5-anos-seguidos#:~:text=En%20el%20caso%20del%20ar%C3%A1ndano,el%20resto%20a%2034%20pa%C3%ADses.>

López, C. (2010). Calidad de Frutas y Hortalizas. In: . ed., Evaluación no destructiva de la calidad e implementación en la industria frutícola, 1st ed. Santiago de Chile: Universidad de Chile,, 66-69.

López, P., Beer, C., y Raudan, E. (2016). Efecto de tres Laminas de Riego por Goteo y tres Distancias de Siembra en el Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Cv. UC-82, Universidad Nacional Agraria, Managua. Universidad Nacional Agraria, UNA.

Lyrene, P, M. (2004). Flowering and leafing of low-chill blueberries in Florida. Horticultural Sciences Department 3(3-4): 375-379.

Lyrene, P, M y Ballington, R, B. (2006). Varieties and their characteristics, 26-37p. In:N.F. Childers and P.M. Lyrene (eds.). Blueberries for growers, gardeners, promoters. Horticultural Publications. Gainesville. Florida.

Marpa. (2016). Producción de Arándano en México: la Nueva Alternativa. El jornalero. Edición 76. Págs. 58-61.

Márquez, R., Córdova, T., Castejón, L y Higuera, A. (2003). Efecto de la Aplicación de Cobertura Vegetal de *Cenchrus ciliaris* L. y Fertilización Fosfórica Sobre el Porcentaje de Control de Malezas, Rendimiento y Concentración de Fósforo en Semillas de de Fríjol *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Revista de la Facultad de Agronomía, 20(4).

Mayorga, F. (2015). SAGARPA. Obtenido de México: el Sector Agropecuario ante el Desafío del Cambio Climático: <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2019/01/28/1608/01022019-cambio-climatico.pdf>.

Medina, C., Clara I., Lobo A., Castaño, C., Alvaro, A y Cardona, L,. (2015). Development analysis of Mortiño (*Vaccinium meridionale* Swart.) Bajo dos Sistemas de Propagación: Clonal y Sexual. Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria, 1(16), 65-77.

Medina, J. (2006). Variedades de Especies de Frutos Pequeños Apropriadas para Climas Subtropicales: la Experiencia de México. En W.S. Bueno (Presidencia),. III Simpósio nacional do morango II Encontro sobre pequenas frutas e Frutas nativas do Mercosul, Pelotas, Brasil.

Melchor, O., Alvarado, C y Ramírez, E. (2017). Inocuidad y Trazabilidad en los Alimentos Mexicanos. D.R. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ), 5-266.

Melgarejo, P. (1996). El frío Invernal, Factor Limitante Para el Cultivo Frutal. A. Madrid Vicente, Ediciones, Madrid, España. 166 p.

Meyer, H. J y Prinslo, N. (2003). Assessment of the potential of blueberry production in South Africa. *Small Fruits Review*, 2(3), 3-21.

MINAGRI. (2016). El Arandano en el Perú y el Mundo. Producción, Comercio y Perspectivas. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/analisis-economicos/boletines/2016/36-el-arandano-en-el-peru-y-el-mundo/file>.

Moore, J. (1994). The blueberry industry of North America. *HortTechnology* 4:96–102. .

Muñoz, C. (1998). Arándano: Variedades y su Propagación. Instituto de Investigación Agropecuaria, Estación Experimental Carillanca. El Cultivo de Arándano. Temuco, Chile, 30, 53–56. El Cultivo de Arándano. Temuco, Chile, 30, 53–56.

Navarro, G & García, G. (2003). Química Agrícola: el Suelo y los Elementos Químicos Esenciales Para la Vida Vegetal. Pág. 92.

Nursery, Fall Creek Farm. (2016). Oregon, United States. Recuperate. Obtenido de http://fallcreeknursery.com/commercial/variety/commercial_rabbiteyes.

Nxtagro. (2017). Las variedades de arándano más cultivadas en México. Obtenido de <https://nxtagro.io/las-variedades-de-arandano-mas-cultivadas-en-mexico/>.

Ojeda, B, W., Sifuentes, I, E., Íñiguez, C, M., Montero, M, J. (2011). "Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos". *Agrociencia* 45: 1-11.

Ortiz, J., Sánchez, F., Castillo, M., del Carmen, M & Torres, A.

Otto, S. (1995). *Backyard berry book*. OttoGraphics.

Pannunzio, A., Texeira, P., Vilella, F y Puhl, L. (2009). Fertigación en Arándanos en Concordia, Argentina. *Acta Horticulturae*, (810), 771–776.

Pérez, M. (2015). Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Cajica Colombia.

Pescie, A. (2007). Inducción floral en arándano alto del sur (*Vaccinium corymbosum*), var. O'Neal. *Revista de Investigaciones agropecuarias*. 36:97-107.

Pescie, M., Borda, M., Fedyszak, P. y López, C. (2011). Efecto del momento y tipo de poda sobre el rendimiento y calidad del fruto en arándano altos del sur (*Vaccinium corymbosum*) var. O'Neal en la provincia de Buenos Aires. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. vol. 37, núm. 3. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina 268-274 p.

Petit, D., González, A., González, G., Sotelo, R., & Báez, R.. (2007). Cambios de la cutícula durante la ontogenia del fruto de *Mangifera indica*. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(1), 51-60.

Petri, J. (1987). Breaking dormancy of apple trees with chemicals. *Acta Hort*. 199, 109- 117 p.

Producepay. (31 de Marzo de 2020). Producción y Exportación de Arándano en México. Obtenido de <https://es.producepay.com/produccion-y-exportacion-de-arandano-en-mexico/#:~:text=La%20producci%C3%B3n%20mundial%20de%20ar%C3%A1ndano,mayor%20productor%20con%2050%2C293%20toneladas>

Retamales, J. (1988). Fisiología y Nutrición de Arándanos. *Serie Carillanca Chile* (2): 27.

Rivadeneira, M & Gózales, C. (2011). Comportamiento Fenológico de Variedades Tradicionales y Nuevas de Arándano. Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.

Rosas, O. (2016). Perspectivas. Temporada mundial de los Berrys.2016-2017. *RCounseling Group*. 4° Seminario de Berrys., 12, 1430-1500. Obtenido de : <http://www.fedefruta.cl/2016/wp-content/uploads>

Rubio, L. M. (2013). Detección de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* y *Yersinia enterocolitica* en carne de res en México. *Rev Mex Cienc Pecu*, 107-115. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v4n1/v4n1a9.pdf>

SADER. (2018). Cultivo del arándano en México, reto superado. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cultivo-del-arandano-en-mexico-reto-superado>

SAGARPA. (2012). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México: el Sector Agropecuario ante el Desafío del Cambio climático, 1.

Sánchez, G. (2013). Manejo Integral de la Nutrición en Arándano. En P.C. Salazar (Presidencia), Berries en Colima. I Foro de berries en Colima. Colima, Colima.

Sandoval, M, A. (2015). ¿Gobernanza? Adaptaciones y resistencias en la producción de berries. Congreso Nacional, Los desafíos del México rural en el siglo XXI, Toluca, Edo. De México. Memorias. .

Schuch, M., Peil, M y Nascimento, C. (2011). Growth of blueberry cultivars in NFT hydroponic system. In International Symposium on Advanced Technologies and Management Towards Sustainable Greenhouse Ecosystems: Greensys2011 952 (pp. 87).

Sellappan, G y Krewer, G. (2002). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 2432-2438.

SEP. (1997). Extensión y capacitación rurales. Manuales para la educación agropecuaria. No. 53. Trillas. México.

Seymour, R., Starr, G y Yarborough, D. (2004). Arándano Bajo (*Vaccinium angustifolium*) con Condiciones de Riego y de Secano. Small Fruits Review, 3(12): 45-56.

SIAP. (2019). Agroalimentario-2019, Atlas Agroalimentario 2019. México: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado por última vez el 03/05/2020. Obtenido de https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019

SIAP. (2017). Estadísticas de producción agrícola.

SIAP. (2019). Atlas Agroalimentario 2019. México: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019. Obtenido de Consultado por última vez el 03/05/2020. Recuperado: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019.

SIAP. (2020). Cierre agrícola. México: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado por última vez el 03/05/2020. Obtenido de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

Sideman, . B. y Lord B. (2015). Growing Highbush Blueberries. Fact Sheet. University of New Hampshire, U.S. Department of Agriculture and N.H. counties cooperating.

Smattcom. (2022). Consulta Precios de Arándano Azul y Comercialízalo Obtenido de <https://smattcom.com/blog/consulta-precios-y-comercializa-arandano-azul-en-smattcom>.

Smith, B. J. (2000). Susceptibility of Southern Highbush Blueberry Cultivars to Phytophthora Root Rot. *Acta Hort. (ISHS)* 574:75-79.

Spann, M. T. Williamson, G. J y Darnell, L. R. (2004). Photoperiod and temperature effects on growth and carbohydrate storage in southern highbush blueberry interspecific hybrid. *J. J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129(3):294-298.

Spiers, J. M. (1995). Substrate temperatures influence root and shoot growth of southern highbush and rabbiteye blueberries. *HortScience*, 30(5), 1029-1030.

Steiner, A. (1968). Soilles culture. pp. 324-341. In: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. Florence, Italy.

Strik, B. (2006). Blueberry Production and Research Trends in North America. *Acta Hort.* 715:173-184.

Strik, B., Brun, C., Ahmedullah, M., Antonelli, A., Askam, L., Barney, D., Bristow, P., Fisher, G., Hart, J., Havens, D., Ingham, R., Kaufman, D., Penhalgon, R., Pscheidt, J. Scheer, B., Shanks, C. y William, R. (1993). Highbush blueberry production. *Ore. State Univ. Ext. Serv. Pub. PNW* 215.

Strik, B., Buller, G y Hellman, E. (2003). Pruning severity affects yield, berry weight and hand harvest efficiency of highbush blueberry. . *HortScience* 38:196-199.

Torres, L, R. (2016). Producir una Hectárea de Arándano. En *Tierra Fértil Edición Nacional tiraje del mes de junio de 2016*, pp. 22-24, Zapopan Jalisco, México.

Trehane, J. (2004). *Blueberries, Cranberries and other Vacciniums*. . Timber Press, Portland y Cambridge. 256 p.

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

Uriarte, J. (9 de Marzo de 2020). Características y definición del maíz. Obtenido de <https://www.caracteristicas.co/maiz/>.

- Valenzuela, J. (1998). Requerimientos Agroclimáticos de las Especies de Arándano. Instituto de Investigación Agropecuaria. Seminario: El cultivo del Arándano. Temuco, 30 de Noviembre y 1 y 2 de Diciembre de 1988. 17- 23 p.
- Volz, R, K y Knight, J, N. (1986). The use of growth regulators to increase precocity in apple trees. *J. Hort. Sci.* 61:181-189.
- Wang, S y Jiao, H, J. (2002). W Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxyl radicals, and singlet oxygen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5677–5684.
- Williamson, J, G y Lyrene, P, M. (2004). The Florida blueberry industry: A decade of growth. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 117:234–235.
- Williamson, J., Davies, F y Lyrene, P. (2004). Pruning blueberry plants in Florida. HS985. University of Florida and Institute of Food and Agricultural Science (UF/IFAS).
- Williamson., J, G y Lyrene, P, M. (2004). Blueberry gardener"s guide. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. CIR1192.
- Williamson., J, G. y Lyrene, P, M. (2004). The Florida blueberry industry: A decade of growth. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 117:234–235.
- Williamson., J. G y Miller, E, P. (2009). Effects of fertilizer rate and form on vegetative growth and yield of outhern highbush blueberry in pine bark culture. *HortTechnology*, 19(1), 152.
- Yadong, L., Lin, W y Zhidong, Z. (2002). Blueberry Species Introduction, Selection and Cultivation Practice in China. . *Acta Hort.* 574.
- Yarborough, D, E. (2004). Factores que contribuyen al aumento de la productividad en la industria de los arándanos silvestres. *Small Fruits Review*, 3(1-2): 33-43.