
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus* L.) EN JALISCO”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

ILSE FIEDLER MONTERO

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., MAYO 2015



Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Coordinación de Carrera de la Licenciatura en Biología

C. ILSE FIEDLER MONTERO.
PRESENTE

Manifestamos a usted, que con esta fecha, ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título: **"CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus* L.) EN JALISCO"**, para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos, que ha sido aceptado como director de dicho trabajo: **M. C. Javier Eugenio García de Alba Verduzco**
Sin más por el momento, aprovechamos para enviarle un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal., 14 de mayo de 2014


DRA. GEORGINA ADRIANA QUIROZ ROCHA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


DRA. CLAUDIA AURORA URIBE MÚ.
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

COMITE DE
TITULACION



Dra. Georgina Adriana Quiroz Rocha.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Licenciatura en Biología.
 CUCBA.
 Presente

Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad: **TESIS E INFORMES**, opción: **TESIS**, con el título: **“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus* L.) EN JALISCO”**, que realizó el/la pasante: **Ilse Fiedler Montero** con número de código: **005285739**, consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

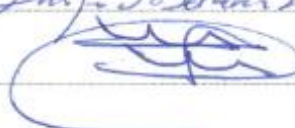
Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente

Nextipac, Zapopan, Jalisco, a 14 de enero de 2015


Javier E. García de Alba Verduzco
 Director/a del trabajo



Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Dra. Blanca C. Ramírez Hernández	Blanca C. Ramírez	27 febrero 2015
M.C. Aurora Rocas Ramírez	Aurora Rocas	25/feb/2015
Ing. Enrique Sábas Sánchez Ibáñez	Enrique S. Sánchez I.	14, Ene 2015
Supl. Dr. Martín Tema Meza		9/Marzo/2015



AGRADECIMIENTOS

A **María Esther Montero Flores**, mi mami, por ser mi pilar, mi fuerza, mi guía y que sin importar los inconvenientes de la vida siempre ha estado ahí para apoyarme e impulsarme a seguir cumpliendo mis sueños y metas. Eres mi ejemplo de dedicación y lucha. Siempre le pido a Dios para que te conserve muchos años más a mi lado. Te Amo.

Al M.C. Javier E. García de Alba y a la **Dra. Blanca C. Ramírez Hernández**, por los conocimientos transmitidos, apoyo incondicional y paciencia, que me permitieron llevar a cabo con satisfacción el presente trabajo.

A la **Dra. Ana Lilia Viguera**s y el **Dr. Liberato Portillo**, por ser mis papás académicos, por llevarme de la mano durante mi carrera, por el gran cariño que me han brindado a lo largo de estos años, por siempre estar ahí para guiarme, apoyarme y apapacharme. Los quiero y admiro.

A mis compañeros de clases, que pasaron a ser mis grandes amigos, compañeros de vida y de tantas aventuras, **Abel Trejo, Erika Hernández, Irving Chávez, Samara y Selene Bocanegra, José Carranza**.

A mis compañeros del Laboratorio de Biotecnología en Zonas Áridas, **Pollo, Juan Romo, Enhé Millán, Arturo Hernández, Mónica Mederos**.

A todos los profesores que formaron parte de mi formación como Bióloga, por ofrecer sus conocimientos para mi crecimiento profesional.

A todos mil gracias...

ÍNDICE

ÍNDICE	i
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
• RESUMEN	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Características generales del arándano	3
2.1.1 Requerimientos nutricionales del arándano	4
2.1.2 Requerimientos Climáticos	5
2.1.3 Requerimientos de pH	6
2.1.4 Requerimientos de Suelo y Desarrollo de Raíces.....	6
2.1.5 Requerimientos de Agua	6
2.1.6 Fenología del arándano.....	7
2.2 El arándano como alimento	7
2.2.1 La Inulina	8
2.2.2 Valor Nutricional	9
2.3 Panorama Económico del Arándano.....	10
2.3.1 Producción Mundial	11
2.3.2 Producción en México.....	12
2.4 Definición de Sistema-Producto.....	14
2.4.1 Definición del Método.....	14
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
4. JUSTIFICACIÓN	17
5. HIPOTESIS	18
6. OBJETIVOS	19
6.1 Objetivo general	19
6.2 Objetivos particulares	19
7. METODOLOGÍA	20

7.1 Caracterización del sistema de producción	20
7.2 Caracterización fisicoquímica.....	20
7.2.1 Parámetros físicos	21
7.2.2 Parámetros químicos	22
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
8.1 Características físicas del fruto.....	25
8.2 Características químicas del fruto	26
8.3 Producción en Jalisco	28
8.3.1 Región Productora de Arándano en Jalisco.....	30
8.4 Sistema Producto	31
8.4.1. Aspectos técnicos del cultivo de arándano en Jalisco.....	31
8.4.2 Características de Producción	32
8.5 Cadena Sistema-Producto	38
8.6 Asociación Nacional de Exportadores de Berries.....	40
9. CONCLUSIONES.....	41
10. LITERATURA CITADA	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos del cultivo de arándano (<i>Vaccinum myrtillus</i> L.).....	3
Tabla 2. Valor nutricional del arándano (<i>Vaccinum myrtillus</i> L.)	9
Tabla 3. Producción mundial de arándanos (toneladas).....	11
Tabla 4. Superficie plantada y producción en México en 2010.	14
Tabla 5. Resultados de parámetros físicos.....	25
Tabla 6. Características químicas del arándano	26
Tabla 7. Características Climatológicas de la Productora de Arándano en Jalisco	30
Tabla 8. Costo de producción en Jalisco	31
Tabla 9. Ficha técnica del cultivo de arándano en Jalisco	31
Tabla 10. Principales estados fenológicos del arándano en Jalisco	33
Tabla 11. Comparativo del tiempo de almacenaje y punto de congelación del arándano con otras berries.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales estados productores de arándano de la República Mexicana.....	13
Figura 2. Plantación de arándano muestreada.	21
Figura 3. Vernier milimétrico para mediciones polar y ecuatorial del fruto.....	22
Figura 4. Refractómetros para la determinación de Grados brix, Vitamina C, e Inulina.	23
Figura 5. Calendario de producción de arándano en México y Estados Unidos de América.....	29
Figura 6. Principales Municipios Productores de Arándano en Jalisco.	29
Figura 7. Empaque del fruto.....	36
Figura 8. Cadena Productiva de arándano en Jalisco.....	39

- **RESUMEN**

El arándano es la cuarta frutilla de interés económico en el mundo, debido al contenido de antioxidantes y a la resistencia del cultivo a diversas condiciones ambientales adversas. Conocer la composición físico-química de frutos ha presentado un creciente interés, considerando que determinados fitonutrientes podrían proporcionar resultados beneficiosos para la salud. La caracterización físico-química del arándano (*Vaccinium myrtillus* L.), cultivado en el estado de Jalisco, permitiría establecer el valor nutrimental y económico de éste. Así mismo, el conocimiento integral del sistema productivo de arándano en Jalisco permitiría accionar a favor de la sustentabilidad y competitividad del producto en el mercado. Para cumplir los objetivos planteados en el presente trabajo, se colectaron frutos maduros de arándano en los municipios de Jocotepec y Zapotitlic. En los frutos colectados se realizaron los análisis correspondientes (peso fresco, longitud axial, radial, contenido de agua, pH, azúcares, inulina, proteínas, contenido de minerales). Para la caracterización del sistema de producción se realizaron entrevistas dirigidas a productores de la zona de mayor producción de arándano en Jalisco, Jocotepec y Zapotitlic; abarcando aspectos económicos, funcionales, sociales y condiciones de cultivo. La información obtenida se procesó para constituir la cadena productiva de arándano. Con los resultados obtenidos, se pudo concluir que las características físico-químicas del arándano cultivado en el estado de Jalisco está en los rangos óptimos para el mercado internacional, además de que la producción 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 de los arándanos.

1. 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 (Sellapan *et al*, 2002).

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 (*Vaccinum myrtillus* L.) por cada 100 g de fruto aporta 60 kcal, y contiene 2.4 g de fibra dietética, 0.74 g de proteína, 9.96 g de azúcares, 9.7 mg de vitamina C, 0.33 g de grasas.

En el presente, Estados Unidos es el principal productor y consumidor de arándanos, sin embargo existen otros países que lo están demandando en forma creciente, especialmente en Europa y Asia. (Figuroa, 2005; Galleta *et al.*, 1990).

México cuenta con excelentes condiciones edafoclimáticas para la producción de berries en general. Dentro de los estados que presentan estas características se encuentran: Baja California, Chihuahua, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Puebla y Sinaloa. Actualmente, el 75% de la producción interna se concentra en los estados de Jalisco y Michoacán. Su época de cosecha entre los meses de octubre a abril, cuando el mercado norteamericano

carece de esta fruta fresca. En 2010 la producción en México mostró un crecimiento promedio anual de 180 % durante el periodo 2005-2010, teniendo un máximo crecimiento en 2009, por mayor superficie cosechada con rendimiento de 8.4 toneladas/ha (SIAP-SAGARPA, 2013).

En la presente investigación se planteó como objetivo general, describir el sistema de producción del arándano (*Vaccinium myrtillus* L) en el estado de Jalisco y llevar a cabo la caracterización físico-química del fruto que se cultiva, ya que el conocimiento de la existencia y de sus componentes físicos y químicos podrá facilitar el uso eficiente al establecer dietas para satisfacer distintas necesidades y exigencias nutritivas de grupos determinados tales como pacientes con diabetes. Así mismo, es necesario generar una visión integral y un conocimiento profundo de las características económicas, funcionales, sociales de cada uno de los agentes integrantes de los diferentes eslabones que conforman el sistema de producción del arándano en Jalisco.

2. ANTECEDENTES

2.1 Características generales del arándano

El arándano forma un arbusto compuesto de muchos tallos que nacen de yemas localizadas en la corona de la planta. Esta corona es el área de transición entre los sistemas vasculares de la raíz y el tallo, y posee algunas características intermedias (Gough, 1994).

Las plantas de arándano alcanzan entre 1.5 a 1.8 m de altura (en una plantación comercial). A diferencia de otras especies relacionadas, el arándano es tolerante a altas temperaturas, sequía y variaciones de pH, así como a tipos de suelo (Childers, 1982; López, 2010).

En la Tabla 1 se muestran los requerimientos de temperatura, pH del suelo y agua para el cultivo de arándano (*Vaccinium myrtillus* L.)

Tabla 1. Requerimientos del cultivo de arándano (*Vaccinium myrtillus* L.)

Requerimientos del cultivo	
Temperatura	10°C a 25°C (Arredondo, 1993)
pH del suelo	4.5 a 5.5 (Gough, 1996)
Agua	3,300 a 4,300 m ³ /ha/año (Gough, 1996)

Fuente: Elaboración propia, en base a antecedentes recopilados

El fruto del arándano es de piel tersa y su pulpa es jugosa y aromática de sabor agridulce. Es un fruto esférico, y dependiendo de la variedad puede variar su tamaño entre 0.7 a 1.6 cm. de diámetro, su color puede variar entre azul claro y azul oscuro. El color del arándano maduro depende de: la intensidad de la pigmentación por antocianinas en la piel del fruto y de la cantidad y durabilidad de la cera natural en la superficie del fruto. El período de desarrollo del fruto, entre la floración y la maduración de la fruta, es de 90 a 120 aproximadamente, con variaciones dentro de cada variedad (Godoy, 2002).

2.1.1 Requerimientos nutricionales del arándano

Los arándanos son nativos de áreas arenosas o pantanosas, con capas freáticas en que los niveles de nutrientes son bajos. Los estudios nutricionales en cultivos de arena o soluciones de cultivo han confirmado que el crecimiento máximo puede ser obtenido con niveles de nutrientes que están aproximadamente a la mitad del requerimiento para la mayoría de otros cultivos de frutas (Mainland, 1994). Los bajos requerimientos han demostrado extenderse en la producción comercial basada en rendimientos máximos con bajas dosis de aplicaciones y bajos niveles residuales en el suelo. Diversos autores indican que los arándanos en general requieren de pocos nutrientes; sin embargo responden a las aplicaciones de éstos siempre que sean en cantidades adecuadas. Es frecuente la muerte de plantas debido a la sobrefertilización.

Las plantas de arándanos corresponden a una especie del grupo calcífugas, es decir, son plantas adaptadas para crecer en condiciones de suelo ácido. Esta condición permite lograr una alta disponibilidad de algunos nutrientes como el hierro y manganeso, cuyos requerimientos porcentuales en la planta de arándano son superiores a los de otras especies frutales (Hirzel y Rodríguez, 2003).

Los arándanos son diferentes a otros frutales en cuanto a la absorción, utilización y transporte de los nutrientes (Yadong *et al.*, 2009), y tienen requerimientos de nitrógeno, fósforo y potasio relativamente bajos. Por otra parte, el aporte de nitrógeno la planta lo prefiere a la forma de amonio por sobre la forma de nitrato, y en el caso del potasio, éste es preferido como sulfato de potasio por sobre el cloruro de potasio. Esto último debido a que la planta de arándano es sensible a los cloruros (Eck *et al.*, 1990).

En diferentes zonas productoras de arándanos se ha observado inusuales altos índices de Mn en hojas, con síntomas de toxicidad. Esto se debe fundamentalmente a los aportes de enmiendas orgánicas ricas en Mn. Además como la forma absorbible por la planta es la reducida, los suelos ácidos y pobremente aireados favorecen la disponibilidad de Mn (Gil, 1995). El nitrógeno es el nutriente más importante en arándanos, el que en niveles adecuados en los

tejidos es responsable del crecimiento de los retoños, la producción del cultivo y el desarrollo de las yemas florales para la temporada siguiente. El vigor de las plantas es el mejor indicador del nivel de N presente en ellas (Hart y Strik, 1997). Siguiendo el modelo general de plantas calcífugas, que se adaptan a suelos ácidos, y plantas que se adaptan a suelos de bajo potencial redox, estas especies tienen preferencia por NH_4^+ como forma de absorción de 4+nitrógeno (Ismunadji y Dijkshoorn, 1971; citados por Marschner, 1995).

2.1.2 Requerimientos Climáticos

Es una especie que necesita horas frío (HF) para romper el receso invernal, entre 800 y 1,200 HF para variedades Northern Highbush, y entre 100 y 400 HF, para variedades Southern Highbush (Bañados, 2005). No tolera heladas primaverales y necesita ausencia de vientos, con temperaturas de verano óptimas de 25°C y una temperatura sobre los 10°C para maduración de frutos. Arredondo (1993), señala que de acuerdo a los resultados obtenidos en una evaluación de sistemas de forzamiento de madurez en arándanos, la acumulación de temperatura expresada en Días Grados Acumulados (DGA) es el efecto determinante en la obtención de fruta temprano en la temporada. Por su parte, Bañados (2009), enriquece esta información señalando que las temperaturas máximas y el calor total acumulado o Días Grado Crecimiento (DGC) influyen en la tasa de maduración de los arándanos. La acumulación de calor la contabiliza como Horas Grado de Crecimiento (HGC), según la fórmula 1. Para el caso del arándano utiliza como T° base 10°C y considera temperaturas hasta 30°C .

$$\text{HGC} = T^\circ \text{ Real} - T^\circ \text{ Base}$$

HGC = Horas Grado de Crecimiento.

T $^\circ$ = Temperatura.

Fórmula 1

2.1.3 Requerimientos de pH

En general, el crecimiento del arándano se limita a suelos ácidos, los rangos adecuados de pH para un óptimo desarrollo de arándano es entre 4.5 a 5.5 como máximo (Gough, 1996). Otros autores amplían estos rangos indicando que desde pH 3.6 (Mailand, 1994) hasta 6.1 (Spiers, 1984), se produce un correcto desarrollo de esta especie, pero en ambos extremos fuera del rango el desarrollo disminuye significativamente.

2.1.4 Requerimientos de Suelo y Desarrollo de Raíces

El arándano es un cultivo especialmente sensitivo a las restricciones físicas y variaciones del nivel hídrico en el suelo, debido a que presenta raíces delicadas, superficiales y poco profundas. Las raíces se encuentran en un 80% del total, en los primeros 50 cm de suelo. La profundidad del sistema radical dependerá de las características del suelo y edad de las plantas (Bañados, 2005).

El arándano posee un sistema radical muy particular, que se distingue por estar constituido por una masa de finas raíces, las que tienen en la parte más exterior una sola capa de células corticales, careciendo de epidermis y de pelos radicales, por lo tanto, las raíces más jóvenes son las encargadas de la absorción. Esta situación genera una capacidad de absorción mucho menor comparado con otras especies (Buzeta, 1997).

Debido a las características del sistema radical, los suelos donde se cultiva esta especie deben ser preferentemente porosos y bien drenados, ácidos y con altos contenidos de materia orgánica (Malik y Cawthon, 1998).

Numerosos estudios han indicado que el crecimiento y la producción de la planta de arándano son generalmente proporcionales a la cantidad de materia orgánica presente en el medio (Eck y Childers, 1966).

2.1.5 Requerimientos de Agua

El riego es un factor determinante en el crecimiento y producción de arándanos, debido a las características del sistema radical. El crecimiento y producción de arándanos están asociados a condiciones de suelo que presentan un contenido de

humedad uniforme a través de la temporada. Sectores con humedad fluctuante presentan un crecimiento pobre y baja producción (Lyrene y Crocker, 1991).

Como norma general plantas de un año requieren alrededor de 3,300 m³ /ha/año, plantas de dos años tienen un requerimiento de 4,000 m³ /ha/año y las mayores a tres años, entre 4,250 y 4,300 m³ /ha/año; lo que significa que los requerimientos hídricos van en aumento a medida que pasan los años. Para mantener un buen estado hídrico es necesario regar todo el círculo alrededor de las plantas, ya que ocurre baja transmisión de agua lateralmente en las plantas de arándanos (Abbott y Gough, 1986).

2.1.6 Fenología del arándano

La fenología de los arándanos así como la de otras especies frutales depende principalmente de las condiciones ambientales de un año en particular, por lo que se podrá esperar cierta variabilidad interanual en la ocurrencia de los eventos fenológicos (CIREN, 1989).

2.2 El arándano como alimento

La importancia del arándano como alimento radica en que, en comparación con otras frutas y verduras, contiene una alta cantidad y variedad de compuestos fenólicos, y vitamina C, siendo considerada una fruta con un potencial benéfico alto para la salud, debido a estos componentes bioactivos (Kalt, 2006; Sinelli *et al.*, 2009). De ellos, los flavonoides son los más fuertemente asociados con efectos positivos en la salud, siendo las antocianinas un grupo prominente de flavonoides en los arándanos. Estas antocianinas son los pigmentos que le dan esa intensa coloración azul a los frutos y que tienen propiedades antioxidantes evitando la producción de radicales libres. Además, el arándano contiene varios tipos de vitaminas y microelementos, siendo considerado, por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), como uno de los cinco alimentos más saludables (Yadong *et al.*, 2009). Recientes investigaciones han demostrado que los flavonoides polifenólicos poseen propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias y otras cualidades que pueden ser beneficiosas para la salud. Se ha demostrado, en estudios conducidos

con animales que los arándanos pueden proveer protección al cerebro del estrés y daños provocados por enfermedades neurodegenerativas, apoplejía y envejecimiento (Faria *et al.*, 2005; Kalt, 2006; Howell, 2009; Mainland y Tucker, 2002). Dado estudios que han probado que la población que consume altos niveles de frutas y verduras tienen un menor riesgo de contraer varias condiciones degenerativas, incluyendo enfermedades cardiovasculares y algunos cánceres (Howell, 2009; Kalt, 2006), el interés de las personas por cuidar su salud ha incidido, en adquirir alimentos con atribuciones benéficas, bajos en calorías, azúcar, sal y sin residuos de productos químicos, y de este modo ha ido creciendo exponencialmente la tendencia a nivel mundial en el consumo de alimentos sanos (Céspedes, 2005).

2.2.1 La Inulina

Otro compuesto de gran importancia que está contenido en el arándano es la inulina, aunque aún no hay estudios enfocados del contenido de inulina en este fruto. La inulina es un polisacárido que se puede extraer de plantas de distintas familias como son *Liliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Gramineae* y *Compositae*, siendo la principal fuente la achicoria (*Cichorium intybus*) (Marquinia *et al.* 2001). Es un polisacárido no digerible que ha sido vinculado con la disminución de riesgo de diversas enfermedades tales como enfermedades cardiovasculares, cáncer de colon y osteoporosis (Sokić *et al.*, 2009). Está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces β -(2-1) fructosil-fructosa, utilizando el término "fructanos" para denominar este tipo de compuestos. Dada su configuración química los fructanos no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas humanas, por lo que permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal; no obstante, son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal (intestino grueso, colón). De esta manera, este tipo de compuestos se comportan como fibra dietética. Los fructanos aportan un valor calórico reducido (1.5 kcal/g) si se comparan con los carbohidratos digeribles (4 kcal/g) (Madrigal y Sangronis, 2007). El consumo de inulina se ha relacionado con diversos beneficios a la salud, entre los cuales el de mayor impacto sería el relacionado a la disminución de riesgo de

enfermedades cardiovasculares, las cuales constituyen la primera causa de mortalidad en el país (Roberfroid, 2000). A sí mismo, también se han determinado propiedades benéficas en cuanto a enfermedades que afectan a un gran número de la población como son enfermedades del tracto gastrointestinal, osteoporosis, diabetes y cáncer de colon (Roberfroid, 2000).

2.2.2 Valor Nutricional

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 (*Vaccinum myrtillus L.*) por cada 100 g de fruto aporta 60 kcal, y contiene 2.4 g de fibra dietética, 0.74 g de proteína, 9.96 g de azúcares, 9.7 mg de vitamina C, 0.33 g de grasas y otros valores importantes que se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 2. Valor nutricional del arándano (*Vaccinum myrtillus L.*)

Nutriente		/100 g
	Energía	60 kcal
	Proteína	0.74 g
	Lípidos	0.33 g
	Carbohidratos	14.49 g
	Azúcares	9.96 g
	Fibra dietética	2.4 g
	Cenizas	0.21 g
	Agua	84.61 mg
Minerales	Calcio	6.0 mg
	Hierro	0.17 mg
	Magnesio	5.0 mg
	Fósforo	10.0 mg
	Potasio	79.0 mg
	Sodio	6,0 mg

	Zinc	0.11 mg
Vitaminas	Vitamina C	9.7 mg
	Tiamina	0.05 mg
	Riboflavina	0.5 mg
	Niacina	0.36 mg
	Vitamina B6	0.4 mg
	Vitamina E	1.0 mg

Fuente: Base de datos de nutrientes de USDA, 2010.

2.3 Panorama Económico del Arándano

El arándano es la cuarta frutilla de interés económico en el mundo, debido al contenido de antioxidantes y a la resistencia del cultivo a diversas condiciones ambientales adversas (Faria *et al.*, 2005; Sinelli *et al.*, 2008). El arándano es una fruta muy apreciada por los países del hemisferio norte, principalmente Estados Unidos de América y algunos países de Europa, tales como los países bajos, Francia, Italia e Inglaterra, donde su consumo es tradicional. Sin embargo Estados Unidos de América es relevante tanto como país productor, así como país consumidor e importador, donde también se encuentra en el primer lugar. Estados Unidos de América es un mercado maduro, es decir, se consume el arándano en todas sus modalidades desde el fresco hasta el procesado y se está sustituyendo el consumo de otras frutas a medida que el arándano está disponible todo el año en los supermercados, y los hábitos de consumo cambian de temporales a anuales. Europa está en crecimiento, y va rumbo a convertirse en un mercado similar en volumen al norteamericano. Siguiendo los cambios de hábitos hacia el consumo de frutas y hortalizas y la vinculación de esta fruta con lo silvestre. Asia, es un mercado incipiente; en Japón lo han incorporado dadas las acciones de marketing que el Consejo de Arándanos de Estados Unidos (USHBC por sus siglas en inglés) está haciendo. En Corea del Sur, Malasia, Taiwán, Singapur y la ciudad de Shanghái, recién comenzaron las acciones de penetración del mercado.

Por lo tanto se considera que hay oportunidades para que siga expandiéndose la demanda mundial a medida que se van conociendo y difundiendo las cualidades del arándano. (Dondo, 2008). La estación de producción de arándano en los Estados Unidos abarca 8 meses, de abril a noviembre, siendo la producción de septiembre, octubre y noviembre mínima. El resto del año la fruta fresca comercializada proviene de importaciones. La tendencia de consumo de esta fruta y otros berries (frambuesas, moras, zarzamoras) es creciente en los mercados mencionados, por la incorporación progresiva del concepto de la alimentación sana y natural que adoptan los consumidores ubicados en países desarrollados (Faria *et al.*, 2005).

2.3.1 Producción Mundial

En la temporada 2012/2013 la superficie mundial de arándanos llegó a las 93.617 hectáreas. El 54 % de esta superficie se encuentra distribuida en América del Norte (50.055 ha), seguido por Sudamérica (17.688 ha), zona que representa el 20% del área plantada en el mundo (FAOSTAT, 2013).

La Tabla 3 muestra la evolución de la producción mundial de arándanos en orden de importancia desde el año 2004 al 2010.

Tabla 3. Producción mundial de arándanos (toneladas)

País	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EE.UU.	123.125	134.262	161.213	163.814	197.375	203.85	222.224
Canadá	82.310	69.410	82.53	77.400	95.516	102.750	83.507
Polonia	16.5	5.000	4.940	5.226	7.857	11.023	9.946
Alemania	0	0	6.088	5.818	4.116	9.940	8.305
Holanda	4.878	4.235	4.472	4.956	4.199	5.389	4.700
Suecia	120	2.200	2.634	2.500	2.584	2.576	2.800
Nueva Zelanda	2.000	1.951	1.579	1.400	2.250	2.700	2.600
Rumania	1.400	3.500	2.000	2.000	2.22	2.353	2.200
Rusia	2.800	2.500	2.500	2.600	2.000	2.000	1.900

Lituania	5.476	7.933	6.623	4.392	4.400	1.794	1.800
Italia	1.507	1.4890	1.500	1.440	1.435	1.509	1.400
España	707	1.000	1.119	968	1.038	924	1.000
Ucrania	2.500	3.000	1.000	2.000	3.000	1.000	1.000
Uzbekistan	500	500	500	500	600	700	800
Latvia	700	900	800	1.000	876	807	770
Francia	823	792	802	761	775	794	670
Portugal	100	92	200	169	220	250	290
México ★	280	260	264	123	125	121	106
Marruecos	52	55	57	58	56	60	70
Noruega	0	0	54	29	24	44	33
Total	245,778	239,079	280.875	277.154	330.666	350.584	345.99

Fuente: USDA, 2010.

2.3.2 Producción en México

México cuenta con excelentes condiciones edafoclimáticas para la producción de berries en general. Dentro de los estados que presentan estas características se encuentran: Baja California, Chihuahua, Colima, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Puebla y Sinaloa (Figura 1). Actualmente, el 75% de la producción interna se concentra en los estados de Jalisco y Michoacán. Su época de cosecha entre los meses de octubre a abril, cuando el mercado norteamericano carece de esta fruta fresca. En 2010 la producción en México mostró un crecimiento promedio anual de 180 % durante el periodo 2005-2010, teniendo un máximo crecimiento en 2009, por mayor superficie cosechada con rendimiento de 8.4 toneladas/ha (SIAP-SAGARPA, 2013).



Figura 1. Principales estados productores de arándano de la República Mexicana

Fuente: Elaboración propia

El cultivo de arándano ha ganado terreno en la producción mexicana debido a que genera alta rentabilidad en pequeñas superficies y movilizan economías locales y regionales. Jalisco es el principal productor con 1 408 toneladas. Su valor se incrementó 356% en 2009, siendo el mayor incremento anual de 2005-2010 (SIAP-SAGARPA, 2013).

En cuanto a la producción, esta alcanzó 6 900 toneladas en 2010, según la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (OEIDRUS).

Tabla 4. Superficie plantada y producción en México en 2010.

Estados	Sup. Plantada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	Precio por Tonelada	Valor Total Producción
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(US\$/To)	US\$
Baja California	160	160	394	4,92	10.154	1.998.277
Jalisco	518	391	5.709	14,60	1.342	7.663.488
México	11	11	22	4,30	6.654	106.731
Michoacán	600	500	3.380	5,63	5.409	2.985.923
Puebla	76	56	224	4,00	1.154	258.462
Sinaloa	98	65	180	2,77	3.333	600.000
Total	1.463	1.183	6.901	11,1	557	3.844.385

Fuente: OEIDRUS, 2010.

2.4 Definición de Sistema-Producto

Según el Art. 3o, fracc. XXXI de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, conceptualmente el sistema-producto se define como el conjunto de elementos y agentes concurrentes de los procesos productivos, de productos agropecuarios, incluidos el abastecimiento de equipo técnico, insumos y servicios de la producción primaria, acopio, transformación, distribución y comercialización (SAGARPA, 2001).

2.4.1 Definición del Método

El gobierno federal en coordinación con el Gobierno del Estado ha emprendido una nueva forma de trabajo con los participantes del sistema producto, el cual es contemplado dentro de la Ley de Desarrollo Rural Sostenible (LDRS).

En lo que se refiere a la organización de productores y eslabones de la cadena, los primeros esfuerzos se remontan a finales de los ochenta cuando se crean los comités mixtos participativos, sin embargo se caracterizan por una alta

participación oficial en la toma de decisiones, quitando a los productores la capacidad de autodeterminación y por lo tanto de comprometerse más con la solución a su propia problemática.

En la década de los noventa se inician los comités de productores lo que eventualmente darían origen al sistema-producto.

Desde el punto de vista legal la Ley de Desarrollo Rural Sustentable se establece como obligación la constitución de los comités sistema-producto.

Es decir es un acuerdo entre los diferentes eslabones desde los proveedores, productores, comercializadores, investigadores, instituciones de gobierno entre otros que buscan orientar sus esfuerzos para una mayor competitividad percibiéndose como aliados y no como el enemigo a vencer (SAGARPA, 2001).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El papel de la nutrición en relación con la salud, ha pasado por distintas etapas, desde la prevención de las llamadas enfermedades carenciales y el establecimiento de recomendaciones dietéticas, hasta más recientemente, su potencial papel en la consecución de una salud óptima (Brown, 1990; WHO, 1990). Hoy en día, mientras que para tres cuartas partes de la población mundial, la nutrición sigue en su primera etapa, es decir, la prevención de enfermedades carenciales por déficit de ingesta (desnutrición proteico-calórica, carencias de vitamina A, hierro, yodo, etc.), en los países desarrollados la nutrición y, consecuentemente la dieta, se empieza a considerar como un medio eficaz, barato y sostenible para prevenir enfermedades crónicas y envejecer de modo saludable. Por eso se hace necesario conocer los fitonutrientes y características físico-químicas de los frutos para corroborar las recomendaciones actuales a favor de sus propiedades y capacidades para mejorar o corregir alguna enfermedad crónica o degenerativa, además de darle un soporte comercial que permita explotar su calidad. Por otro lado, el cultivo del arándano en Jalisco es viable con un buen soporte técnico y comercial y puede conseguirse una atractiva rentabilidad, aunque debe considerarse la magnitud de la oferta global Jalisciense a conseguir, para tratar de no incidir negativamente en el mercado con sobreproducción y obtener buenos precios. Actualmente en el estado no se cuenta con una cadena productiva estructurada que permita puntualizar los riesgos y oportunidades potenciales que enfrenta el arándano.

4. JUSTIFICACIÓN

Conocer la composición físico-química de frutos ha presentado un creciente interés, considerando que determinados fitonutrientes podrían proporcionar resultados beneficiosos para la salud, tales como actividad antioxidante, capacidad hipoglucemiante, efecto anticancerígeno e incorporación de vitaminas y minerales (Brown, 1990; WHO, 1990; Coultate y Davies, 1997; Cámara, 2002). Considerable atención se ha centrado en los componentes del arándano (*Vaccinium myrtillus* L.), que incluyen antioxidantes, anticancerígenos, hipoglucemiantes y altas cantidades de vitamina C (Seeram, 2008). Por esto se hace necesario abundar en la composición físico-química del arándano cultivado en el estado de Jalisco, ya que el conocimiento de la existencia y de sus componentes físicos y químicos podrá facilitar el uso eficiente al establecer dietas para satisfacer distintas necesidades y exigencias nutritivas de grupos determinados tales como pacientes con diabetes. Así mismo, es necesario generar una visión integral y un conocimiento profundo de las características económicas, funcionales, sociales de cada uno de los agentes integrantes de los diferentes eslabones que conforman el sistema de producción del arándano en Jalisco. Con ello este trabajo incorporaría información de calidad para la determinación físico-química y la caracterización del sistema productivo del arándano en el estado de Jalisco.

5. HIPOTESIS

1. La caracterización físico-química del arándano (*Vaccinum myrtillus*), cultivado en el estado de Jalisco, permitirá establecer el valor nutrimental y económico de éste.
2. El conocimiento integral del sistema productivo de arándano en Jalisco permitirá accionar a favor de la sustentabilidad y competitividad del producto en el mercado.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Describir el sistema de producción del arándano (*Vaccinium myrtillus* L) en el estado de Jalisco y llevar a cabo la caracterización físico-química del fruto que se cultiva.

6.2 Objetivos particulares

- Determinar las características físicas del arándano (medidas polar y ecuatorial, peso fresco, porcentaje de humedad)
- Determinar las características químicas del arándano (cantidad de inulina, fibra, grasas, nitrógeno, proteínas, minerales, pH).
- Describir cada uno de los agentes integrantes de los diferentes eslabones que conforman la cadena sistema-producto del arándano en Jalisco.

7. METODOLOGÍA

7.1 Caracterización del sistema de producción

Para la presente investigación se realizaron entrevistas dirigidas a productores de la zona de mayor producción de arándano (*Vaccinium myrillus* L.) en Jalisco, Jocotepec y Zapotiltic; dichas entrevistas se aplicaron a seis productores abarcando aspectos económicos, funcionales, sociales y condiciones de cultivo. Así mismo, se contactó y entrevistó al Lic.Mkt. Agustín Medinilla, encargado de supervisar y dar asesoría a los productores de la zona, y miembro de Aneberries A.C. (Asociación Nacional de Exportadores de Berries). La información obtenida se procesó para constituir la cadena productiva de arándano.

7.2 Caracterización fisicoquímica

Se colectaron frutos maduros de arándano (*Vaccinium myrtillus* L.) en los municipios de Jocotepec y Zapotiltic. En los frutos colectados se realizaron los análisis correspondientes (peso fresco, longitud axial, radial, contenido de agua, pH, azúcares, inulina, proteínas, contenido de minerales).

Etapa 1. Colecta y manejo de fruto.

Los frutos se colectaron y transportaron a -20°C en hielo seco (gas carbónico) al Laboratorio de Etnobotánica del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, en este lugar se colocaron, para su conservación en un congelador a -20°C, y posteriormente se realizó la caracterización física y los análisis químicos correspondientes.



Figura 2. Plantación de arándano muestreada.

Etapa 2. Las determinaciones físicas y químicas que se realizaron se describen a continuación:

7.2.1 Parámetros físicos

1. Se utilizó un calibrador de Vernier milimétrico digital Mitutoyo tomando como referencia dos medidas: polar y ecuatorial.



Figura 3. Vernier milimétrico para mediciones polar y ecuatorial del fruto.

2. Se registró el peso fresco (g) del fruto (al momento de la colecta); para obtener el peso seco (porcentaje de humedad) del fruto, se colocó en fresco en una estufa de secado a 130°C hasta obtener un peso constante. Se consideró como porcentaje de humedad la pérdida de peso.

7.2.2 Parámetros químicos

Los métodos descritos a continuación son los sugeridos por la AOAC (Asociación Oficial de Químicos Analíticos, con sus siglas en inglés) con algunas modificaciones.

1. **pH.** se realizó a partir del jugo de arándano con un potenciómetro.
2. **Porcentaje de sólidos solubles totales (SST).** Expresados como porcentaje (%) en °Brix, se registró con un refractómetro manual Atago Pocket con temperatura compensada esta determinación se realizó al momento de la colecta.
3. **Vitamina C.** Se determinó a través de un refractómetro Atago Pocket citric Acid (0~10g/100g), expresados en porcentaje (%).

4. **Inulina.** Se determinó a través de un refractómetro Atago Pocket (0~10g/100g), expresados en porcentaje (%)



Figura 4. Refractómetros para la determinación de Grados brix, Vitamina C, e Inulina.

5. **Proteína cruda.** El nitrógeno total fue determinado por el método de Kjeldahl (AOAC, 1991) y el factor de conversión de 6,25 fue utilizado para convertir el nitrógeno en contenido proteico.
6. **Minerales.** para determinar los minerales, se pesaron 2 g de muestra en un crisol de porcelana y de calcinó durante tres horas en una mufla precalentada a 550-600 °C. Posteriormente se dejó enfriar el crisol en desecador y se pasó a pesar calculando el % de cenizas hasta la primera cifra decimal.
7. **Fibra cruda.** Para determinar la fibra cruda se utilizó el método de Herrera (1980) con algunas modificaciones. Se pesaron 2 g de muestra seca, y en un vaso de precipitado se le añadió, 200 mL de solución sulfúrica caliente y una gota de solución antiespumante y se hirvió por 30 min. Se filtró a través de papel filtro en un crisol de Gooch y se lavó con 50 mL de agua caliente por cuatro veces. Posteriormente se transfirió el residuo de la filtración a un vaso de precipitado donde se le añadió 200 mL de solución de NaOH y se dejó hervir por 30 min. El contenido del vaso se pasó a filtrar lavando con un 25 mL de solución sulfúrica caliente seguida de 50 mL de agua caliente y finalmente con 25 mL de alcohol etílico al 95 %. El residuo de la filtración

se pasó a secar a 120 °C durante dos horas, se dejó enfriar y se pesó. Posteriormente se calcinó la muestra a 600 °C por 30 min, se dejó enfriar se pesó nuevamente.

8. **Lípidos (extracto etéreo).** Se extrajo en un aparato goldfish 2 g de muestra seca con éter dietílico anhidro en un dedal de papel filtro. Se extrajo durante cuatro horas a una velocidad de 5 gotas por segundo. Se recuperó el éter y se evaporó a baño María, se secó el residuo a 100 °C durante 30 min, se dejó enfriar y se pesó.
9. **Carbohidratos (extracto libre de nitrógeno).** Para obtener los carbohidratos totales se utilizó la siguiente formula:

$$\text{ELN} = 100 - (\% \text{ H} + \% \text{ M.M.} + \% \text{ P.C.} \% + \text{E.E} + \% \text{ F.C})$$

ELN = Extracto Libre de Nitrógeno
% H = % Humedad
% M.M = % Material Mineral
% P.C. = % Proteína Cruda
% E.E. = % Extracto Etéreo
% F.C. = % Fibra Cruda

Fórmula 2. Carbohidratos (ELN)

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Características físicas del fruto.

De las diferentes muestras de fruto se obtuvo la longitud polar, longitud ecuatorial, peso seco y peso fresco.

Tabla 5. Resultados de parámetros físicos.

	Longitud Polar (mm)	Longitud Ecuatorial (mm)	Peso Fresco (grs)	Peso seco (grs)
MEDIA	11.90	15.56	1.90	0.13
MEDIANA	12.004	15.77	1.93	0.13
DESV ESTANDAR	1.27	1.51	0.473	0.024
VARIANZA	1.63	2.30	0.224	0.0006

Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos

Longitud polar y ecuatorial. Los estándares de clasificación de arándanos del USDA no establecen una forma determinada como requisito para la comercialización interna y externa de arándanos en Estados Unidos. Sin embargo establece que los frutos deben presentar características varietales similares, es decir, similitud en el color y forma de los frutos.

Peso. Los resultados obtenidos por diversos autores señalan valores similares a los encontrados. Mackenzie (1997) obtuvo valores de peso fresco entre 0.91 y 1.40 g y Prior *et al.* (1998) obtuvieron 1.23 g de peso promedio para 11 cultivares de arándano. Ehlenfeldt y Prior (2001) señalan valores que varían entre 0.7 y 2.1 g para algunos cultivares de arándano, sin embargo gran parte de los cultivares que estos autores analizaron presentan pesos que varían entre 1.2 – 1.6 g.

Es importante destacar los valores observados en los frutos de arándanos estudiados presentan rangos de peso fresco de 0.9 y 2.7 g. Con este peso los frutos presentarían excelentes condiciones para el comercio de exportación de arándanos frescos.

Además, serían más fáciles de cosechar y más atractivas para el consumo en fresco, ya que según Ballington y colaboradores (1984) una fruta de mayor tamaño (utilizando al peso como un indicador de tamaño) es más fácil de cosechar y es más atractiva para el consumo en fresco que una fruta pequeña. Al respecto, Galleta (1975) citado por Ballington y colaboradores (1984) señala que un peso adecuado para la cosecha manual, es de 2 g.

Debido a la importancia que tiene esta característica en distintos aspectos de la producción de frutas, el tamaño del fruto se ha transformado en un punto importante en la mayoría de los programas de mejoramiento de arándanos (Ballington y colaboradores., 1984; Janick y Moore, 1996).

8.2 Características químicas del fruto

Se analizó el nivel de sólidos solubles expresado en grados brix, pH, vitamina C, inulina, proteínas, grasas, fibra alimentaria, minerales y carbohidratos.

Tabla 6. Características químicas del arándano

Características químicas del fruto		
Grados Brix	6.63%	
Vitamina C	6.43 mg	
Inulina	7.16%	
pH	3.83	
	B.H.	B.S.
Proteína	0.5 g	7.59 g
Grasas	0	0
Minerales (cenizas)	0.10 g	1.50 g
Fibra alimentaria	0.41 g	5.91 g
Carbohidratos (ELN)	5.90 g	85 g

Fuente: Elaboración propia con resultados obtenidos.

En general, la literatura consultada señala niveles de sólidos solubles superiores.

Prio y colaboradores (1998) obtuvieron un promedio de 13.9 % de sólidos solubles totales en un análisis de 4 cultivares de arándano alto. Sapers y colaboradores.

(1984) analizaron 11 cultivares de “arándano alto” para los cuales el nivel de sólidos solubles totales varía entre 11.2% y 14.3%. Las diferencias puede explicar porque los frutos son de distinta época de maduración. Si se considera el estado de madurez de los frutos, se puede señalar que los que maduraron con anterioridad a la fecha de cosecha presentan un mayor nivel de sólidos solubles, producto de una cosecha tardía. En cambio, frutos cosechados antes de su completa madurez disminuyen su nivel de sólidos solubles.

Al respecto, Giaccone y colaboradores (2002) señalan que luego del estado completamente azul de la fruta (utilizado como indicador de cosecha), el color no cambia, pero si lo hacen los indicadores de calidad tales como sólidos solubles y pH. Esto puede provocar que frutos completamente azul presenten, en realidad, valores diferentes en estos parámetros (Ballinger y Kushman, 1970).

Con relación al estrés hídrico, diferentes autores han estudiado la influencia de éste en las características químicas de variadas frutas. De esta manera, Veinmeyer y Hendrickson (1949), Beutil y Kader (s.f.) citados por Crisoto (1994) observaron en duraznos (*Prunus persica*) una mayor concentración de sólidos solubles en aquellos tratamientos con déficit de riego que en los tratamientos de riego óptimo o excesivo. Entonces los valores de sólidos solubles totales bajos obtenidos en los arándanos analizados pudiesen haberse dado debido a que según el Reporte Anual de la CONAGUA (2013) la precipitación pluvial de ese año fue considerablemente mayor a la precipitación promedio de la región.

Vitamina C. Los valores obtenidos de Vitamina C son inferiores a los 9.7 mg/100 g reportados por la USDA. Sin embargo, son muy similares a los obtenidos por Prior *et al* (1998) y Kalt y colaboradores (1999). El promedio de Vitamina C reportado por Prior *et al* (1998) fue de 5.5 mg/100 g, el de Kalt *et al* (1999) fue de 6.3 mg/100 g y el obtenido en el presente estudio fue de 6.43 mg/100 g.

Inulina. Se obtuvo un promedio de 7.63 % de contenido de inulina en los arándanos estudiados, no hay estudios enfocados a el porcentaje de inulina contenida en los arándanos pero comparando con el Agave azul (*Agave tequilana*)

que en estudios realizados por Arrazola (1969) es una de las especies con mayores concentraciones de inulina, de un 20 a 24 %, podemos decir que el contenido de inulina en arándano es relativamente bajo.

pH. Los resultados obtenidos coinciden con los señalados por Ballinger y Kushman (1970) quienes analizaron la evolución del pH a través de las distintas etapas de desarrollo de los frutos. Estos autores señalan un valor de 3.8 para el pH de frutas enteramente azules.

Al respecto Ballinger y Kushman (1968) y Galleta y colaboradores (1971) señalan que a medida que pasa el tiempo, durante la maduración de los frutos, los sólidos solubles aumentan y el pH es más alto.

Lípidos. Las muestras de arándano estudiadas en el presente trabajo presentaron un valor de 0 en el contenido de lípidos a diferencia de los valores reportados por la USDA los cuales señalan un contenido de 0.33 g/100g, esto se puede explicar por la cantidad y número de semillas contenidas en el fruto, ya que según Cruzat y Barrios (2009), estos compuestos están presentes principalmente en semillas.

Fibra dietética. Se obtuvo un valor superior de fibra dietética al reportado por la USDA. 5.94 g/100g comparado con 2.4 g/100g de la USDA.

8.3 Producción en Jalisco

Se realizó un estudio sobre la información documentada del arándano donde Jalisco resultó ser el principal productor de arándano en México con 1408 toneladas anuales. Su valor se incrementó 356% en 2009, siendo el mayor incremento anual de 2005-2010 (SIAP-SAGARPA, 2013).

En 2010 la Secretaría de Desarrollo Rural y Fundación Jalisco Innovación y Desarrollo, con el propósito de apoyar el crecimiento regional agrícola, han desarrollado el Programa de Berries (arándano, zarzamora y frambuesa) para el estado de Jalisco. Para la planeación e implementación del programa, Fundación Jalisco ha establecido alianzas estratégicas con empresas líderes en tecnología y comercialización de berries a nivel internacional. Las autoridades estatales consideran que Jalisco cuenta con condiciones físicas, climáticas y geográficas

idóneas para producir en “contra-estación”, es decir, en Jalisco se puede obtener arándano en algunos meses del año en los cuáles Canadá y Estados Unidos, dos de los mayores mercados, no tienen producción (Figura 5).



Figura 5. Calendario de producción de arándano en México y Estados Unidos de América.
Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, productores y grupos de productores han establecido aproximadamente 400 hectáreas de arándano en los municipios Zacoalco, Amecueca, Sayula, Zapotlán el Grande, Jocotepec, Concepción de Buenos Aires, Tonila, Tuxpan y Zapotiltic (Figura 6).

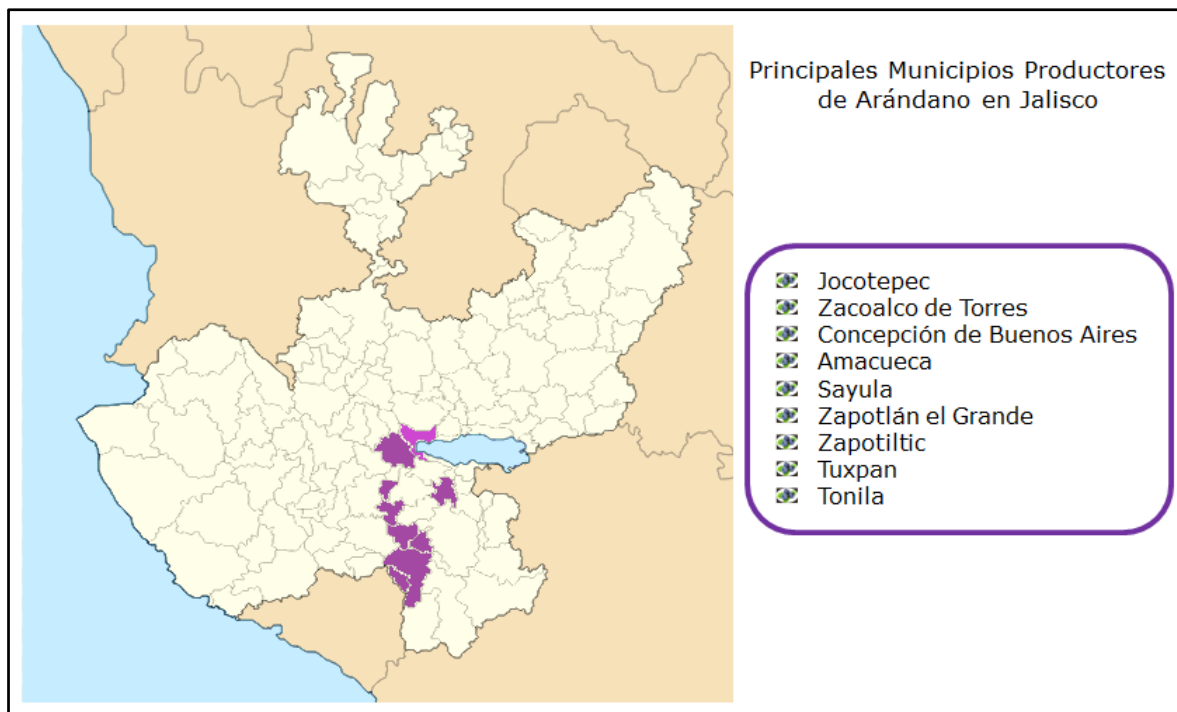


Figura 6. Principales Municipios Productores de Arándano en Jalisco.
Fuente: Elaboración propia

El Gobierno del Estado de Jalisco, en coordinación con la Fundación Produce Jalisco, pretende establecer en las regiones sur y sureste del estado, en un plazo de 5 años, una superficie de 4,000 has. de arándano, involucrando a aproximadamente 800 productores. Desde Febrero de 2010 se tiene un vivero que cuenta con 300 mil plantas en 2 naves. Sin embargo, el vivero crecerá sus instalaciones para albergar hasta tres millones de plantas por evento. Se tiene además una sociedad comercial con Vital Berry para el empaque y la comercialización del producto. En Jalisco, este proyecto pretenden invertir 159 millones de dólares (SEDER, 2012)

8.3.1 Región Productora de Arándano en Jalisco

La región Productora de Arándano en Jalisco abarca 9 municipios principalmente de la región Sur de Jalisco con excepción de Jocotepec que pertenece a la región Ciénega del estado. En la tabla 6 se muestran las características climatológicas de la región.

Tabla 7. Características Climatológicas de la Productora de Arándano en Jalisco

Altura media sobre el nivel del mar (m)	El promedio para toda la región es de 800 msnm, con altura mínima de 720 m en el municipio de Tolimán y máxima de 2,300 m en el municipio de Atemajac de Brizuela
Precipitación media anual (mm)	La precipitación promedio para la región es de 897 mm anuales; con mínimas de 736 mm en el municipio de Tolimán, y máxima de 1,188 mm en el municipio de Tonila
Temperatura media anual (°C)	La temperatura promedio regional es de 20.8 °C.; con mínimas de 15.24 °C en Atemajac de Brizuela y máximas de 24.9 °C en Tolimán y Zapotitlán de Vadillo

Fuente: CEA Jalisco, 2013.

8.4 Sistema Producto

Con la información obtenida de productores de arándano se elaboró la Tabla 8 donde se muestra un resumen del resultado del negocio en las condiciones actuales de mercado.

Las cifras indican que la recuperación de la inversión es al tercer año y donde la utilidad anual llega casi a los \$60.000 dls. por ha. en plena producción.

Tabla 8. Costo de producción en Jalisco

Jalisco	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Producción (Kg/ha)	0	9.000	13.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Retorno Productor (US\$/kg)	0	5	5	5	5	5	5
Ingresos Neto (US\$/ha)	0	45.000	65.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Inversión Inicial	76.923	0	0	0	0	0	0
Costo Producción	0	15.385	15.385	15.385	15.385	15.385	15.385
Costo Cosecha	0	7.692	11.111	15.385	15.385	15.385	15.385
Total Costos	76.923	23.077	26.496	30.769	30.769	30.769	30.769
Resultado neto anual	(76.923)	21.923	38.504	59.231	59.231	59.231	59.231
Flujo acumulado	(76.923)	(55.000)	(16.496)	42.735	101.197	161.197	220.427

Fuente: Elaborado con información de productores de Jalisco.

8.4.1. Aspectos técnicos del cultivo de arándano en Jalisco

A continuación se describen los principales aspectos técnicos y productivos del arándano en el estado de Jalisco.

Tabla 9. Ficha técnica del cultivo de arándano en Jalisco

Ficha técnica del cultivo de arándano en Jalisco	
Variedad más usada	Biloxi
Costo por planta	\$35
Densidad de plantación	4500-7000/ha
Duración de vida productiva	12 años
Ventana de producción	8 meses

Rendimiento promedio por planta	2 kg
Precio promedio	\$130/kg
Producción para fresco	100 %
Producción para procesado	0 %
Vida de anaquel en fresco	4-5 días a una temperatura de 1-2 °C
Requerimiento promedio de agua	4000 m ³ /ha/año
Requerimiento de fertilizante en el primer año (N-P-K-Ca-Mg) kg/ha	80-50-55-35-45

Fuente: Elaboración propia con información recopilada de los productores.


8.4.2 Características de Producción

La preparación del suelo es algo importante ya que el arándano crece en suelos preferentemente ácidos de aproximadamente 5 a 5.5 de pH, para esto se le agregan cantidades suficientes de azufre a la cama donde se sembrará la planta. Al momento de la plantación se lleva a cabo una fertilización para corregir deficiencias del suelo y posicionar los nutrientes menos móviles. Las plantaciones comerciales generalmente se establecen sobre camellones separados entre sí a 3 m de distancia y con una separación entre plantas que puede variar de .75 a 1.5 m. Durante el primer año del cultivo el programa de fertilización se enfoca a lograr una planta de excelente crecimiento, follaje, color y brotación basal y lateral. Después de la plantación, del segundo al sexto mes, la fertilización se enfoca en promover el crecimiento de la planta. A partir del séptimo mes, se enfoca al proceso de lignificación del final del ciclo. El aporte nutrimental por hectárea para el primer año es de 80 kg de nitrógeno, 50 kg de fósforo, 55 kg de potasio, 35 kg de magnesio y 45 kg de calcio en sus formas asimilables. Durante el segundo año del cultivo, en el primer mes se realiza una fertilización para floración, en el segundo mes para brotación, del tercer al sexto mes para crecimiento y en el séptimo mes para lignificación. El aporte nutrimental anual durante el segundo año es de 100 kgs de nitrógeno, 50 kg de fósforo, 55 kg de potasio, 35 kg de magnesio y 45 kg de calcio en sus formas asimilables. Además de la fertilización vía ferti-

riego, la nutrición del cultivo es complementada a través de la aplicación de boro, zinc, aminoácidos, extractos de algas y complementos multi-nutrientes vía foliar para apoyar a la brotación, el crecimiento, el asentamiento del fruto, la coloración y la cosecha.

Tabla 10. Principales estados fenológicos del arándano en Jalisco

ESTADOS FENOLÓGICOS	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
 <p>Brotación de Yemas Florales</p>						
 <p>Floración</p>						
 <p>Caída de la Corola</p>						

 <p data-bbox="337 478 570 516">Fruto Formado</p>						
<p data-bbox="298 646 607 684">Inicio de la Cosecha</p>						

Fuente: Elaboración propia.

El productor debe invertir, además, en las instalaciones necesarias para lograr el adecuado manejo de postcosecha de los arándanos, pues es un factor crítico para el éxito comercial. El margen de ganancia que se obtiene con la organización en escala justifica realizar todas las inversiones necesarias para asegurar la rentabilidad del negocio. Al mismo tiempo que se ahorra en las inversiones por hectárea, es posible proteger los cultivos mediante la tecnología adecuada, sumar el margen de comercialización al de producción y reducir los costos de producción por razones de volumen.

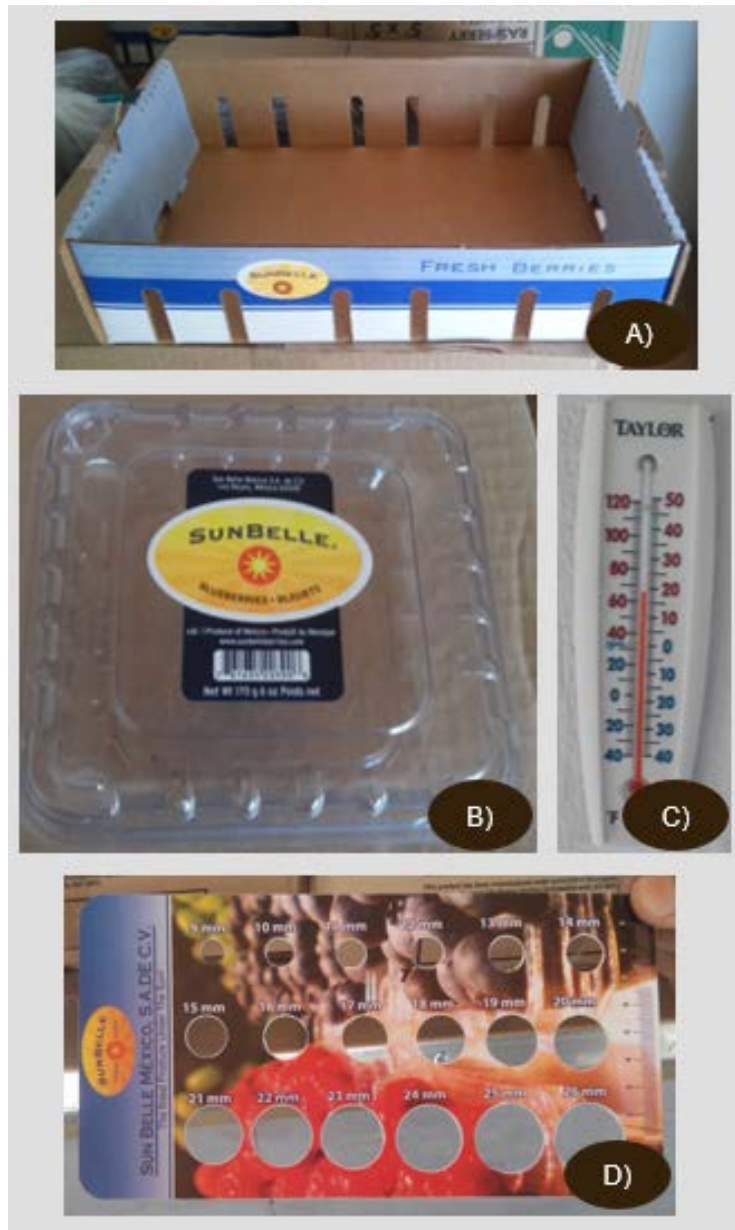
La cosecha se hace a granel manualmente para una selección posterior antes del empaque en los envases definitivos de exportación. La cosecha se realiza selectivamente sobre la base del tamaño e índice de madurez de la fruta. El indicador es el color y dado que la maduración no se presenta homogéneamente se deben hacer hasta ocho recolecciones en cada planta. La fruta en estado maduro presenta una serosidad que no debería ser removida, lo que implica cierto cuidado en la recolección.

Además, en la cosecha debe cuidarse que al desprender la fruta de la planta no se lastime. Una fruta apta para su exportación en fresco debe presentar una cicatriz

perfectamente seca. Esta cualidad se observa según la variedad de arándano cultivada.

Es entonces apreciable que el producto tenga un alto índice de productividad para mercado fresco, dado que los precios de frutos frescos son significativamente más altos que los de frutos congelados o procesados para uso industrial.

Después de la cosecha los arándanos son llevados al área de empaque, donde se tiene una temperatura aproximada de 20°C, ahí se seleccionan los frutos tomando como criterio de selección el calibre, el cual es mínimo de 12 mm para exportación. Posteriormente se empaca en canastillas plásticas "clanches" de 170 grs, 6 onzas, estas proporcionadas por la comercializadora; enseguida los clanches son empaquetados en cajas de 12 clanches por caja.



- A) Caja con capacidad de 12 "clanches". B) Canastilla plástica, "clanche" de 170 grs.
 C) Termómetro del área de empaque marcando 20°C. D) Regleta para medir el calibre de los frutos.

Figura 7. Empaque del fruto.

La empresa comercializadora recoge el producto ya anteriormente empacado, máximo dos días después de su cosecha, para esto hay una comunicación constante entre el productor y la empresa. La recolección del producto se hace en

camiones con sistema de refrigeración, y en este trayecto se hace el pre-enfriamiento de los frutos para llevarlos a la temperatura de almacenamiento óptima lo más rápido posible. Esto reduce la pérdida de agua y extiende la vida útil. En este sistema de pre-enfriado se obliga a pasar el aire frío dentro de los envases por acción de un ventilador o forzador de aire ubicado en uno de los extremos de la carga. Al momento de llegar a la empresa comercializadora se pasan a cámaras de enfriamiento donde se logra bajar la temperatura de la pulpa hasta 1.5°C en 2 horas, se requieren 48 horas utilizando una cámara fría. La fruta fría debe permanecer a baja temperatura, para lo cual puede disponerse en el interior de una cámara frigorífica durante un corto almacenamiento o bien, puede ser enviada a destino en transportes refrigerados. La temperatura óptima para conservar la fruta es cercana a 0°C, con una humedad relativa entre 90 y 95%. Estas condiciones permiten mantener la calidad durante alrededor de 14 días. El arándano presenta una ventaja significativa en su etapa de almacenamiento referente a otras berrys, ya que presenta mayor vida de anaquel (Tabla 11).

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

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

Tabla 11. Comparativo del tiempo de almacenaje y punto de congelación del arándano con otras berries.

TIEMPO DE ALMACENAJE Y PUNTO DE CONGELACIÓN					
Fruto	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Tiempo de Almacenamiento		Punto de Congelación (°C)
Arándano	- 0.5 – 0	90-95	2	Semanas	-1,2
Frambuesa	- 0.5 – 0	90-95	2 – 3	Días	-1,0
Zarzamora	- 0.5 – 0	90-95	2 – 3	Días	-1,2

Fuente: Elaboración propia con información recopilada.

8.5 Cadena Sistema-Producto

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

En la cosecha intervienen los jornaleros, los cuales son personas locales, en su mayoría mujeres, debido a la delicadeza que requiere el corte del fruto.

La comercialización consiste en la consignación (abarca a la mayoría de los productores). El productor entrega la fruta a la comercializadora, puede ser ya empacada (en planta propia o de terceros) o a granel a una planta de empaque de la misma comercializadora. La venta del productor se hace sin precio fijo. Las comercializadoras hacen la liquidación final en base a los precios promedio obtenidos durante cada semana por el volumen total de sus ventas. La liquidación puede llegar a demorarse unos 45 días.

Prácticamente el 100% de la producción se destina al mercado de exportación. En promedio, el 70% de la producción se destina a EE.UU., el 30% restante se destina a Europa e incipientemente a Japón.

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

- Para venta en supermercados. En este nivel se comercializa congelado.
- Y el restante de la producción se destina a consumidores particulares (venta en carretera, mercados y tianguis).

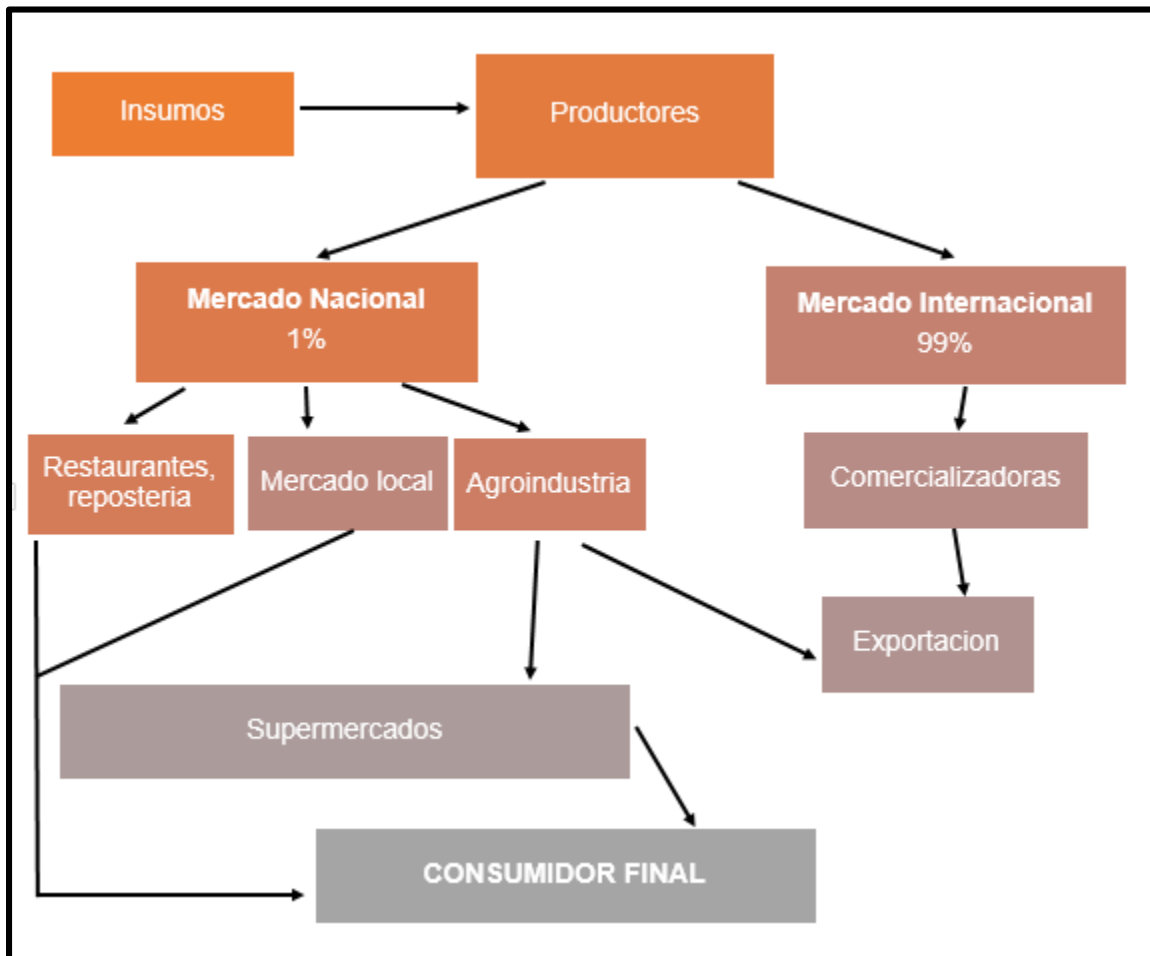


Figura 8. Cadena Productiva de arándano en Jalisco.

Presentaciones del producto

El arándano destinado al mercado de exportación se empaqueta en canastillas plásticas "clanches" que pueden ser de 125 gr. o 360 gr., esto es debido a los gustos y preferencias del consumidor estadounidense (principal destinatario del

producto). Los arándanos destinados al mercado local se presentan en botes plásticos o bolsas plásticas (arándano congelado) para consumidores particulares y consumo en supermercados. Para las industrias se comercializa a granel.

Transporte

El transporte de la fruta ya embalada y paletizada se realiza en camiones frigoríficos con una temperatura de 0° C en su interior. El envío al mercado de destino se hace por vía marítima con atmósfera controlada, modificada, o bien, por avión. Un aspecto muy importante es no romper la cadena de frío en el transporte de la fruta.

Competencia

Los principales competidores de esta fruta son otros berries como la zarzamora y frambuesa. Estos productos no actúan como sustitutos pero mantienen una competencia directa con el arándano, ocupando parte del mercado.

El arándano requiere de certificaciones para su exportación, la Primus GFS para el mercado estadounidense y la Global Gap para el mercado europeo, con las cuales ya se cuenta de manera general en la región.

8.6 Asociación Nacional de Exportadores de Berries

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

9. CONCLUSIONES

- Las características físico-químicas del arándano (*Vaccinum myrtillus* L.) cultivado en el estado de Jalisco está en los rangos óptimos para el mercado internacional.
- La producción en México está experimentando un gran impulso dado principalmente por las ventajas comparativas y competitivas que ofrece para la producción de este cultivo:
 - Costo de mano de obra relativamente bajo comparado con otros países productores.
 - Cercanía con los mercados de exportación, principalmente Estados Unidos de América.
 - Condiciones de suelo y clima óptimas para cultivo.
 - Época de producción en los meses donde no hay producción en Estados Unidos de América.
- 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.
- Es importante de desarrollar el mercado interno mexicano como un canal de ventas alternativo, viable y competitivo mediante la educación de los consumidores sobre los beneficios de los arándanos.

10. LITERATURA CITADA

- AOAC. 1991. Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- ARRAZOLA, D.F. 1969. Estudio del Contenido de Azúcares en la piña del *agave tequilana*. Tesis de licenciatura. Facultad de Química Universidad Autónoma de Puebla. México, pp. 4 y 5.
- BALLINGER, W. y KUSHMAN L. 1970. Relationship of stage of ripeness to composition and keeping quality highbush blueberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 (2): 239-242.
- BALLINGTON, J.; BALLINGER, W.; SWALLOW, W.; GALLETTA, G. y KUSHMAN L. 1984. Fruit quality characterization of 11 *Vaccinium* species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(5): 684-689.
- BRADFORD, M. 1976 "A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding" *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- BROWN M.L. 1990. Present knowledge in nutrition. 6th Ed. Intl. Life Sciences Institute, Washington.
- BUZETA, A. 1997. Arándanos. In: Chile: Berries para el 2000. Fundación Chile. Santiago, Chile. pp 53-88.
- CÁMARA M. 2002. Importancia del consumo de frutas y hortalizas y su incidencia en la salud. En: Aspectos relativos a la calidad de frutas y hortalizas frescas
- CARNAL, N. W. Y C. C. BLACK. 1989. Soluble sugars as the carbohydrate reserve for CAM in pineapple leaves. *Plant Physiol.* 90: 91-100
- CHILDERS, N.F. 1982. Fruticultura Moderna. Emisferio Sur. Vol. 2. Montevideo., Uruguay. 523 p.
- CORFO (Corporación de Fomento de la Producción de Chile). 1990. Berries: Situación actual y perspectivas. CORFO. Santiago, Chile.

- COULTATE T. Y DAVIES J. 1997. Alimentos. Lo que conviene saber para una alimentación correcta. Ed.Acribia S.A. Zaragoza, España. 43: 370-376.
- ECK, P., R. GOUGH, I. HALL AND J. SPIERS. 1990. Blueberry management. pp: 273-333 In: G. Galletta and D. Himerlrick (Eds.) Small fruit crop management. Prentice-Hall Career & Technology. New Jersey, U.S.A.
- FAOSTAT. 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Base de datos. Disponible en: <http://www.fao.org/corp/statistics/es/>. Accesado: 02 de septiembre de 2013.
- FARIA A., J. OLIVEIRA, P. NEVES, P. GAMEIRO, C. SANTOS-BUELGA, V. DE FREITAS AND N. MATEUS. 2005. Antioxidant properties of prepared blueberry (*Vaccinum myrtillus*) extracts. J. Agric. Food Chem. 53(17): 6896-6902.
- FIGUEROA, G. 2005. Estudio de factibilidad de la producción de arándano en Catamarca. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Catamarca, Argentina. 44 p.
- GALLETA, G.; BALLINGER, W; MONROE, R. y KUSHMAN, L. 1971. Relationships between fruit acidity and soluble solids levels of highbush blueberry clones and fruit keeping quality. J.Amer.Soc. Hort. Sci. 96 (6): 758-762.
- GALLETA, G.J., HIMELRICK, D.G. Y CHANDLER, L. 1990. Small Fruit. CropManagement. Prentice Hall. New Jersey. Estados Unidos de America. 602 p.
- GOUGH, R. 1994. The Highbush blueberry and its Management. 1ra edition. Haworth Press, Inc. Nueva York, Estados Unidos. 271 pp.
- GEIGENBERGER, P., GEIGER, M., STITT M. 1998. High-temperature inhibition of starch synthesis is due to inhibition of ADPGlc pyrophosphorylase by decreased levels of 3PGA in growing potato tubers. Plant Physiology117, 1307–1317.
- HOWELL, A. 2009. Update on health benefits of cranberry and blueberries. Acta Hortic. 810: 779-784.

- JANICK, J. y MOORE, J. 1996. Blueberries, cranberries and lingonberries. In: Fruit breeding. John Wiley and sons Inc. N.Y., U.S.A.. pp 1-108.
- JONES, JR. J.B., B. WOLF Y H.A. MILLS. 1991. Plant analysis handbook: a practical sampling preparation, analyses and interpretation guide. Micro Macro Intl., Athens, Georgia, Estados Unidos de América. 422 p.
- KALT, W.; FORNEY, CH.; MARTIN, A. Y PRIOR R. 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. J. Agric. Food Chem. 47: 4638-4644.
- KALT, W. 2006. Vaccinium berry crops and human health. Acta Hort. 715: 533-537.
- KALT W., F. C., M. A. Y P. R. 1999. Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits. J. Agric. Food Chem. 47, 4638-4644.
- LÓPEZ, M. G., N. A. MANCILLA-MARGALLI, Y G. MENDOZA-DÍAZ G. 2003. Molecular structures of fructans from *Agave tequilana* Weber var. azul. J. Agric. Food Chem. 51: 7835-7840.
- LÓPEZ, M.J. 2010. Manejo del arándano y posibilidades de este cultivo en México. II Simposium Nacional de producción forzada en frutales. Colegio de Postgraduados, Montecillo. México. 110 p.
- MADRIGAL L. Y SANGRONIS E. La inulina y derivados como ingredientes clave en alimentos funcionales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición (internet). Diciembre, 2007 (citado febrero 10, 2014); 27(4): [alrededor de 5p.]. Disponible en; http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222007000400012&script=sci_arttext&tlng=pt
- MAILAND, CH. 1994. Manejo del arándano. Seminario Internacional, Chillán – Chile, 1994. Académico Universidad Estatal Carolina del Norte.
- MAINLAND, C. Y J. TUCKER. 2002. Blueberry health information - some new mostly review. Acta Hort. 574: 39-43.
- MARQUINA D. Y SANTOS A. Probióticos, prebióticos y salud. Actualidad SEM (internet). Diciembre 2001 (citado febrero 10, 2014); Disponible en; http://www.semico.es/pdf/actualidad/SEM32_24.pdf

- MELLADO-MOJICA E, LOPEZ-MEDINA TL, LOPEZ MG. 2009. Developmental variation in Agave tequilana Weber var. azul stem carbohydrates. *Dyn Biochem Process Biotechnol Mol Biol* 3: 34-39.
- NOLLET, L. M. 1996. *Handbook of Food Analysis*. M. Dekker. Nueva York.
- PRIOR, R. L., CAO, G., MARTIN, A., SOFIC, E., MCEWEN, J., O'BRIEN, C., LISCHNER, N., EHLENFELDT, M., KALT, W., KREWER, J., MAINLAND, M., C. 1998. Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of Vaccinium Species. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2686–2693.
- PRITTS, M., HANCOCK, J. 1992. *Highbush blueberry production guide*. Cooperative Extension Publication NRAES-55. Ithaca. New York. 199 pp.
- SAPERS, G.; BURGHER, A.; PHILLIPS, J. y JONES, S. 1984. Color and composition of highbush blueberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109 (1): 105-111.
- SEERAM NP. Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J Agric Food Chem*. 2008. 56:627–9.
- ROBERFROID MB. Concepts and strategy of functional food science: The European perspective. *Am. J. Clin Nutr* (Internet). 2000 [citado febrero 10, 2014]; Disponible en: <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/71/6/1660S>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*. 2001. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Documentacion%20General/Attachments/1/Ldrs.pdf> Accesado en: 05 de Diciembre de 2013.
- SEDER (Secretaría de Desarrollo Rural, Dirección de Comercialización y Planeación). "Arándano Perfil Comercial", Gobierno de Colima, México. 2012. Disponible en: <http://seder.col.gob.mx/seder2012/comercializacion/perfiles/Arandano.pdf> Accesado en: 5 de diciembre de 2013.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).

2012. Base de datos de producción agrícola por cultivo. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx> Accesado: 2 de septiembre de 2013.

- SINELLI, N., V. DI EGIDIO, E. CASIRAGHI, A. SPINARDI AND I. MIGNANI. 2009. Evaluation of quality and nutraceutical content in blueberries (*Vaccinium corymbosum*) by near and mid infrared spectroscopy. *Acta Hortic.* 810: 807-815.
- SINELLI, N., SPINARDI, A., DI EGIDIO, V., MIGNANI, I. Y CASIRAGHI, E. 2008. Evaluation of quality and nutraceutical content blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) by near and mid-infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology.* 50: 21-36.
- SOKIĆ Z, KNEŽEVIĆ J, VRVIĆ M. Inulin - potencijal prebiotik. (croatian). *Medicinski pregled / revision médica [Internet].* (2009), [citado febrero 10, 2014]; 62(3/4): 153-156. Disponible en: Academic Search Complete.
- SUDSUKI, F. 2002. Arándanos y arándanas. In *Cultivo de frutales menores.* Universitaria. Santiago, Chile. pp 89-97.
- WHO, World Health Organization Study Group. 1990. Nutrition and the prevention of chronic diseases. *R S 797,* 30-39.
- YADONG, L., Z. SHUANG, D. HANPING AND G. XIUWU. 2009. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium on growth, fruit production and leaf physiology in blueberry. *Acta Hortic.* 810: 759-764.