

EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL FRUTO DE ARÁNDANO (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) VAR. BILOXI, EN DOS REGIONES DEL ESTADO DE OAXACA

EVALUATION OF QUALITY OF THE FRUIT OF ARANDAL (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) VAR. BILOXI, IN TWO REGIONS OF THE STATE OF OAXACA

Autores: Itzel Hernández Hernández

Pedro Benito Bautista

Nelly Arellanes Juárez

Institución: Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Oaxaca

Correo electrónico: itzel.hae@gmail.com

RESUMEN

El arándano (*Vaccinium* spp) es un fruto con alto valor nutricional y presenta compuestos naturales que benefician la salud humana, razón por lo cual cada día incrementa su demanda. México cuenta con condiciones agroecológicas apropiadas para este cultivo, utilizando variedades y tecnologías que permitan productos con alta calidad y costos competitivos, puede convertirse en uno de los mayores proveedores de arándano para los mercados de Norteamérica y de Europa, en la temporada donde la oferta de los principales países productores (EE.UU y Canadá) es muy baja. Estados como Jalisco, Michoacán y Puebla entre otros, en años recientes establecieron este cultivo, reportando que su producción es altamente rentable con frutos que alcanzan estándares de calidad que el mercado demanda. Ante la posibilidad de realizar la reconversión productiva como estrategia fundamental integral para generar mejores opciones de producción en regiones con altos índices de siniestralidad, muy baja productividad, rezagos

estructurales y bajas condiciones de vida de la población, como es el caso de las comunidades rurales del estado de Oaxaca, se desarrolló el estudio integral para el establecimiento, producción y aprovechamiento del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) incluyendo el efecto de las condiciones agroecológicas sobre la calidad del fruto producido en dos zonas del estado. Las variables estudiadas fueron: peso, resistencia a la penetración, sólidos solubles, color, acidez titulable, azúcares reductores, fenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante. Los resultados indican que los frutos producidos en las regiones probadas cuentan con la calidad adecuada para competir con los productos comerciales.

Palabras clave: Antioxidantes, Antocianinas, Fenoles, Reconversión Productiva.

ABSTRACT

The Blueberry (*Vaccinium* spp.) is a fruit with a high nutritional value and presents natural compounds that are beneficial for human health, reason by which its demand increases every day. Mexico has agro-ecological suitable conditions for this crop; using varieties and technologies that allow products with high quality and competitive costs, can become one of the largest suppliers of blueberries for markets in North America and Europe, in the season where the supply of the main producing countries (USA and Canada) is very low. In recent years, states such as Jalisco, Michoacan and Puebla, among others, has established this crop, reporting that its production is highly profitable with fruits that achieve standards of quality that the market demands. Given the possibility of performing the productive reconversion as a fundamental integral strategy to generate best production options in regions with high rates of ambiental disasters, very low productivity, structural deficiencies and low living conditions of the population, like as rural communities in the Oaxaca state, it was developed the comprehensive study for the establishment, production and utilization of Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) including the effect of the agro-ecological conditions on the quality of the fruit produced in two areas of the State. The variables studied were: weight, resistance to penetration, soluble solids, colour, titratable acidity, sugars, total phenols, anthocyanins and antioxidant capacity. The

results indicated that the fruits produced in the tested regions have the adequate quality to compete with commercial products.

Keywords: Antioxidants, Anthocyanins, Phenols, Productive Conversión.

INTRODUCCIÓN

El arándano es un fruto con alto índice de calidad nutricional y otras propiedades que benefician la salud humana, el contenido y la composición de los compuestos bioactivos ayudan a reducir enfermedades degenerativas y cardiovasculares, por lo que cada día aumenta su demanda y consumo, tanto en fresco como industrializado. La demanda del fruto ha exigido su siembra en áreas geográficas más templadas y la generación de variedades con menos requerimiento de frío en diferentes países del orbe.

Por su resistencia al frío y calidad del fruto, el arándano azul o highbush (*Vaccinium corymbosum* L.), es la especie más cultivada en sus países de origen y alrededor del mundo, la diversidad genética en relación a la tolerancia de temperatura de crecimiento ha permitido generar variedades de requerimiento de poco o nulo frío. Entre las manifestaciones de la diversidad genética de arándano se encuentran características importantes como: rendimiento, tamaño de fruto, color, firmeza, sabor, resistencia a las enfermedades y daños mecánicos, vida de anaquel, que definen la adaptación del genotipo en un área específica, así como el contenido y composición de los compuestos bioactivos (Ríos de Souza et al., 2014; Rodríguez et al., 2010; Remberg et al., 2007). Aprovechando esta diversidad genética, en México se inició la siembra de arándano hace 10 años, con un creciente volumen de producción, que para el año 2013 reportó 10,700 toneladas, lo cual representa un gran potencial para convertirse en uno de los mayores proveedores de arándano para los mercados de Norteamérica y de Europa en la temporada en que los principales productores mundiales no tienen producción (noviembre-marzo) y el precio de este fruto se eleva (Bascopé, 2013). A la fecha, los principales estados productores en México, son: Jalisco, Colima, Michoacán, Puebla, Sinaloa y el Estado de México, en donde el cultivo ha demostrado ser más rentable que otras

especies tradicionales, lo cual lo hace atractivo para la actividad hortofrutícola. Con base en estos antecedentes, el presente proyecto pretendió conocer la viabilidad del cultivo en dos regiones del estado de Oaxaca, y conocer la calidad del fruto.

El arándano es un fruto de bajo valor calórico, una buena fuente de potasio, hierro y calcio. Además es rico en diferentes compuestos fenólicos con propiedades bioactivas; taninos, con propiedades antidiarreicas, antiinflamatorias y astringentes; fibra que contribuye al tránsito intestinal; glucósidos que mejoran la sensibilidad de la retina y la visión; las antocianinas que aumentan la resistencia de los vasos sanguíneos; su contenido de vitamina C y su acción antioxidante ayudan a reducir enfermedades degenerativas, cardiovasculares e incluso el cáncer (Keerthi, 2014; Kuskoski et al., 2005).

Los compuestos fenólicos están presentes en frutas, vegetales y granos. Los derivados fenólicos en los vegetales incluyen una amplia variedad de compuestos químicos que incluyen: fenoles simples, fenilpropanoides, derivados del ácido benzoico, flavonoides, estilbenos, taninos, lignanos y ligninas, los fenoles unidos a ácidos carboxílicos forman parte de la suberina y de la cutina (Balasundram et al., 2006), cuya concentración varía por factores genéticos y ambientales (Connor et al., 2002b; Echeverría et al., 2009).

Entre la familia de los flavonoides se destaca el grupo de las antocianinas, distribuidas ampliamente en alimentos, especialmente en frutas y tejidos florales, que son utilizadas como nutraceuticos (compuestos o sustancias naturales que tienen acción terapéutica), con una amplia gama de propiedades fisiológicas, como antialérgica, antiinflamatoria, antimicrobiana, antioxidante, antitrombótico, cardioprotector y efectos vasodilatadores (Balasundram et al., 2006) y en la industria alimenticia como colorantes (Keerthi et al., 2014). Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, y se caracterizan por tener una deficiencia de electrones debido a su particular estructura química, que las hace muy reactivas frente a los radicales libres presentes en el cuerpo, están asociadas a la capacidad de actuar como antioxidantes y secuestrar radicales libres en sistemas biológicos. El arándano es uno de los frutos con mayor capacidad antioxidante debido particularmente a sus

altas concentraciones de antocianinas y compuestos fenólicos, comparados con otras frutas y vegetales (Michalska y Lysiak, 2015; Keerthi et al., 2014), la adaptación de un cultivo a nuevas condiciones edafoclimáticas conlleva a cambios en su composición física, química y de compuestos bioactivos como los antioxidantes, lo que repercute en la calidad y composición nutritiva del fruto, por lo que se hace necesaria su evaluación durante la producción y manejo postcosecha (Barrios de León, et al., 2007; Connor et al., 2002a, b; Cortés et al., 2016; Kim et al., 2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cosecharon 100 frutos de arándano var. Biloxi, en estado de madurez comercial (color azul intenso en la totalidad de la epidermis), cultivados en ambiente protegido en San Pedro Nexicho (Sierra Norte) y Santa Inés del Monte, Villa de Zaachila (Valles Centrales) del estado de Oaxaca, en el ciclo primavera-verano 2016. Los frutos fueron transportados al laboratorio donde se lavaron con agua potable y se formaron lotes de 10 frutos cada uno considerando las condiciones de cultivo (Santa Inés del Monte-suelo, Santa Inés del Monte-contenedor, San Pedro Nexicho-suelo y comerciales). Para el análisis de las variables de respuesta: peso, diámetro ecuatorial (De) y polar (Dp), resistencia a la penetración, color de piel, sólidos solubles, acidez titulable, azúcares reductores totales, fenoles totales, antocianinas totales y capacidad antioxidante, se utilizó la siguiente metodología: Peso (método gravimétrico del AOAC, 2012); diámetros (polar y ecuatorial) y forma (micrómetro digital marca Mitutoyo), la forma del fruto se calculó con la relación Dp/De ; resistencia a la penetración (medidor de textura marca Stable Micro Systems, modelo TA-TX2i); color de la piel (medición de las coordenadas a^* , b^* y L del sistema CIELAB de acuerdo al método de McGuirre (1992), con un colorímetro PCE-TCR 200); sólidos solubles (refractómetro marca Atago modelo Automatic de acuerdo al método del AOAC, 2012). Acidez titulable (metodología del AOAC, 2012), azúcares reductores totales (método del ácido 3,5-dinitrosalicílico de Miller; 1959). Extracto para la medición de fenoles, antocianinas y actividad antioxidante de acuerdo a

Brand-Williams et al., 1995, modificado por Zapata et al., 2014); Fenoles totales por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteau (Giusti y Wrolstad, 2001); Antocianinas totales (método de pH diferencial de Giusti et al., 1999). Actividad antioxidante (método DPPH de Brand-Williams et al., 1995, modificado por Zapata et al., 2014). Se utilizó un análisis de varianza simple, mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) usando el programa Statgraphics Centurion XVI.II (Statpoint Technologies, Inc.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas

Peso: El análisis estadístico indica que existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre el peso de los frutos de arándano de ambas regiones y los comerciales (Cuadro 1). La separación de medias reveló que el fruto comercial tiene el peso promedio mayor (1.82 g), con relación a los obtenidos de cultivos locales. Las diferencias pueden ser atribuibles a diferentes variables agroecológicas como la temperatura del lugar y tipo de sustrato. Los valores obtenidos, son similares a los reportados para este parámetro (Kim et al., 2013), lo que supone que las condiciones agroecológicas de estas dos regiones son adecuadas para el desarrollo del fruto como lo sugiere Maust et al. (2000).

Forma del fruto: Los valores obtenidos presentan diferencias estadísticamente significativas, los mayores valores se obtuvieron para las muestras de arándano comercial (1.11 ± 0.005), seguidos por los cultivados en San Pedro Nexicho (0.98 ± 0.005), después los de Santa Inés del Monte sembrados en suelo (0.93 ± 0.008) y finalmente los del mismo lugar cultivados en contenedores (0.87 ± 0.008). Los valores obtenidos para diámetro ecuatorial siguieron esta misma tendencia, con medias de 1.51 ± 0.008 , 1.35 ± 0.009 , 1.15 ± 0.007 y 1.08 ± 0.007 cm, respectivamente, para los cultivos indicados (Cuadro 1). Estos resultados son afines a los reportados en otros estudios (Barrios de León, 2007; Pino, 2007).

Firmeza: El análisis estadístico ($p \leq 0.05$), indicó que no existen diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos de frutos cultivados en las dos regiones de Oaxaca y los comerciales, en cuanto a la resistencia a la penetración. Considerando que se utilizó una sonda de 0.2 cm de diámetro, los valores obtenidos (Cuadro 1) son similares con los reportados por otros autores (Gionco et al., 2013; Kim et al., 2013; Rincón et al., 2012) quienes reportan valores de resistencia a la penetración entre 3.6 y 12 N utilizando sondas de 0.5 cm de diámetro, este comportamiento puede deberse a las condiciones agroecológicas de producción, pero sobre todo a la incipiente producción del fruto en ambas regiones, ya que los reportes indican que para alcanzar la estabilización del rendimiento y calidad de este fruto se requieren de tres a cuatro años (Cortes-Rojas, 2016). La resistencia a la penetración del fruto depende de factores como, especie, variedad y tamaño del fruto, nutrición del suelo y otras condiciones agroecológicas de la región del cultivo (Gionco et al., 2013).

Color: El color es uno de los atributos más apreciados en la calidad de los frutos e influye de forma importante en la aceptación de los consumidores. El análisis estadístico de los valores de ángulo de matiz h^* , mostraron diferencia significativa de color ($p \leq 0.05$) entre los arándanos de las regiones estudiadas (Cuadro 1). Los frutos de San Pedro Nexicho de la Sierra Norte y de Sta. Inés del Monte de la región sembrados en suelo de la región de los Valles Centrales presentaron valores estadísticamente similares (267.2 ± 4.8 y 282.0 ± 3.6 respectivamente), otro grupo de medias fue formado por los frutos cultivados en Sta. Inés en contenedor con valores de 291.6 ± 3.6 y finalmente los frutos comerciales mostraron valores de 303.6 ± 4.3 , estos valores corresponden a tonos azules y morados, típicos de antocianinas. Los valores encontrados son similares a los reportados por Hyang et al. (2013) y Kim et al. (2013).

Característica	Región				Valores de otros autores	
	Sta Inés del Monte-suelo	Sta Inés del Monte-Cont	San P Nexicho	Comercial		
Peso (g)	0.74b	0.61a	1.21c	1.82d	0.9 - 3.6 (Kim y otros, 2013)	1.55 (Hernández, 2014)
Forma	1.27b	1.21 a	1.35 c	1.46d	1.33 - 1.56 (Pino, 2007)	1.43 - 1.44 (Barrio de León, 2007)
Firmeza (N)	2.56a	2.66 a	2.63a	2.37a	7.0 (Rincón y otros, 2012)	3.5 y 12.4 (Kim y otros, 2013)
Color (h°)	282ab	291bc	267c	303ab	290-302 (Hyang y otros, 2013)	

Cuadro 1. Características físicas de los frutos de arándano cultivados en dos regiones del estado de Oaxaca.

Valores con la misma letra son similares estadísticamente ($p \leq 0.05$, Tukey)

Características químicas

Sólidos solubles: El análisis indicó diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) en la cantidad de sólidos solubles entre los frutos cultivados en las diferentes regiones del estado de Oaxaca y los comerciales. Los valores más altos correspondieron a los frutos cultivados en suelo en Santa Inés del Monte (13.9 °Brix) y los frutos comerciales (13.8 °Brix), seguidos por los de San Pedro Nexicho con valores promedio de 13.6 °Brix y finalmente, los cultivados en contenedor en Santa Inés del Monte con 13.2 °Brix. (Cuadro 2). Los resultados coinciden con el rango de 9.7 a 12.9 °Brix, obtenidos por Kim et al. (2013), y son ligeramente inferiores a los reportados por Rios de Souza et al. (2014) con un rango más alto (14.6 ± 0.6 °Brix) para frutos sembrados en Brasil. Las diferencias podrían explicarse por las

condiciones agroecológicas y al nivel de maduración alcanzado en el momento de corte. Giacalone (2002) señala que luego del estado completamente azul de la fruta, el color no cambia, pero sí lo hacen los indicadores de calidad tales como: sólidos solubles, acidez titulable y pH.

Acidez titulable: Los resultados indican que existen diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$), entre los frutos de arándano estudiados. Los frutos de San Pedro Nexicho presentaron el valor más alto de acidez con una media con 1.39% de ácido cítrico, seguido por la muestra comercial con 1.17% y los de Santa Inés del Monte, sembrados en suelo con 1.22 % y finalmente los de Santa Inés del Monte sembrados en Contenedor con 1.05% de ácido cítrico (Cuadro 2). Estos valores se encuentran dentro del rango publicado por Kim et al. (2013) de 0.8 - 3.6 y de 0.92 - 2.42 de Connor et al. (2002a) para frutos cultivados en otras condiciones agroecológicas, lo que significa que este parámetro tiene los valores requeridos para cumplir con los atributos que definen la calidad sensorial de sabor en los frutos.

Azúcares reductores totales: Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$) para este parámetro, de acuerdo al origen del cultivo. Los frutos cultivados en San Pedro Nexicho presentaron el mayor valor de azúcares (11.87%), seguidos por los frutos sembrados directamente en el suelo de Santa Inés del Monte y los comerciales con valores de 10.81% y 10.78% respectivamente y finalmente el de Santa Inés del Monte sembrado en contenedor con valor de 10.01% (Cuadro 2). Ríos de Souza et al. (2014) reportaron valores de 14.67 ± 0.58 % de carbohidratos para diferentes variedades de arándano sembradas en Brasil, mientras Molina et al. (2008) reportaron valores entre 9.8 y 12.7 % de azúcares en arándanos cultivados en Andalucía España y por su parte, Skupien (2006) señaló valores entre 10.8 y 11.4 par arándanos cultivados en Polonia.

Característica	Región				Valores de otros autores	
	Sta Inés del Monte -suelo	Sta Inés del Monte-Cont	San P Nexicho	Comercial		
Sol. solubles (°Brix)	13.9b	13.2a	13.8ab	13.6b	14.67 ± 0.58 (Ríos de Souza y otros, 2014)	8.3 - 14.3 (Kim y otros, 2013)
Acidez titulable (%) Ac. cítrico	1.22b	1.04a	1.39c	1.17b	0.92 - 2.42 (Connor y otros, 2002)	0.8 - 3.6 (Kim y otros, 2013)
Azúcares reductores totales (%)	8.81ab	8.01a	9.87b	8.78b	14.67 ± 0.58 (Ríos de Souza y otros, 2014)	10.8-11.4 (Skupien, 2006)

Cuadro No. 2. . Características químicas de los frutos de arándano cultivados en dos regiones del estado de Oaxaca.

Valores con la misma letra son similares estadísticamente ($p \leq 0.05$, Tukey).

Compuestos con actividad funcional

Antocianinas totales: Existe diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$), en el contenido de antocianinas totales (mg de cianidina-3-glucósido/100 g peso fresco) entre los frutos cultivados en las dos regiones y lo comerciales. Los resultados fueron de 70.8 mg/100g para los frutos comerciales, de 191.5 mg/100g para los de San Pedro Nexicho, 304.5 mg/100g para los de Santa Inés del Monte sembrados

en suelo y de 357.1 mg/100g sembrados en este mismo lugar en contenedor (Cuadro 3). Los valores encontrados coinciden con los reportados por Elhenfeldt y Prior (2001), Moyer et al. (2002), Rodríguez et al. (2010), Prior et al. (1998). Las variaciones en el contenido de antocianinas pueden ser explicadas por los factores genéticos y ambientales como: variedad, clima, luminosidad, radiación UV, temperatura, humedad del suelo, disponibilidad de nutrientes y prácticas agronómicas (Connor et al., 2002a; Ochmian et al., 2015), así como por las diferentes técnicas analíticas utilizadas en la evaluación de estos compuestos (Kuskoski et al. 2005; Łata y Wińska-Krysiak, 2010).

Fenoles totales: El análisis estadístico ($p \leq 0.005$) indica que existen diferencias significativas en el contenido de fenoles totales, entre los frutos analizados. El contenido más alto fue para los frutos comerciales (438.8 mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra húmeda), seguido por los de Santa Inés del Monte sembrados en suelo (327.6 mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra húmeda), después los sembrados en este mismo lugar en contenedor (254.4 mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra húmeda) y finalmente los de San Pedro Nexicho (165.1 mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra húmeda) (Cuadro 3). Estos datos se encuentran dentro del rango de 171-868 mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra húmeda, reportados para una gran diversidad de frutos cultivados en diferentes condiciones agroecológicas, variedad genética, madurez del fruto y época de producción, entre otros (Connor et al., 2002a; Ochmian et al., 2015).

Actividad antioxidante: Las frutas y los vegetales contienen una gran variedad de fotoquímicos, muchos de los cuales tienen propiedades antioxidantes como las vitaminas C, E, carotenoides y otros compuestos como los flavonoides. El análisis estadístico de las medias para este parámetro, mostró diferencias significativas ($p \leq 0.005$) entre los frutos sembrados en las diferentes regiones y las muestras del fruto comercial, los valores más altos para los frutos cultivados en Santa Inés del

Monte, indistintamente si fue en suelo o en contenedor, con un valor promedio de 3630 mg equivalente de trolox/100 g de fruto fresco, seguidos por los sembrados en San Pedro Nexicho (2790 mg equivalente de trolox/100 g de fruto fresco) y con la actividad más baja los frutos correspondientes a la muestra comercial con 1820 mg equivalente de trolox/100 g de fruto fresco (Cuadro 3). Los datos se encuentran entre el rango publicado por Rodríguez et al. (2010), quienes obtuvieron valores entre 1014-2055 mg equivalente de trolox /100 g para arándanos cultivados en Brasil; de Ribera et al. (2010), quienes informaron valores entre 1000-3000 mg equivalente de trolox/100g de fruto fresco para frutos de Chile; mientras que Eicholz et al. (2011) publicaron valores de 1215 ± 100 mg equivalente de trolox/100g de fruto fresco, para frutos sembrados en Alemania. Esta variación puede ser debida tanto a las variedades utilizadas, condiciones agroecológicas del cultivo y a los factores involucrados en el método de medición.

Característica	Región				Valores de otros autores		
	Sta Inés del Monte - suelo	Sta Inés del Monte - Cont	San Pedro Nexicho	Comercial			
Antocianinas totales	304b	357c	191b	71a	39 – 331 (Elhenfeldt & Prior, 2001)	73 – 430 (Moyer y otros, 2002)	40.62-378.31 (Rodríguez y otros, 2010)

Fenoles totales	327 ^c	254 ^b	165 ^a	438 ^d	189 – 390 (Prior y otros, 1998)	171 – 868 (Moyer y otros, 2002)	170- 434 (Kim y otros, 2013)
Capacidad antioxidant e	3611 ^c	3648 ^c	2790 ^b	1820 ^a	1215 ± 100 (Eicholz y otros 2011)	1014- 2055 (Rodrigo es y otros, 2011)	1800 - 3000 (Ribera el al, 2010)

Cuadro No. 3. Antocianinas, polifenoles y actividad antioxidante de arándanos.

Valores con la misma letra son similares estadísticamente

CONCLUSIONES

Existen diferencias entre las características físicas de peso, forma del fruto, firmeza y color, en los frutos de arándano debido a las condiciones agroecológicas de cultivo. Los frutos que corresponden a San Pedro Nexicho se encuentran en un valor adecuado con altas posibilidades en el mercado de arándanos frescos, los sembrados en Santa Inés del Monte, pueden alcanzar mayor desarrollo ya que las muestras utilizadas corresponden al primer ciclo de fructificación en ambos sitios. Entre los parámetros químicos de los frutos existen diferencias en los sólidos solubles, azúcares reductores totales y acidez titulable, que pueden ser explicadas por condiciones agroclimáticas durante el desarrollo del fruto. El contenido de antocianinas totales presenta diferencias significativas entre los frutos de los sitios evaluados, los valores más altos fueron para los cultivados en la región de la Sierra Norte, debido quizá a la temperatura, luminosidad, radiación UV, temperatura, humedad del suelo y disponibilidad de nutrientes.

La capacidad antioxidante más alta en los frutos de la región de la Sierra Norte (3630 mg equivalente de trolox/100g de fruto fresco), seguidos por los pertenecientes a los Valles Centrales con 2790 mg equivalente de trolox/100g de fruto fresco, puede ser debida a la diferencia de temperatura entre los sitios. Los resultados preliminares suponen que el cultivo de arándano en Oaxaca es viable en términos de calidad y de sus compuestos fenólicos involucrados en la capacidad antioxidante como la propiedad funcional más importante de este fruto. El cultivo de este fruto puede cubrir parte de la demanda no satisfecha que existe en el mercado y contribuir con beneficios socioeconómicos a los productores.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- AOAC: *Official methods of analysis of international*, Association of Official Agricultural Chemists. William Horwitz and George W. Latimer editors. 19th edition, Gaithersburg, MD, USA, 2012.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K. Y SAMMAN, S.: *Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses*, Food Chemistry 99: 191–203, 2006.
- BASCOPE, J. A.: *Realidad productiva del arándano en Estados Unidos y México*, Informe experto, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) y Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Ministerio de agricultura, pp. 31, Chile, 2013.
- BARRIOS DE LEÓN, J. O.: *Efectos sobre las características físicas y químicas de frutos de Arándano cv. elliot (Vaccinium corymbosum L.) bajo mallaje de sombra para el control de la madurez*, Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, 2007.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E. Y BERSET, C.: *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity*, Lebensm.-Wiss. U.-Technol., pp. 25-30, 1995.
- CONNOR, A.M.; LUBY, J.J. Y HANCOCK, J.: «Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold – Temperature Storage. J.», *Agric. Food. Chem*, 50 (4), pp. 893 – 898, 2002.

- CONNOR, A.M.; LUBY, J.J.; TONG, C.B.S.; FINN, C.E. Y HANCOCK, J.F.: *Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars*, 2002.
- CORTÉS-ROJAS, M. E.; MESA-TORRES, P. A.; GRIJALBA-RATIVA, C. M. Y PÉREZ-TRUJILLO, M. M.: «Yield and fruit quality of the blueberry cultivars Biloxi and Sharpblue in Guasca», *Agronomía Colombiana*, Vol. 34, Núm. 1, pp.33-41, 2016.
- ECHVERRÍA V. G.; CAÑUMIR, J. Y SERRI, G.: «Postharvest Behavior of Highbush Blueberry Fruits cv. O'Neal Cultivated with Different Organic Fertilization Treatments», *Chilean Journal of Agricultural Research*, Vol.69, Núm.3, pp.391-399, 2009.
- EHLENFELDT, M. Y PRIOR, R.: *Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolics and anthocyanin concentrations in fruits and leaf tissues of highbush blueberry*, 2001.
- EICHHOLZ, I.; HUYSKENS-KEIL, S.; KROH, L.W. Y ROHN, S.: «Phenolic compounds, pectin and antioxidant activity in blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) influenced by boron and mulch cover», *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 84, pp.26 – 32, 2011.
- GIACALONE, G.: *Ripening curve of early, midseason and late maturing highbush blueberry cultivars. Acta Horticulturae (ISHS)*, pp.119-121, 2002.
- GIONGO, L.; PONCETTA, P.; LORETTI, P. Y COSTA, F.: *Texture profiling of blueberries (*Vaccinium spp.*) during fruit development, ripening and storage*, *Postharvest Biol. Technol* 76: 34–39, 2013.
- GIUSTI, M.M. Y WROLSTAD, R.E.: *Anthocyanins: Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. In Current Protocols in Food Anal*, New York. Unit. F12, pp.1-13, 2001.
- HYANG LAN, E.; CHUL HONG, S.; CHUN, C.; SHEOB SHIN, I.; YIL LEE, B.; KI KIM, H. Y JIN HONG, S.: «Influence of Temperature during Transport on Shelf-life Quality of Highbush Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L. cvs. Bluetta, Duke). *Hort.*», *Environ. Biotechnol*, Vol.54, Núm.2, pp.128-133, 2013.

- KEERTHI, M.; LAKSHMI PRASANNA, J.; SANTHOSH ARUNA, M. Y RAMA RAO, N.: «Review on polyphenols as nature's gift», *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, Vol.3, Núm.4, pp. 445-455, 2014.
- KIM, J. G.; KIM, H. L.; KIM, S. J. Y PARK, K.: «Fruit quality, anthocyanin and total phenolic contents, and antioxidant activities of 45 blueberry cultivars grown in Suwon, Korea», *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)*, Vol.14, Núm.9, pp.793-799, 2013.
- KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J. Y. FETT, R.: «Aplicación de diversos métodos químicos para determinar Actividad antioxidante en pulpa de frutos», *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Vol. 25, Núm.4, pp. 726-732, 2005.
- ŁATA, B. Y WIŃSKA-KRYSIAK, M.: «Cultivar and seasonal variation in bioactive compounds of highbush blueberry fruits (*Vaccinium corymbosum* L.)», *Folia Horticulturae*, Vol.22, Núm, 1, pp. 31-35, 2010.
- MAUST, B; WILLIAMSON, J. Y DARNELL, R.: *Carbohydrate Reserve Concentrations and Flower Bud Density Effects on Vegetative and Reproductive Development in Southern Highbush Blueberry*, pp.413-419, 2000.
- MCGUIRRE: «Reporting of Objective Color Measurements», *Hortscience*, Vol.27, Núm.12, pp.1254-1255, 1992.
- MICHALSKA, A. Y LYSIAK, G.: «Review: Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products», *International Journal of Molecular Sciences*, Vol.16, 18642-18663, 2015.
- MILLER G. L.: *Use of Dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar*, 426-428, 1959.
- MOLINA, J.M.; CALVO, D.; MEDINA, J.J.; BARRAU, C. Y ROMERO, F.: «Fruit quality parameters of some southern highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in Andalusia (Spain)», *Spanish Journal of Agricultural Research*, Vol.6, Núm.4, pp. 671-676, 2008.

- MOYER, R.; HUMMER, K.; FINN, C.; FREI, B. Y WROLSTAD, R.: «Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus and Ribes», *J. Agric. Food Chem*, Vol.50, pp.519-525, 2002.
- PINO PINTO, C.M.: *Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (Vaccinium corymbosum L.)*, Valdivia, Chile Universidad Austral de Chile, 2007.
- PRIOR, R.; CAO, G.; MARTIN, A. Y SOFIC, E.: *Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of Vaccinium Species*, U.S.A: Food Chemical, 1998.
- RIBERA, A.E.; REYES-DÍAZ, M.; ALBERDI, M.; ZUÑIGA, G.E. Y MORA, M.L.: «Antioxidant compounds in skin and pulp of fruits change among genotypes and maturity stages in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) grown in southern Chile», *J. Soil. Sci. Plant Nutr.*, Vol.10, Núm.4, pp. 509 – 536, 2010.
- RINCÓN S. M. C.; BUITRAGO GUACANEME, C. M.; LIGARRETO MORENO, G. A.; SMITH TORRES APONTE, W. Y BALAGUERA LÓPEZ, H. E.: «Comportamiento del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz). Cosechado en Diferentes Estados de Madurez y Almacenado en Refrigeración», *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, Vol.65, Núm.2, pp. 6621-6631, 2012.
- RIOS DE SOUZA, V.; PIMENTA PEREIRA, P. A.; TEODORO DA SILVA, T. L.; DE OLIVEIRA LIMA, L.C.; PIO, R. Y QUEIROZ, F.: *Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits*, pp.362–368, 2014.
- RODRIGUES, E.; POERNER, N. Y ROCKENBACH, I.I.: «Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grow in Brazil», *Cienc. Technol. Aliment., Campinas*, Vol.31, Núm.4, pp. 911-917, 2010.
- SKUPIEN, K.: «Evaluation of chemical composition of fresh and frozen blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.)», *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, Vol.5, Núm.1, pp. 19-25, 2006.

- UNDURRAGA, A. P. Y VARGAS, S.: *Manual del arándano*, Boletín INIA N° 263, Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, pp. 123, Chillán, Chile, 2013.
- ZAPATA, L.; HEREDIA, A.M.; QUINTEROS, C.F.; MALLARET, A.D.; CLEMENTE, G. Y CÁRCEL, J.A.: *Optimización de la extracción de antocianinas de arándanos*. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, pp.166-192, 2014.