

Determinación de la vida de anaquel, propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante en arándano (*Vaccinium corymbosum L.*) producido bajo diferentes tecnologías de cultivo

Abraham Juárez M.R. ^{a*}, González-Silva B.^a, Baltazar-Vera J.C.^b, Mares-Mares E.^c, Olalde-Portugal V.^d

^aDepartamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Ex-Hacienda El Copal, Carretera Irapuato-Silao km 9, 36500. Irapuato, Gto. México

^b Departamento de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Ex Hacienda. de San Matías S/N, San Javier, 36020. Guanajuato, Gto. México

^cIngeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior de Guanajuato. Carr. Guanajuato-Puentecillas km 10.5. Puentecillas, 36262. Guanajuato, Gto. México

^dDepartamento de Biotecnología y Bioquímica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Campus Guanajuato, Km 9.6 Libramiento Norte, Carretera Irapuato-León, 36500. Irapuato, Gto. México

* mabraham@ugto.mx

RESUMEN:

El arándano tiene una importancia socioeconómica debido a que tiene un mercado internacional, siendo los principales países productores: EUA, Canadá, México, Polonia y Alemania. Debido a la gran demanda de este fruto se sigue trabajando en innovar en tecnologías de cultivo como la Hidroponía, con el propósito de producir arándanos de calidad con un mayor calibre de fruto y más firme, buscando una mayor vida de anaquel para el mercado de exportación. Se realizó la producción bajo diferentes tecnologías de cultivo. A los frutos obtenidos de cada tecnología (sectores 1-4) evaluada se les analizaron propiedades fisicoquímicas como color, SST, pH, se determinó su vida de anaquel y la capacidad antioxidante. El mejor sector fue el cuatro de acuerdo a los resultados de los análisis; color: L 18.67, a* -0.46, b* -3.28, SST: 14.61, pH: 0.908, su vida en anaquel fue de 14-16 días y su capacidad antioxidante: 0.79, esto se atribuye a la tecnología que se empleó (sustrato: fibra de coco, macrótonel del tipo híbrido, malla negra 30 % de sombra), ofreciendo una alternativa para asegurar la calidad de los frutos de arándano con atributos cotizados en el mercado.

Palabras clave: arándano, vida de anaquel, tecnologías de cultivo, propiedades fisicoquímicas, capacidad antioxidante.

ABSTRACT:

The blueberry has a very important socioeconomic because it has an international market, the main producing countries being: USA, Canada, Mexico, Poland and Germany. Due to the great demand for this fruit, work continues to innovate in cultivation technologies such as Hydroponics, in order to produce quality blueberries with a larger and firmer fruit caliber, seeking a longer shelf life for the export market. The production was carried out under different cultivation technologies. The fruits obtained from each technology (sectors 1-4) evaluated were analyzed physicochemical properties such as color, SST, pH, their shelf life and antioxidant capacity were determined. The best sector was the fourth according to the results of the analysis; color: L 18.67, a * -0.46, b * -3.28, SST: 14.61, pH: 0.908, its shelf life was 14-16 days and its antioxidant capacity: 0.79, this is attributed to the technology used (substrate: coconut fiber, macro tunnel of the hybrid type, black mesh 30 % shade), offering an alternative to ensure the quality of the blueberry fruits with attributes quoted in the market.

Key words: arándano, vida de anaquel, tecnologías de cultivo, propiedades fisicoquímicas, capacidad antioxidante.

Área: Alimentos funcionales

INTRODUCCIÓN

Las berries, que en español significan bayas, frutillas o frutos del bosque, hacen referencia a las diversas frutas de diferentes grupos botánicos, que se caracterizan por su reducida vida de anaquel; tienden a ser pequeñas, dulces aciduladas, jugosas y con colores brillantes, que las hacen muy atractivas para ser consumidas. Las propiedades biológicas de los pigmentos de las berries, por su capacidad antioxidante, se han considerado en los últimos años dentro de la nueva categoría de alimentos nutraceuticos, lo cual ha sido un factor para el rápido crecimiento de su producción y comercialización a nivel mundial (Martínez, 2016).

El arándano (*Vaccinium corymbosum L.*) es una frutilla cuya demanda a nivel mundial se ha incrementado en los últimos años, ya sea en fresco, deshidratado a procesado. El aspecto visual, sabor y textura de los frutos, así como su efecto antioxidante debido a la alta concentración de antocianinas y polifenoles, lo hacen atractivo para el consumo humano (Mann, 2014; Ochmian et al., 2006).

En el año 2019, la FAO registró que la producción mundial de arándanos fue de 552.505 Ton y los cinco principales países productores fueron Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, México, Polonia y Alemania (FAOSTAT, 2019). México ocupa el tercer lugar mundial como productor con una superficie cultivada de cerca de tres mil hectáreas distribuidas en nueve entidades y registró un incremento en 45.1% durante el periodo del año 2014 a 2015, y actualmente con un rendimiento medio de 9.9 Ton/ha.

En nuestro país, la producción de arándano en su mayor parte se realiza en condiciones de agricultura protegida, con el uso de macrotúneles con cubierta de plástico, y en menor proporción se utilizan invernaderos. El uso de cubiertas y sistemas hidropónicos en la producción de arándano aun es tema de estudio; sin embargo, la utilización de ambos sistemas combinados continúa en crecimiento y se han convertido en tecnologías ideales para el futuro de esta frutilla.

Por un lado, las cubiertas plásticas brindan una protección al cultivo ante factores bióticos (aves) y abióticos (lluvia y exceso de radiación), como también una precocidad en la producción causada por el microclima generado por la estructura (Retamal, 2014; Pinto et al., 2016). Se han reportado rendimientos de arándano de hasta un kg de fruta por planta en el primer año, comparado con 300 a 500 gramos por planta, obtenidos en cultivos establecidos en suelo, disminuyendo significativamente el tiempo de recuperación de la inversión (Mann, 2014). Además de incrementar la calidad y sanidad del producto cosechado (Quintero et al., 2011; Beltrano y Daniel, 2015).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

El estudio se llevó a cabo en un macrotúnel del tipo híbrido, sin control climático y cubierta de plástico (blanco-negro y negro), localizado en las instalaciones de la Expo Agroalimentaria en la Carretera Irapuato - Abasolo KM 6.5 Col. Santa Elena, Irapuato-Abasolo KM 6.5, Irapuato, Guanajuato.

Tratamiento de las muestras de arándano para su vida de anaquel

Para la vida de anaquel se tomaron muestras de los frutos de arándano de cada uno de los sectores, las cuales fueron colocadas en contenedores de plástico transparente y almacenadas a temperatura de refrigeración (9.3°C). Se evaluarán algunas propiedades fisicoquímicas al inicio y al final de la vida de anaquel como: SST (°Bx) y pH.

Evaluación de Sólidos Solubles Totales (SST) °Brix

Cuando las frutas maduran, la concentración de sólidos solubles en el jugo que en su mayor parte son azúcares, cambia. El porcentaje de sólidos solubles, que son principalmente azúcares, se expresa como °

Brix. Para la medición de ° Brix, se hizo una calibración del refractómetro de mano ATAGO con agua destilada. Posteriormente se colocaron pequeñas gotas de muestra del fruto de arándano en el prisma y se tomó la lectura.

Evaluación de pH

Para evaluar este parámetro se utilizó un pH-metro digital portátil marca Hanna Instruments. Se pesaron 10 g de arándano y se molieron, se aforó con 50 mL de agua destilada.

Se midió el pH de la muestra introduciendo el electrodo, previamente calibrado, se esperó a que se estabilizara y se registró la lectura que se indicaba en el potenciómetro. Se realizó por triplicado para cada tratamiento.

Evaluación de color

Para la medición de color en el fruto de arándano, se utilizó un espectrofotómetro Color Flex EZ, el cual es un instrumento de medición de la luz que define en forma cuantitativa el brillo de la superficie de un alimento que toma valores de L* que corresponden a la luminosidad que van de cero para el color negro hasta cien para el blanco; a* es la intensidad del rojo; los valores positivos indican colores rojo y los negativos colores verdes, y b* es la intensidad del amarillo, los valores positivos indican amarillos, en tanto que los negativos indican azules. Para medir el color, se tomó una muestra de tres frutos para cada tratamiento y se realizó la lectura. La evaluación de la vida de anaquel se finalizara cuando un fruto de arándano presente al menos una mancha de 1 mm de diámetro debido al ataque natural de microorganismos. Los frutos se examinaron cada tres días para determinar cambios en la apariencia. Los análisis de hicieron por triplicado.

Liofilización de las muestras

Para la liofilización se tomaron alícuotas de las diferentes muestras, las cuales fueron colocadas en bolsas de poli papel y almacenadas en una ultra congeladora a -71 °C, para posteriormente someterse a liofilización a -47 °C y a una presión de 0.070 mBar durante 4 días.

Determinación de la capacidad antioxidante

Para la determinación de capacidad antioxidante se utilizó el Antioxidant Assay Kit, número de catálogo CS0790 de Sigma.

1. Preparación de la muestra:

- a. Se pesaron 100 mg de tejido liofilizado en un tubo Eppendorf de 1.5 mL
- b. Se agregó 1 mL de buffer de ensayo 1x y se mezcló en vortex.
- c. Se centrifugó a 12,000 rpm durante 15 minutos a 4°C.
- d. Se colectó el sobrenadante y éste se mantuvo en hielo (4°C).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de vida de anaquel del fruto del arándano en refrigeración

En la Fig. 1 se puede observar que la vida de anaquel del fruto de arándano de variedad Biloxi incrementó su vida en anaquel al utilizar distintas tecnologías, los frutos que alargaron su vida fueron los del sector 4 con 16 días, almacenados a 9.3°C. Esto se atribuye a la tasa de respiración que muestran los arándanos que es menor en comparación algunas berries que su tasa de respiración es bastante elevada y diferente entre sí. (Info-Agro, 2018)

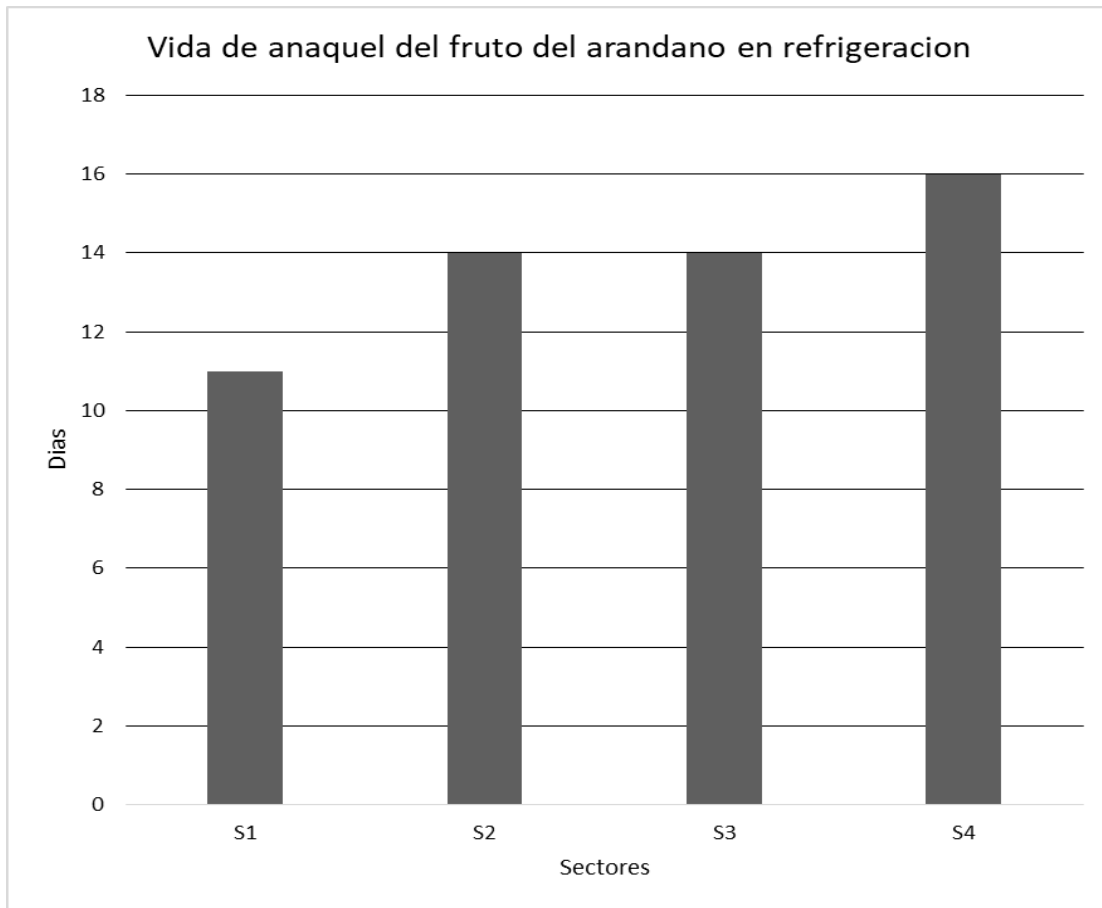


Figura 1. Vida de anaquel del fruto de arándano en variedad Biloxi.

Propiedades fisicoquímicas en distintos sectores durante la vida de anaquel

En la Figura 2 se observa que al Iniciar el experimento se determinó un pH de 3 para la variedad Biloxi en sector 3 (S3), comparado con Flores Riveros (2019) que presentan un pH de 3.44, Pinedo Montoya (2018) presenta un valor de pH igual a 2.8, esto nos ayuda a concluir que el sector 3 cuenta con un valor medio. No se encontraron grandes diferencias entre los sectores, cabe mencionar que la variedad Biloxi se encuentra fácilmente en un rango determinado de pH, aunque se aplicaron diversas tecnologías a los sectores, se encontraron valores similares con promedio ± 0.3 , esto en los frutos que se someterían a tratamiento en refrigeración para estimar su vida en anaquel.

El pH disminuyó al finalizar el experimento donde se obtuvieron valores de pH 2.0 ± 0.5 para nuestra variedad. En el comienzo del proceso de maduración, la relación azúcares y ácidos, los ácidos de los frutos son degradados y el contenido de azúcar aumenta y la relación azúcar/ácido llegará a un nivel más alto. (Yara, 2020).

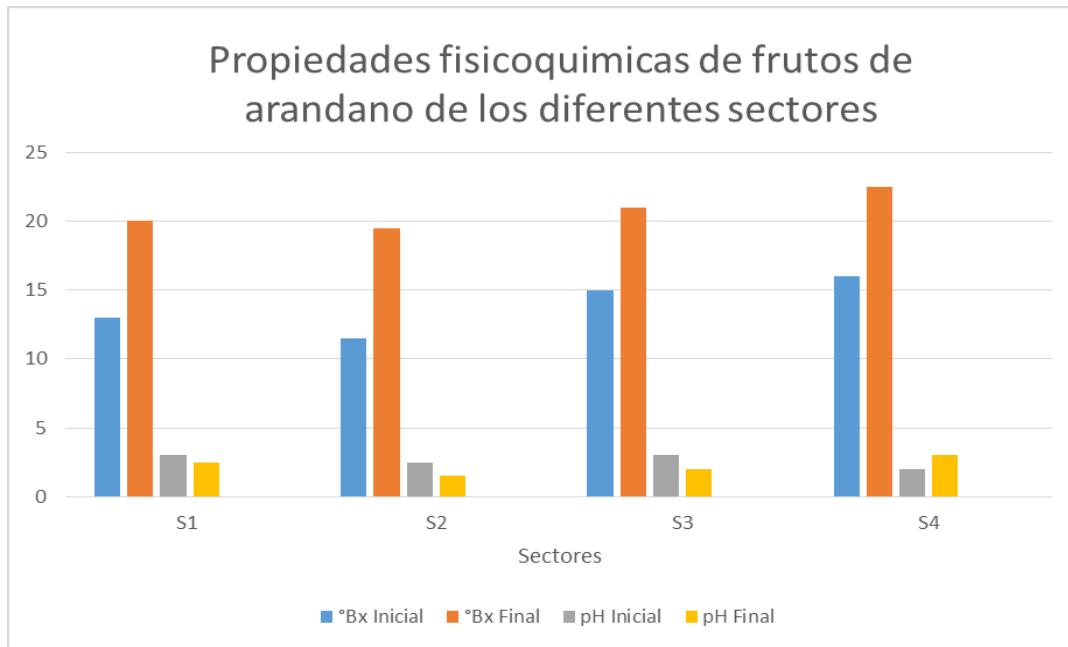


Figura 2. Comparación de las propiedades fisicoquímicas en distintos sectores durante la vida de anaquel.

Comparación de color de los distintos sectores

En la Tabla I se puede observar que al iniciar la vida de anaquel el valor de L* para los cuatro sectores fue un ligeramente bajo lo cual indica que la luminosidad no es tan intensa en esta variedad de arándano y fue disminuyendo conforme el fruto maduró, el valor de -a* que representa color verde, dio negativo para todos los tratamientos. Ścibisz y Mitek (2007).

Tabla 1. Comparación de color de los sectores de arándanos al incrementar el estado de madurez de los frutos.

Sector	Color Inicial			Color Final		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	22.13	-0.26	-4.17	21.98	-0.22	-3.10
2	22.40	-0.21	-3.37	20.64	-0.14	-3.31
3	24.06	-0.32	-4.19	19.28	-0.18	-2.44
4	24.60	-0.32	-4.19	20.13	-0.18	-3.39

Comparación de la capacidad antioxidante de cada sector.

Arteaga (2016) publica resultados de capacidad antioxidante (70.24), de acuerdo a nuestros valores, se estima que presentamos una menor capacidad antioxidante en el sector 2 en un 15%, sin embargo el sector 3 presenta una diferencia del 11% lo que lo hace ser el de mayor capacidad antioxidante de nuestros resultados INIA (2010).

Presenta valores de 0.75% para fruto fresco son valores son más similares a los obtenidos dentro del ensayo experimental ya su porcentaje de variación es de 5% como mínimo y como máximo 9%. De esta manera se concluye que los frutos de los sectores 1, 2, 3 y 4 presentan una menor capacidad antioxidante, debido a las tecnologías empleadas en los distintos sectores.

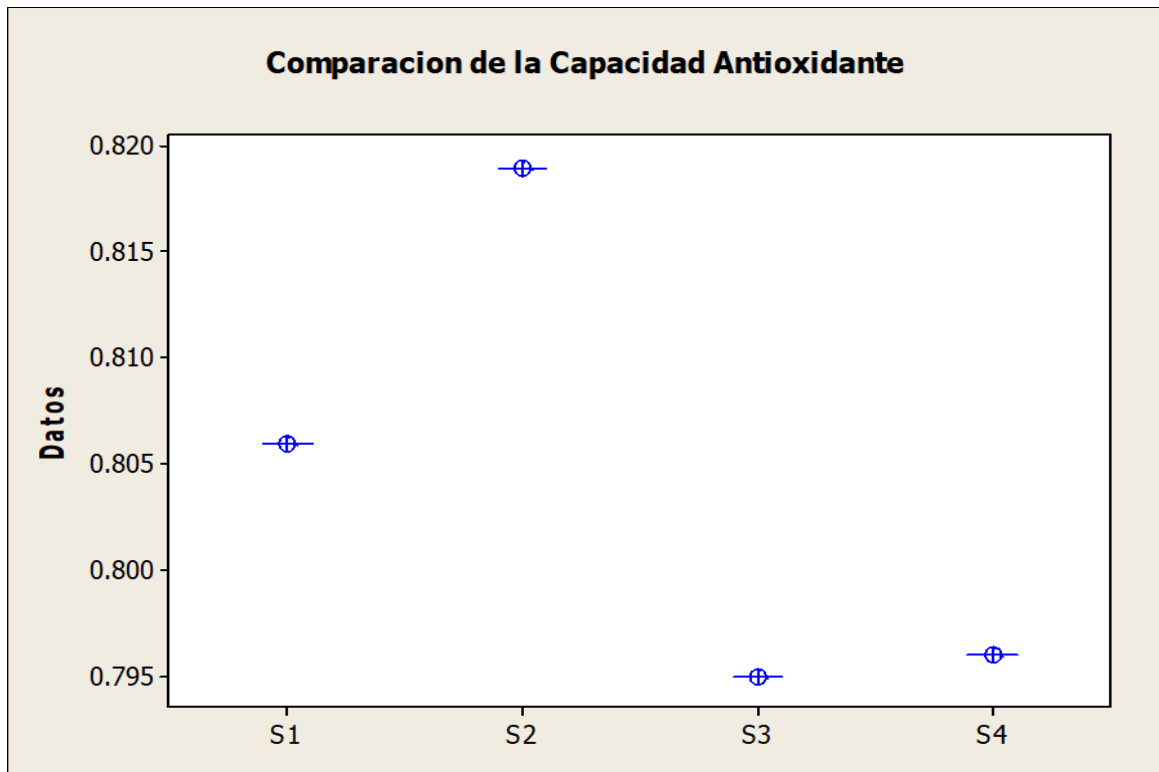


Figura 3. Comparación de la capacidad antioxidante de cada sector.

CONCLUSIÓN

La vida de anaquel, las propiedades fisicoquímicas y la capacidad antioxidante (nutracéutico) de los frutos de arándano variaron dependiendo de la tecnología utilizada. Al evaluar la vida de anaquel, el sector 3 y 4 presentaron frutos de arándano con calidad aún a los 14-16 días, siendo mayor en un 31 % en comparación con el sector más bajo que fue el 1.

En el caso de los SST los arándanos presentaron un valor aceptable de entre 11 y 16 °Brix en todos los sectores, concluyendo que cualquier sector es apto para este parámetro. Para el pH reportado por distintos autores nos muestra un rango de aceptabilidad donde los cuatro sectores se encuentran dentro de este parámetro.

Los arándanos de todos los sectores presentaron una capacidad antioxidante similar a la reportada que correlacionó con el contenido de antocianinas y el color de los frutos. Cabe mencionar que el sector 4 presentó un mayor contenido de éstas, por lo tanto podemos concluir que al tener una mayor concentración de antocianinas tenemos una mejor coloración.

Con todo lo anterior podemos concluir de manera general que el Sector 4 (30 % de sombra con cubierta plástica color negro y con sustrato fibra de coco puesta en bolsa) evaluado en este trabajo nos ofrece una

alternativa para asegurar la calidad de los frutos de arándano que se cultiven bajo esta tecnología contarán con atributos cotizados en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, A. (2016), Optimización de la capacidad antioxidante, contenido de antocianinas y capacidad de rehidratación en polvo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulado con mezclas de hidrocoloides, Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172016000400005&script=sci_abstract
- Flores, D. (2019), Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de Agronomía, Rendimiento y Calidad de 20 Progenies de Arándanos, Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4160/flores-riveros-lenny-denis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- FAOSTAT. (2019), Cultivos arándano, Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Info-Agro, (2018), Post-cosecha de berries, Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/post-cosecha-de-berries/>
- INIA. 2010. Avances de Resultados de Investigación en Arándanos. Programa de Investigación en Producción Frutícola Serie de Actividades de Difusión N° 607. Salto Grande, Uruguay.
- Pinedo Montoya, S. K., (2018), Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándano y otras especies del género *Vaccinium*, Disponible en: <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1424/Sandra%20Karina%20Pinedo%20Montoya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yara. (2020), Relación SST-Ácidos, Disponible en: <https://www.yara.com.mx/nutricion-vegetal/citricos/relacion-sst-acidos/#:~:text=La%20relaci%C3%B3n%20SST%20FAcidez%20es,sensorial%20y%20comercial%20de%20madurez.>