

Evaluación de parámetros de exportación en arándanos tratados con luz UV

¹ Campero, Eliana V.; ¹ Barrionuevo, María J.; ² Gómez Marigliano, Ana C.

¹Departamento de Ingeniería en Procesos – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología – Universidad Nacional de Tucumán. Av. Independencia 1800, 4000 - San Miguel de Tucumán, Argentina

²Departamento de Física – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología – Universidad Nacional de Tucumán INFNOA – CONICET; Av. Independencia 1800, 4000 - San Miguel de Tucumán, Argentina

E-mail: vcampero@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

El arándano tiene propiedades antiinflamatorias y antioxidantes debido al contenido de compuestos fenólicos. Una alternativa de conservación es irradiar los frutos con luz ultravioleta (UV). Se evaluó la calidad de los arándanos del NOA Argentino sometidos a luz UV, analizando pérdida de peso (PP), contenido de compuestos fenólicos (CFT), color y espectros UV-Vis del fruto antes y después de la aplicación del tratamiento. Se utilizó arándanos proporcionados por el packing "Tierra de Arándanos S.R.L" ubicada en Monteros, Tucumán. Se observó que la tendencia de la PP entre la muestra control y tratada a lo largo del tiempo se mantuvo. Los espectros UV-Vis muestran que los extractos presentan pigmentos antocianicos, que no varían con el tratamiento propuesto respecto de la muestra control, pero se observó que CFT permanece invariable durante 7 días en el fruto tratado. Las frutas irradiadas presentaron un mayor contenido de CFT en comparación con la fruta no irradiada. La diferencia de color entre la muestra control y tratada a tiempo cero fue baja, aumentando con el tiempo de conservación. De lo obtenido se puede concluir que el tratamiento sugerido se presenta como una alternativa prometedora ya que mantiene la calidad organoléptica de las muestras de arándanos estudiadas.

ABSTRACT

Blueberry has anti-inflammatory and antioxidant properties due to the content of phenolic compounds. An alternative for conservation is to irradiate the fruits with ultraviolet (UV) light. The quality of the Argentine NOA blueberries subjected to UV light was evaluated, analyzing weight loss (PP), content of phenolic compounds (CFT), color and UV-Vis spectra of the fruit before and after the application of the treatment. Blueberries provided by the packing "Tierra de Arándanos S.R.L" located in Monteros, Tucumán, were used. It was observed that the trend of PP between the control and treated sample over time was maintained. The UV-Vis spectra show that the extracts present anthocyanin pigments, which do not vary with the proposed treatment with respect to the control sample, but it was observed that CFT remains unchanged for 7 days in the treated fruit. Irradiated fruits had a higher CFT content compared to non-irradiated fruit. The color difference between the control sample and the sample treated at time zero was low, increasing with the conservation time. From the results, it can be concluded that the suggested treatment appears as a promising alternative since it maintains the organoleptic quality of the blueberry samples studied.

Palabras claves: arándanos- poscosecha - calidad- luz UV

Keywords: blueberry – postharvest – quality – UV light

INTRODUCCION

El incremento del consumo de arándanos en todo el mundo se debe a la apreciación de las propiedades organolépticas junto con sus múltiples beneficios para la salud (Muñoz et al., 2008). Dicho efecto está asociado en gran medida a la capacidad antioxidante de distintos fotoquímicos capaces de prevenir o ralentizar los procesos oxidativos que intervienen en numerosas patologías. Los compuestos fenólicos son los principales responsables de dicha capacidad antioxidante, siendo los arándanos una de las mejores fuentes de fenoles de distinta naturaleza; ácidos fenólicos, flavonoles, antocianinas y proantocianidinas (Vásquez et al., 2012). Se han reportado propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y antimicrobianas por el contenido de compuestos fenólicos que otorgan un valor adicional al producto final. De ahí la importancia de la conservación del fruto para que mantenga sus características nutricionales funcionales.

De acuerdo a lo descripto por Dell'Acqua (2019), en pocos años Argentina logró un importante posicionamiento en el mercado internacional, especialmente en Estados Unidos, Reino Unido y Alemania. Actualmente, se están buscando nuevos destinos en Europa y Asia. En Argentina, la producción de arándanos se localiza principalmente en las regiones NOA (alrededor del 47% de la superficie total dedicada a dicho cultivo) y NEA (alrededor del 39% de la superficie), las cuales, en conjunto, representan cerca del 86% de la superficie total cultivada en Argentina. El 15% restante se localiza en la zona Centro del país. Casi el 98% de la producción es destinada al mercado externo. Entre el NOA y NEA, se produce entre 7000 tn y 8000 tn de fruta anual. La producción de arándanos se caracteriza por ser intensiva en la mano de obra y capital. Genera una rentabilidad considerable en superficies no muy extensas, con importantes impacto económico-social en las economías regionales.

La calidad del fruto incluye la calidad visible, organoléptica y nutritiva. La calidad visible se refiere a la apariencia de la fruta. En arándanos, el fruto debe presentar color azul uniforme, con presencia de cera en la superficie de la fruta ausencia de defectos tales como daño mecánico y pudriciones, además la forma, el tamaño y la firmeza deben ser adecuadas. (Defilippi, 2013)

La calidad organoléptica está determinada por el contenido de azúcares, ácidos y compuestos volátiles responsables del aroma característico de la fruta. Por lo tanto, toda la operación de pre cosecha y

poscosecha debe orientarse a lograr un producto de calidad. Los índices de calidad normalmente usados por la industria de fruta fresca son: color, tamaño, forma, ausencia de defectos, firmeza y sabor según Defilippi (2013).

En relación a la calidad nutritiva, el arándano tiene bajo contenido calórico, grasa y sodio; es rico en fibras y minerales, destacándose la elevada concentración en vitamina C. (Gordó, 2008).

Desde hace tiempo se realizan investigaciones dirigidas a mejorar la calidad de las exportaciones de arándanos a destinos lejanos, puesto que demandan mayor tiempo de comercialización, y mayor calidad del producto para que se justifique su alto valor agregado. Los métodos de procesamiento no térmico se usan cada vez más como técnicas alternativas de procesamiento y conservación de alimentos. Una alternativa es la luz ultravioleta (UV). La misma minimiza el deterioro de los alimentos ocasionado por microorganismos patógenos y no patógenos, principalmente, de la superficie, es inocua y sin efecto residual en los productos alimenticios tratados. Se ha reportado que los tratamientos con UV inducen cambios deseables en frutas y verduras, como el aumento de la capacidad antioxidante y de la vida útil. Los sistemas UV son asequibles, ya que requieren una inversión inicial baja y un menor costo operativo de tratamiento como lo indica Guerrero-Beltrán (2004). (Millán Villarroya, 2015).

En este trabajo se evaluó la calidad de los arándanos de la región del NOA argentino sometidos a luz UV, analizando la pérdida de peso, el contenido de compuestos fenólicos totales, color y los espectros UV-Visible del fruto antes y después de la aplicación del método. Además se evaluó la vida útil de la fruta tratada.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó arándanos de la variedad (Jewell) proporcionada por packing Tierra de Arándanos, Orán, Monteros, Tucumán. Se realizaron ensayos de muestras de ½ kg obtenidos durante la cosecha en dos años consecutivos.

Se tomaron siempre cuatro muestras: 100 g cada una que se las rotuló

1 - Fruta natural completa (FCN) en el momento 0 (t = 0). Muestra control

2 - Muestra irradiada con radiación UV pulsada de 254 nm, medida en el tiempo 0. (FCI0).

3 - Muestra irradiada con radiación UV pulsada de 254 nm medida a los 3 días y 7 días (FCI).

4 – Fruta natural completa a los 3 y 7 días (FCN 3, FCN7).

Se midió la pérdida de peso, compuestos fenólicos totales, Espectrofotometría UV -Vis y color a todas las muestras.

Pérdida de peso

La pérdida de peso (PP) de los arándanos frescos y tratados se evaluó midiendo el peso de los mismos en el día 0, y luego de 3, 5 y 7 días de almacenamiento. Se usó una balanza analítica con precisión de $\pm 0,01$ g. Se evaluó la PP en 10 frutos en cada tanda de frutos recibida para cada condición. Los resultados fueron expresados como porcentaje de variación de peso con respecto al de la fruta fresca en el día 0, según la siguiente ecuación:

$$PP (\%) = \frac{(P_0 - P_t)}{P_0} \cdot 100 \quad (1)$$

Donde:

PP (%) = porcentaje de pérdida de peso de la muestra;
 P_0 = peso inicial de la muestra al día 0, P_t = peso de la muestra a un tiempo t.

Compuestos fenólicos totales

Para la determinación de Compuestos fenólicos totales se utilizó el micrométodo modificado de Folin-Ciocalteu (FC) el cual se basa en la capacidad de estos compuestos para reaccionar con agentes oxidantes. El reactivo de Folin-Ciocalteu contiene molibdato y tungstato sódico, que reaccionan con compuestos con grupos hidroxilo, formando complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico. La transferencia de electrones a pH básico reduce los complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico en óxidos cromógenos, de color azul intenso, de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}), siendo proporcional este color al número de grupos hidroxilo de la molécula.

Se construyó una curva de calibración, usando una solución patrón de 500 mg/L de ácido gálico. Para cuantificar los compuestos fenólicos totales en la muestra se mezclaron 0,5 mL de esta con 0,5 mL del reactivo Folin- Ciocalteu y se agitó suavemente, después de dos minutos se le agregó 0,5 mL de solución de carbonato de sodio 10% y 3,5 mL de agua bidestilada. Se llevó a baño María durante una

hora a 30°C. Transcurrido el tiempo, se realizaron las mediciones en el espectro a 765 nm. La concentración de compuestos fenólicos se calculó en base a la curva de calibración y se expresó como mg equivalentes de ácido gálico/ 100 gramos de muestra.

Espectrofotometría UV -Vis

Los espectros se realizaron en el rango de 190 a 1100 nm con un espectrofotómetro HITACHI U-1900, en cubetas de cuarzo de 10 mm de paso óptico, con velocidad de registro de 800 nm/min.

Colorimetría en los extractos

El color es una respuesta mental al estímulo producido en la retina por la radiación de luz visible.

El sistema CIE-L*a*b* es empleado frecuentemente como un método versátil y fiable para evaluar el color de frutas y hortalizas, así como también los cambios ocurridos durante su maduración, procesamiento, almacenamiento, etc. (Bonilla González, 2012)

Las propiedades ópticas se evaluaron a través de la medida del color de los extractos del fruto natural y del irradiado con un colorímetro Konica Minolta Sensing CM-600d Spectrophotometer, en el espacio de color CIELAB, previamente calibrado con una placa estándar blanca. A partir del espectro de reflexión de las muestras se obtuvieron las coordenadas rectangulares CIE-L*a*b*, donde L* es la luminosidad (0, negro; 100, blanco), a* indica la proporción de componente rojo-verde en el color medido, para valores positivo y negativo respectivamente y, de forma similar, b*, para el componente amarillo-azul. Finalmente, a partir de estas coordenadas se calculó la diferencia del color (ΔE^*) entre las muestras tratadas ó almacenadas con respecto a muestras control, mediante la ecuación

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

RESULTADOS

Pérdida de peso

Se midió la masa de 50 frutos de cada tanda (5 en total en cada cosecha) de frutos recibidos durante dos cosechas consecutivas y se realizó un promedio. En la tabla 1 se observan valores de PP a los 3, 5, 7 días para muestra de control y tratadas con el tratamiento sugerido. Se observa que la pérdida de peso de los frutos se incrementó durante el almacenamiento a 20°C en oscuridad.

Tabla 1. Pérdida de peso a los 3, 5y 7 días de conservación para las muestras control y tratada.

| Conservación | 3 días | 5 días | 7 días |
|-----------------|--------|--------|---------|
| Muestra control | 3,45 % | 9,54% | 14,53 % |
| Muestra tratada | 3,15% | 9,14% | 14,24% |

Se mantuvo la tendencia de la pérdida de peso entre la muestra control y tratada a lo largo del tiempo. Si bien no se detectaron diferencias significativas, la muestra tratada registró una leve disminución de la pérdida de peso. La menor pérdida de peso de los frutos tratados podría asociarse con un menor deterioro de los mismos como consecuencia de los tratamientos y con una mayor integridad de las barreras a la deshidratación (Charles et al., 2009).

Espectrofotometría UV-Vis

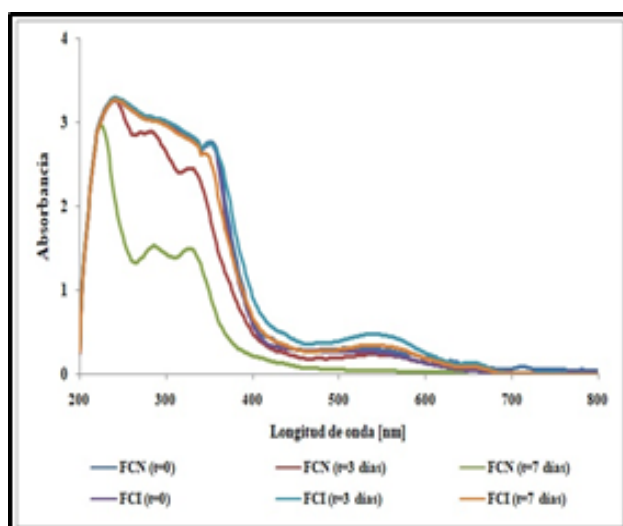


Figura 1: Espectro UV-Vis para las distintas muestras-

Los espectros UV Visible mostrados en la figura 1 indican bandas de absorción características en la región UV entre (250 y 370 nm) y visible (500 a 545 nm) e indica, presuntamente, la presencia de antocianinas. Se observa en la figura 1 que los extractos de los frutos tratados presentan absorbancias similares en forma y en intensidad a los del fruto a tiempo cero, mostrando una muy leve variación de la intensidad (menor al 5 % al cabo de 7 días).

Compuestos fenólicos totales

Se observa en la tabla 2 que la fruta irradiada tuvo un mayor contenido de compuestos fenólicos totales en comparación con la fruta no irradiada indicando que el tratamiento postcosecha con luz UV produjo un estrés en la fruta que hace que ésta, en respuesta

a dicho estímulo, induzca la síntesis de polifenoles. Es decir que se ven obligadas a generar sustancias defensivas como los polifenoles y antocianos, que son la razón de que estos frutos sean tan cotizados.

Tabla 2. Contenido total de compuestos fenólicos a los 0 y 7 días de conservación para las muestras control y tratada.

| MUESTRAS | CONC. (mg Eq AG/100 g muestra) | |
|-----------------|--------------------------------|----------|
| | 0 días | 7 días |
| Muestra Control | 393,33 b | 376,00 b |
| Muestra Tratada | 399,33 a | 396,67 b |

Las letras distintas indican que hay diferencias significativas, según test de LSD Fisher ($P \leq 0,05$).

La variedad estudiada presenta contenidos en estos compuestos similares a los detallados en bibliografía para arándanos cultivados de distinta procedencia. (Vásquez, 2012) (Barreto, 2016).

Los datos publicados por la USDA Nutrient Data base (2004) para las variedades de mayor consumo en Estados Unidos muestran valores medios de 292,97 mg fenoles/100g arándano fresco, siendo los valores mínimo y máximo de 158,03 mg fenoles/100g arándano fresco y 459,05 mg fenoles/100g arándano fresco respectivamente.

Color

Los resultados de la evolución del color superficial obtenidos en los ensayos pueden verse en la tabla 3. Tabla 3: Luminosidad L*, parámetro de color a* y parámetro de color b* para arándanos a los 0 y 3 días de almacenamiento.

| MUESTRAS | CONC. (mg Eq AG/100 g muestra) | | |
|----------|--------------------------------|---------|--------|
| | L* | A | b |
| NFC0 | 4,41 d | 27,31 c | 7,61 d |
| NFC3 | 5,43 b | 30,46 b | 9,36 b |
| IFC0 | 4,98 c | 29,40 b | 8,58 c |
| IFC3 | 6,32 a | 32,45 a | 7,61 d |

Las letras distintas indican que hay diferencias significativas, según test de LSD Fisher ($P \leq 0,05$).

Parámetro L*

A tiempo cero, el parámetro Luminosidad L* en el extracto del fruto completo irradiado fue 13% mayor al natural.

Se observó que en el extracto del fruto completo irradiado y conservado durante 3 días hubo un aumento del 16%, respecto a la luminosidad extracto del fruto completo natural a tiempo cero. Mientras que en la Luminosidad del extracto del fruto completo natural y conservado durante 3 días aumentó un 23%, ya que la pérdida de peso, se debe a la pérdida de humedad, el resultado se percibe desde el punto de vista de la percepción del color como un aumento de luminosidad.

Los valores fluctuaron entre 4 y 6 indicando valores bajos de luminosidad con tendencia al negro. Valores similares se encontraron en bibliografía, en donde la luminosidad, que cuantifica la oscuridad-claridad (0-100) de un alimento, presentó un valor de $5,1 \pm 0,5$ en el subproducto fresco, que representa un color oscuro. (Irigoytia, 2018).

Parámetro a*

A tiempo cero, el parámetro a* en el extracto del fruto completo irradiado fue 8% mayor al natural.

Se observó que en el extracto del fruto completo irradiado y conservado durante 3 días hubo un aumento del 19%, respecto al del extracto del fruto completo natural a tiempo cero. Mientras que en el parámetro b* del extracto del fruto completo natural y conservado durante 3 días aumento un 11%.

Los valores fluctuaron entre 27 y 43. De modo análogo a la luminosidad, al haber pérdida de peso (debido a la pérdida de humedad, y dado que los valores de compuestos fenólicos se mantienen) el resultado se percibe desde el punto de vista de la percepción del color como un aumento del componente rojo-verde, donde el ojo tiene mayor sensibilidad.

Parámetro b*

A tiempo cero, el parámetro b* en el extracto del fruto completo irradiado fue 13% mayor al natural.

Se observó que en el extracto del fruto completo irradiado y conservado durante 3 días hubo un aumento del 43%, respecto a b* del extracto del fruto completo natural a tiempo cero. Mientras que en el parámetro b* del extracto del fruto completo natural y conservado durante 3 días disminuyó un 23%.

Los valores de b* para el fruto completo fluctuaron entre 7 y 10 indicando tendencia al azul, pero con menor incidencia por la menor sensibilidad.

Los valores mostrados entre las muestras tratadas con radiación UV-C presentaron un color similar

a la testigo similar a la bibliografía (Frisón, 2021). Inmediatamente después de la aplicación del tratamiento, tanto la luminosidad (L*) como el parámetro b* ($b^* < 0$, representa el tono azul) y la cromaticidad (C^*_{ab}) de los arándanos tratados presentaron valores similares a la muestra testigo, al igual que los parámetros a* y h_{ab} (no informados). Rodoni y otros (2015) no encontraron diferencias en la luminosidad y el tono (L* y h_{ab}) de pimientos frescos cortados por efecto de la radiación UV-C. Ortiz Araque y otros (2018) tampoco encontraron diferencias en el tono de las frutillas antes y después del tratamiento con radiación UV-C, pero sí una reducción en L*.

Diferencia de color

Uno de los mejores parámetros para describir la variación del color es la diferencia de color (DE^*), ya que refleja el cambio total en todos los parámetros L*, a* y b* (Ec. 2).

Al considerar como estándar o referencia el fruto completo natural a tiempo cero con respecto al fruto completo irradiado a tiempo cero la diferencia de color fue 2,38; respecto del fruto completo natural al tercer día de conservación 3,75 y respecto al fruto completo irradiado al tercer día de conservación 6,38. La diferencia de color entre el fruto completo natural e irradiado conservados durante 3 días fue de 2,66.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el software InfoStat a través del análisis de varianza (ANOVA). Se realizó la comparación de medias utilizando el test de diferencias mínimas de Fisher (LSD) con un nivel de confianza del 95%.

CONCLUSION

Se mantuvo la tendencia de la pérdida de peso entre la muestra control y tratada a lo largo del tiempo. No se detectaron diferencias significativas, la muestra tratada registró una leve disminución de la pérdida de peso.

Los espectros UV-Vis identificaron que los extractos del arándano presentan pigmentos antocianicos no mostrando una diferencia considerable con el tratamiento propuesto a tiempo cero, pero si se observó que el contenido permanece casi invariable durante 7 días en el fruto tratado.

La fruta irradiada tuvo un mayor contenido compuestos fenólicos en comparación con la fruta no irradiada.

La luminosidad tuvo un leve aumento luminosidad al tercer día de los extractos de los frutos conservados

con y sin radiación, siendo mayor el aumento en el natural, lo que indica que el tratamiento no afecta dicho parámetro de manera considerable. Es decir que la luminosidad (L*) de los frutos disminuyó durante el almacenamiento mostrando que el tratamiento UV retrasa la pérdida de luminosidad de los frutos.

La diferencia de color entre las muestra tratada y las muestra control a tiempo cero fue baja, aumentando con el tiempo de conservación.

De los resultados obtenidos se puede concluir que el tratamiento sugerido se presenta como una alternativa prometedora ya que mantiene la calidad organoléptica de las muestras de arándanos estudiados.

BIBLIOGRAFIA

- Barbosa-Cánovas* Gustavo y Bermúdez-Aguirre Daniela. *Nonthermal Processing of Food*. Scientia Agropecuaria, 2010.
- Barreto, M. A., Cánovas, A. F., & Más, M. J. E. *Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados*. UCV-SCIENTIA/Journal of Scientific Research of University, 2016.
- Bonilla-González, J.P., & Prieto-Ortíz, F.A. (2016). Determinación del estado de maduración de frutos de feijoa mediante un sistema de visión por computador utilizando información de color. *Rev. investig. desarro. innov*, 7(1), 111-126, 2016.
- Charles, M., Tano, K., Asselin, A., Arul, J. *Physiological basis of UV-C induced resistance to Botrytis cinerea in tomato fruit. V. Constitutive defence enzymes and inducible pathogenesis-related proteins*. *Postharvest Biol. Technol.* 51, 414-424, 2009.
- Defilippi, Bruno, Robledo, Paula y Becerra, Cecilia (2013) *Manejo de cosecha y poscosecha en arandano*. Chillan: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 263, 2013.
- Del Valle, G.; González, A.; Báez, R. 2005. *Antocianinas en uva (Vitis Vinifera L.) y su relación con el color*. *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 28, número 004, 2010 .
- Dell'Acqua, Ailyn; Moyano, María; Galvan, Julieta. *Comercialización y competitividad del arándano argentino*. FCE. UNT, 2019.
- Fabiani, G. L.; Perez, E.E., Corral, L.; Salguero A. R.; González, M., Tereschuck, M. L. y Boggetti, H. J. *Evaluación del contenido de antioxidantes en extractos convencionales y supercríticos de arandano (Vaccinium corymbosum L.)* Investigaciones en facultades del NOA. ISSN N° 1853-7871
- Frisón Noemi, María Zoé Rivas, Carolina Andrea Chiericatti, Andrea Marcela Piagentin *Efecto de la radiación UV-C sobre la calidad y la flora fúngica contaminante natural de arándanos (Vaccinium corymbosum L., variedad O'Neal)*. *Laura iINNOTEC*, núm. 22, e575, 2021.
- Guerrero, J., Ciampi, L., Castilla, A., Medel, F., Schalchli, H., Hormazabal, E., Alberdi, M. *Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile*. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 537-544, 2010
- Guerrero-Beltrán, J.A. Barbosa-Cánovas, G.V. *Review: Advantages and Limitations on Processing Foods by UV Light*. *Food Science Technology International*. EUA, 2004.
- Irigoytia, Belén; Sosa, Natalia; Genevois, Carolina. *Efecto de diferentes tratamientos de deshidratación sobre las propiedades físicas y nutricionales de subproductos de arándanos*.
- Jepson RG, Craig JC. *A systematic review of evidence for cranberries and blueberries in UTI prevention*. *Mol Nutr Food Res* ;51:1-8 2007.
- Jiménez A. y Gutiérrez G. «Color» *En Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos*, Ed. A. Jiménez y J. M. Aguilera, Editorial Acribia, 325 a 331, 2001.
- Kirschbaum D. S. (2017). *Situación actual de la producción de las frutas finas en Argentina*. En: *Suena Campo*. <http://suenaacampo.com>. Consultado: mayo 2021
- Kirschbaum Daniel, Rivadeneira Maria F.- *Programa Nacional Frutales - Cadena arándano*. INTA EEA. Concordia, Entre Rios. INTA EEA Famaillá, Tucumán, 2012.
- Kirschbaum, D. S. (2017). *Arándanos, la fruta fina que más creció en los últimos años*. En: *Producción*. <http://www.produccion.com.ar/>, consulta: mayo 2021
- León, S., & Elisa, D. *Estudio del potencial antioxidante de la mora (Rubus glaucus Benth) y sus cambios en función del proceso de maduración y bajo diferentes temperaturas de almacenamiento*. Universidad Nacional de Colombia, 2012.
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. *El color en los alimentos un criterio de calidad medible*. *AgroSur*, 42(2), 57-66, 2014.
- Neri Ruz E., González C., de León Jaen S., Gutiérrez Escoto P., Kunhardt Urquiza E., Ovadía Rosenfield L., Salazar López Ortiz C., Velázquez Castellanos P. *El jugo de arándano y su papel en las infecciones de las vías urinarias*. Artículo de revisión: *Ginecol Obstet Mex.* 77(11):512-7, 2009.

Olivas, G. y Barbosa, G. *Edible coatings for fresh-cut fruits*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 45, pp: 657-670, 2005.

Ortiz Araque, L., Rodoni, L., Darré, M., Ortiz, C., Civello, P. y Vicente, A., *Cyclic low dose UV-C treatments retain strawberry fruit quality more effectively than conventional pre-storage single high fluence applications*. *Food Science and Technology*, 92, pp.304-311. 2018

Rodoni, L., Zaro, M., Hasperué, J., Concellón, A. y Vicente, A., 2015. UV-C treatments extend the shelf life of fresh-cut peppers by delaying pectin solubilization and inducing local accumulation of phenolics. En: *Food Science and Technology*, 63(1), pp.408-414.

Santillo VM, Lowe FC. *Cranberry juice for the prevention and treatment of urinary tract infections*. *Drugs of Today*, 43(1):47-54, 2007.

Song K., Taghipour F., Mohseni M. *Microorganisms inactivation by wavelength combinations of ultraviolet light-emitting diodes (UV-LEDs)*. *Science of the Total Environment*, 665 . 1103–1110, 2019.

Vásquez, S.; Guillen, R.; Jaramillo, S.; Jimenez, A.; Rodríguez, R. 2012. *Funcionalidad de distintas variedades de arándanos*. VII Congreso Español de Ingeniería de Alimentos. Universidad de Castilla - La Mancha. España, 2012

Wei Yuan., Lijing Zhou, Guangrui Deng, Ping Wang, David Creech and Shiyu Li. *Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity of Vaccinium L. in Texas, USA*. *Pharmaceutical Crops*. 11-23, 2011.

Yao L.H., Jung Y.M., Tomas-Barberán F.A., Datta N., Singanusong R., Chen S.S. *Flavonoids in food and their health benefits*. *Plant Foods Hum. Nutr.* 59: 113-122, 2004.

Zapata, L.; Malleret, A.D.; Lesa, C.E.; Rivadeneira, M.F. (2010). *Estudio sobre cambios de la firmeza de bayas de arándanos durante su maduración*. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. Año XXI N° 41, 2010.