

Efecto de las condiciones de acondicionamiento y almacenamiento en la calidad y vida útil del arándano (*Vaccinium sp.*)

Effect of conditioning and storage conditions on the quality and shelf life of blueberry (*Vaccinium sp.*)

Vicente Amirpasha Tirado Kulieva¹

Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú.

RESUMEN

El arándano (*Vaccinium sp.*) es considerado un buen alimento debido a sus compuestos antioxidantes que le confieren múltiples beneficios a la salud del consumidor. Sin embargo, es susceptible al deterioro, por lo que se propone evaluar el efecto de las condiciones de acondicionamiento y almacenamiento en la calidad y vida útil del arándano. El método consiste en comparar una muestra a distintas temperaturas (1 °C, 13,1 °C y ambiental) y envases (polietileno, polipropileno y sin empaque), además de un experimento adicional para comparar el efecto del corte ½ en la fruta. Los resultados muestran que las mejores condiciones de almacenamiento para mantener la calidad del arándano según el olor, color, sabor, textura y presencia de moho fueron a 13,1°C y utilizando polietileno. Las diferencias fueron significativas ($p<0,05$) frente a otros tratamientos, logrando prolongar la vida útil de la fruta hasta 21 días. Respecto a la fruta cortada, esta tuvo la menor vida útil (4 días) debido al daño mecánico al que fue expuesto y por su exposición al medio ambiente.

Palabras clave: Arándano, calidad, temperatura de almacenamiento, empaque alimentario, vida útil.

ABSTRACT

The blueberry (*Vaccinium sp.*) is considered a good food due to its antioxidant compounds that confer multiple health benefits to the consumer. However, it is susceptible to spoilage, so it is proposed to evaluate the effect of conditioning and storage conditions on the quality and shelf life of blueberries. The method consists of comparing a sample at different temperatures (1 °C, 13.1 °C and ambient) and packaging (polyethylene, polypropylene and no packaging), plus an additional experiment to compare the effect of ½ cut on the fruit. The results show that the best storage conditions to maintain blueberry quality according to odor, color, flavor, texture and presence of mold were at 13.1°C and using polyethylene. The differences were significant ($p<0.05$) compared to other treatments, extending the shelf life of the fruit up to 21 days. The cut fruit had the shortest shelf life (4 days) due to mechanical damage and exposure to the environment.

Key words: Blueberry, quality, storage temperature, food packaging, shelf life.

¹ Ingeniero de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de Frontera – UNF. Sullana, Piura, Perú.

Línea de Investigación: Análisis de la calidad de productos agroalimentarios
<https://orcid.org/0000-0001-8534-9153> EMAIL: 2017103066@unf.edu.pe

1. INTRODUCCIÓN

Las frutas y verduras frescas son muy susceptibles a la insuficiencia y al deterioro debido a su alta humedad con contenido de nutrientes y agua que puede llegar a conformar entre un 80 a 90 % de su peso total. De acuerdo con Sharma et al. (2013), su degradación se ve reflejada en el daño microbiológico, fisicoquímico como el ablandamiento de su textura y oxidación, y organolépticos como cambios indeseables en el color, sabor y olor. En la actualidad, se ha incrementado el consumo de dichos alimentos cortados, es decir, mínimamente procesados, dado que son productos naturales que se adaptan al estilo cambiante y exigente de los consumidores, con la desventaja de que tienen un riesgo de deterioro elevado (Yousuf et al., 2018).

El arándano (*Vaccinium sp.*) es una de las frutas más consumidas debido a su valor nutricional y bioactivo al contener principalmente vitaminas y antioxidantes como compuestos fenólicos representados por las antocianinas (Zsivanovits y Iliev, 2019). El alto contenido de antioxidantes proporciona diversos beneficios a la salud (Wang et al., 2019) como actividad anticancerígena, antiinflamatoria, prevención de enfermedades cardiovasculares, entre otros (Pérez-Lavalle et al., 2020). A pesar de sus múltiples cualidades, el arándano tiene una vida útil muy corta por la rápida pérdida de agua y el crecimiento de moho, especialmente por la presencia de *Botrytis cinerea* (Abbey et al., 2019).

Para conservar la calidad del arándano determinada por procesos fisiológicos como la respiración, transpiración y síntesis de etileno (Paniagua et al., 2014), es indispensable tener un buen manejo de las condiciones de almacenamiento (Pérez-Lavalle et al., 2020). Se recomienda niveles elevados de humedad (90 a 95 %) y temperaturas bajas (0 °C) (Concha-Meyer et al., 2015) siendo los métodos más empleados, la refrigeración y/o congelación (Wang et al., 2019). Para mejorar la conservación es necesario optimizar la técnica con el empleo de envases alimentarios como el uso de material de polietileno (PE) y polipropileno (PP) (Zhou et al., 2014). En concordancia con Yousuf et al. (2020), mencionan que también debe considerarse algunas operaciones de acondicionamiento como el correcto lavado y desinfección del arándano para reducir la carga microbiana.

En relación con los antecedentes se debe plantear estrategias de conservación más comunes en el sector de las frutas y verduras frescas y más aún si están cortadas son el uso de atmósferas modificadas y controladas (Concha-Meyer et al., 2015; Paniagua et al., 2014), recubrimientos comestibles, empaques activos e inteligentes (Yousuf et al., 2018) y como acondicionamiento, la desinfección con ozono, ácido peracético, dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno y ácidos orgánicos (Pérez-Lavalle et al., 2020), entre otras técnicas. En vista de que hay escasa información acerca de la conservación de frutas considerando únicamente distintas temperaturas y envases durante el almacenamiento, es que también se propone en esta investigación, evaluar la influencia de distintas temperaturas de almacenamiento, además del efecto de envases de PE y PP en la calidad y vida útil del arándano. Adicionalmente, se determinará su influencia a partir del análisis del grado de deterioro en comparación con una muestra extra cortada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Procesamiento del arándano

Los arándanos con madurez óptima fueron obtenidos del mercado de Sullana, provincia de Sullana-Perú, a finales del 2020. Siguiendo lo sugerido por Zhou et al. (2014), se seleccionaron frutas sin daño mecánico, color y tamaño desigual. Se lavaron y desinfectaron por inmersión durante 1 min en una solución de NaClO (comercial al 4 %) a 50 ppm (Pérez-Lavalle et al., 2020) y se dejaron secar totalmente para reducir el deterioro

por la presencia del agua (Sharma et al., 2013). El arándano acondicionado se envasó y almacenó siguiendo el diseño factorial.

2.2. Diseño del experimento

Se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) donde se evaluó el efecto de la temperatura (T_1 : 1 °C, T_2 : 13,1 °C y T_3 : temperatura ambiental media de 27 °C) y el tipo de envase (E_1 : PP, E_2 : PE y E_3 : sin envase) durante el almacenamiento. Además, se ejecutó un experimento adicional con las condiciones T_3 y E_3 , pero con arándano cortado de forma transversal ($1/2$), teniendo un arreglo factorial $3^2 + 1$, es decir, de 10 corridas experimentales. Para cada tratamiento se utilizaron 20 bayas de arándano.

2.3. Análisis de datos

Para los 9 primeros experimentos se evaluaron los dos factores con sus distintos niveles, realizando diariamente un análisis sensorial (olor, color, sabor y textura) de forma aleatoria hasta que se hayan cumplido la vida útil. Para el análisis de datos se aplica el análisis de varianza (ANOVA) bifactorial con un nivel de significancia del 5 % ($p < 0,05$) para saber si alguna media es diferente y la prueba de HSD (diferencia significativa honesta) de Tukey para determinar que muestras difieren entre sí. Respecto al último experimento sobre el arándano cortado, al establecerse su vida útil, se comparó con la muestra E_3T_3 .

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Efecto de la temperatura y empaque en la calidad del arándano fresco

Al inicio (día 1) los arándanos presentaron olor dulce, picante y afrutado, color negro azulado, intenso y brillante, sabor dulce con ligera acidez y textura firme. En la tabla 1 se observa que las características organolépticas se deterioraron a lo largo del almacenamiento hasta que las frutas se mostraron inodoras, negra opaca, muy ácidas y blandas.

Tabla 1.

Análisis sensorial del arándano con distinto material de envase y temperatura de almacenamiento.

Parámetro			Características organolépticas			
Temperatura	Envase	Días	Olor	Color	Sabor	Textura
T_1	E_3	14	Inodoro	Negro	Muy ácido	Blando
	E_1	15				
	E_2	17				
T_2	E_3	15	Inodoro	Negro	Muy ácido	Blando
	E_1	18				
	E_2	21				
T_3	E_3	11	Inodoro	Negro	Muy ácido	Blando
	E_1	12				
	E_2	15				

En todas las muestras hubo una notable pérdida de peso, reflejándose en el ablandamiento y más aún en T_2 y T_3 . Estos hallazgos están en consonancia con la literatura que reporta que a temperaturas más elevadas se aumenta el deterioro del arándano (Nunes et al., 2008) y el proceso de transpiración (Buitrago-Dueñas et al., 2018), repercutiendo en pérdida de agua (por consiguiente, peso) y textura (Yousuf et al., 2018). Resultados similares se mostraron en la investigación de Zsivanovits y Iliev (2019), quienes concluyeron que la deshidratación del arándano fue menor a 0 °C a comparación de 10 °C durante las 3 semanas de almacenamiento. De igual manera, Concha-Meyer et al. (2015) determinaron que durante 10 días a 4 °C, a comparación

de 12 °C, el arándano presentó menor ablandamiento al inhibir las reacciones enzimáticas y la producción de etileno.

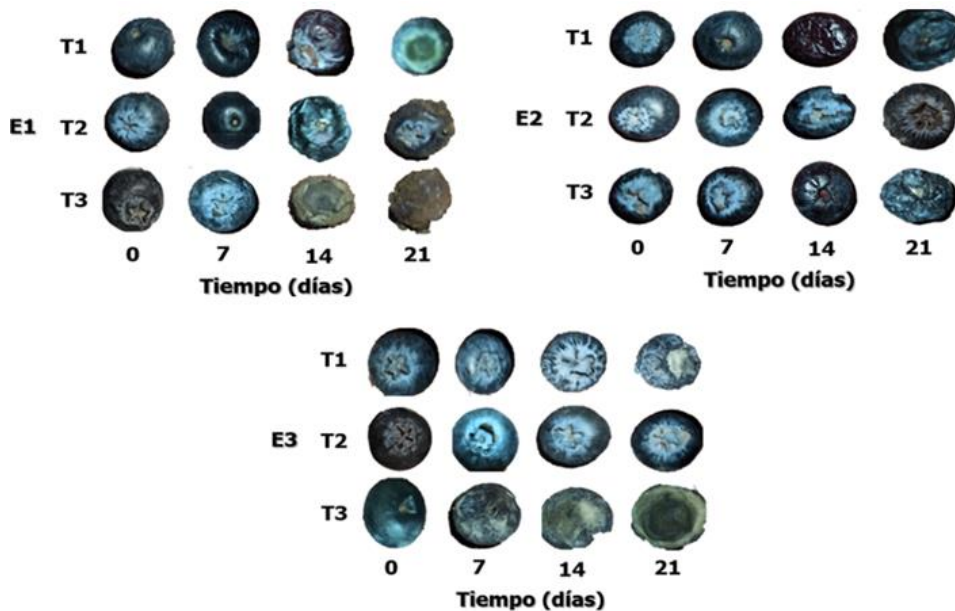
Asimismo, el color azulado brillante característico del arándano disminuyó a la par del resto de características. Esto fue debido a la degradación de las antocianinas producto de factores externos como la temperatura, tiempo e internos como la variación de ácidos orgánicos, pH y azúcar (Zsivanovits y Iliev, 2019). La decoloración también pudo haber sido por el estrés oxidativo que afectó a los compuestos fenólicos, durante el almacenamiento (Zhou et al., 2014).

En el sabor, la disminución del dulzor se dio proporcionalmente al aumento de la acidez, además en los últimos días se tuvo un ligero sabor (y también olor) a fermentado, esto radica en el proceso fermentativo y la consecuente producción de ácidos orgánicos a partir de la degradación de azúcares (Buitrago-Dueñas et al., 2018).

Concerniente a las temperaturas, las características organolépticas fueron óptimas durante el almacenamiento a 13,1 °C (T₂), seguido de 1 °C (T₁) y a temperatura ambiental (T₃), no habiendo una relación directa. Según Zhou et al. (2014), a temperaturas bajas se generan daños por frío, un trastorno fisiológico que induce a la peroxidación lipídica, lo cual lo experimentaron en su investigación, al presenciar hasta 89 % de picaduras al almacenar arándano a 0 °C durante 60 días. Resultados similares obtuvieron Wang et al. (2019) quienes mantuvieron arándanos a 0 °C durante 60 días al retrasar la maduración, senescencia y podredumbre, pero se observó picaduras muy visibles que afectan su valor comercial.

Figura 1.

Evaluación de las muestras durante 3 semanas.



En el estudio de Nunes et al. (2008), la pérdida de peso, descomposición, ablandamiento y cambios organolépticos del arándano fue mayor a temperaturas mayores a 20 °C (hasta 20,8 % de pérdida de peso en 2 días), pero la vida útil fue menor a 0 °C y 5 °C a comparación de 10 °C y 15 °C. Con respecto al envase, un factor decisivo en la calidad y vida útil del arándano, Sharma et al. (2013) argumentan que el PE y el PP son materiales ampliamente usados en empaques alimentarios por

sus propiedades mecánicas, químicas y de barrera. En los resultados obtenidos el PE fue más eficiente debido a que tiene mayor resistencia a bajas temperaturas, mejor barrera a los gases (O₂ y CO₂), a la humedad, olores y sabores (Mangaraj et al., 2019). La menor vida útil se observó en los arándanos sin envasar por la oxidación enzimática y no enzimática inducida por la exposición directa a los microorganismos y al oxígeno.

Para una comparación uniforme independientemente del fin de la vida útil, se realizó una evaluación semanal hasta los 21 días.

En la Figura 1, se observa que hubo presencia de moho en todas las muestras (en distintas proporciones). En conformidad con el estudio de Paniagua et al. (2014), dicha podredumbre gris se dio por la presencia de *Botrytis cinerea* que les ocasionó arrugas, atrofia y ablandamiento de la superficie.

La podredumbre en las muestras mostró una particularidad, su aparición en condiciones de refrigeración, incluyendo T₁. La literatura informa que, aunque su temperatura óptima oscila entre los 20 °C (Kwon et al., 2018), también pueden desarrollarse a temperaturas más bajas, incluso a los 0 °C (Abbey et al., 2019). Esto se comprobó en el almacenamiento de arándano entre 0 y 10 °C (Paniagua et al., 2014), y entre 4 y 12 °C (Concha-Meyer et al., 2014).

3.2. Efecto de la temperatura, empaque y corte en la vida útil del arándano fresco

La vida útil se determinó siguiendo el diseño experimental planteado (Tabla 2) considerando el día en que el arándano perdió su calidad característica en términos sensoriales o por factores microbiológicos o químicos.

Tabla 2.

Diseño factorial 3² + 1

Parámetros		Temperatura de almacenamiento		
		T ₁	T ₂	T ₃
Envase	E ₁	16	17	12
	E ₂	17	21	15
	E ₃	12	15	10
	E ₃ 1/2			4

Para el ANOVA bifactorial se omitió el valor de la vida útil del arándano cortado (4 días). Se determinó que hubo diferencia significativa (p<0,05) entre los tipos de envase y las distintas temperaturas de almacenamiento. Después de realizar la prueba de Tukey, los tratamientos que diferían entre sí fueron los tratamientos T₂ y T₃, T₂ y T₁; E₂ y E₃, E₂ y E₁. Así, se demostró que, durante el almacenamiento, el material de empaque y la temperatura tienen una alta influencia en la calidad y vida útil del arándano.

De acuerdo a lo previo, la mayor vida útil (21 días) durante el almacenamiento se logró al emplear envase de PE (E₂) y a 13,1 °C (T₂). El envase de PP (E₁) fue mejor que al no emplear envase, pero no de forma significativa (17 frente a 15 días a T₂). Similarmente, fue mejor el almacenamiento a temperatura ambiental que a 1 °C (15 y 17 días con E₂, respectivamente), aunque en esta última condición se presentaron daños por frío.

En la Figura 2 se observa diferencia fue significativa con respecto a la diferencia entre la vida útil del arándano cortado y entero, sin empaque y a temperatura ambiental.

El corte 1/2 en el arándano causó mayor impacto en su calidad y, por ende, menor vida útil. Esto se debe a que son más susceptibles por las heridas en los tejidos (Yousuf et al., 2020), las cuales son afectadas por factores internos morfológicos, fisiológicos y bioquímicos y externos como la temperatura y humedad (Yousuf et al., 2018). Principalmente, esto genera una sustancial pérdida de agua (Buitrago-Dueñas et al., 2018) y posteriormente, la pérdida de atributos como el color, sabor, firmeza y jugosidad (Soliva-Fortuny & Martín Belloso, 2003).

Figura 2.

Muestras sin envase, enteras y con corte 1/2, a temperatura ambiental.



4. CONCLUSIONES

Los distintos envases y temperaturas de almacenamiento tuvieron efectos significativos en la calidad y vida útil ($p < 0,05$) del arándano fresco debido a la barrera generada contra los factores externos y a la inhibición o retardo de las reacciones químicas y microbiológicas en la fruta, respectivamente. Se logró condiciones óptimas de una vida útil de 21 días con el empleo de PE como material de envase por sus mejores características mecánicas a comparación del PP y a 13,1 °C, evitando daños por frío, debido a temperaturas más bajas. La presencia de moho fue ligeramente inevitable en todos los tratamientos por su capacidad para propagarse en un amplio intervalo de temperaturas, pero podría controlarse a temperaturas menores a 0 °C. Por último, el corte ocasionó estrés al arándano, lo que repercutió en una disminución sustancial de la vida útil (4 días).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbey, J.A.; Percival, D.; Abbey, L.; Asiedu, S.K.; Prithiviraj, B. & Schilder, A. (2019). Balakrishnan Prithiviraj & Annemiek Schilder (2019) Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*) – prospects and challenges. *Biocontrol Science and Technology*, 29(3), 207-228
- Buitrago-Dueñas, E.M.; Dussán-Sarria, S.; Rivera-Ochoa, M.C. & Ordoñez-Santos, L.E. (2018). Efecto del tipo de corte y tipo de envase en la conservación de piña [*Ananas comosus* (L.) Merr.] ‘Oro Miel’ mínimamente procesada. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(2), 308-318
- Concha-Meyer, A.; Eifert, J.D.; Williams, R.C.; Marcy, J.E. & Welbaum, G.E. (2015). Shelf Life Determination of Fresh Blueberries (*Vaccinium corymbosum*) Stored under Controlled Atmosphere and Ozone. *International Journal of Food Science*, 164143

- Kwon, J.H.; Cheon, M.G.; Choi, O. & Kim, J. (2018). First Report of *Botrytis cinerea* as a Postharvest Pathogen of Blueberry in Korea. *Micobiology*, 48(5), 423-426
- Mangaraj, S.; Goswami, T.K. & Mahajan, P.V. (2009). Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review. *Food Engineering Reviews*, 1, 133
- Nunes, M.C.N.; Emond, J.P. & Brech, J.K. (2008). Quality Curves for Highbush Blueberries as a Function of the Storage Temperature. *Small Fruits Review*, 3(3-4), 423-440
- Paniagua, A.C.; East, A.R. & Heyes, J.A. (2014). Interaction of temperature control deficiencies and atmosphere conditions during blueberry storage on quality outcomes. *Postharvest Biology and Technology*, 95, 50-89
- Pérez-Lavalle, L.; Carrasco, E. & Valero, A. (2020). Strategies for Microbial Decontamination of Fresh Blueberries and Derived Products. *Foods*, 9(11), 1558
- Sharma, S.R.; Bhatia, S.; Arora, S.; Mittal, T.C. & Gupta, S.K. (2013). Effect of storage conditions and packaging material on quality of anardana. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, 6(5), 2179-2186
- Soliva-Fortuny, R.C. & Martín Belloso, O. (2003). New advances in extending the shelflife of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 14(9), 341-353
- Wang, Y.; Ji, S.; Dai, H.; Kong, X.; Hao, J.; Wang, S.; Zhou, X.; Zhao, Y.; Wei, B.; Cheng, S. & Zhou, Q. (2019). Changes in Membrane Lipid Metabolism Accompany Pitting in Blueberry During Refrigeration and Subsequent Storage at Room Temperature. *Frontiers in Plant Science*, 10, 829
- Yousuf, B.; Deshi, V.; Ozturk, B. & Siddiqui, M.W. (2020). Fresh-cut fruits and vegetables: Quality issues and safety concerns. In: Siddiqui, M.W. (Ed.), *Fresh-Cut Fruits and Vegetables* (1-15). Massachusetts: Academic Press
- Yousuf, B.; Qadri, O.S. & Srivastava, A.K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *LWT – Food Science and Technology*, 89, 198-209
- Zhou, Q.; Ma, C.; Cheng, S.; Wei, B.; Liu, X. & Ji, S. (2014). Changes in antioxidative metabolism accompanying pitting development in stored blueberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 88, 88-95
- Zsivanovits, G. & Iliev, A. (2019). Quality changes of fresh grapes and blueberries during cold storage. *AIP Conference Proceedings*, 2075, 160006.