

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 12</b>

16.

<b>FECHA</b>	martes, 5 de diciembre de 2023
--------------	--------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Facatativá

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Facatativá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
LÓPEZ RODRIGUEZ	JUAN DIEGO	1003533160
REYES CORTES	LUIS ALEJANDRO	1003533160

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
CASTANEDA RODRÍGUEZ	LUZ JADDY
BAYONA PENAGOS	LADY VIVIANA

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 12</b>

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
MANEJO FITOSANITARIO DEL ARÁNDANO (VACCINIUM CORYMBOSUM) EN POSTCOSECHA

<b>SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)</b>

<b>EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN DESDE LA DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN</b>	
<b>INDICADORES</b>	<b>NÚMERO</b>
ISBN	
ISSN	
ISMN	


<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
27/11/2023	35

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)</b>	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1. Arándanos	Blueberries
2. postcosecha	Post-harvest
3. Control	Control
4. patógenos	pathogens
5. Botrytis cinerea	Botrytis cinerea
6. Colletotrichum sp	Colletotrichum sp
8. Alternaria spp	Alternaria spp
9. Penicillium spp	Penicillium spp


<b>FUENTES (Todas las fuentes de su trabajo, en orden alfabético)</b>
<p>1. Aguilera, J. M. y Leiva-Valenzuela, G. A. (2013). Automatic detection of orientation and diseases in blueberries using image analysis to improve their postharvest storage quality. Food Control, 33(1), 166-173.</p> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.025">https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.025</a></p>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 12</b>


2. Alcalde Navara, K. (2019). Estimación de pérdidas causadas por plagas en la calidad postcosecha de *Vaccinium corymbosum* "arándano". [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5489/1/REP\\_ING.AGRON\\_KATHERINE.ALCALDE\\_ESTIMACI%C3%93N.P%C3%89RDIDAS.CAUSADAS.PLAGAS.CALIDAD.POSTCOSECHA.VACCINIUM.CORYMBOSUM.AR%C3%81NDANO.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5489/1/REP_ING.AGRON_KATHERINE.ALCALDE_ESTIMACI%C3%93N.P%C3%89RDIDAS.CAUSADAS.PLAGAS.CALIDAD.POSTCOSECHA.VACCINIUM.CORYMBOSUM.AR%C3%81NDANO.pdf)
3. Balaguera, H., Buitrago, C., Ligarreto, G., y Rincón, M. (2014). Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v68n1/v68n1a13.pdf>
4. Bautista, J. (2019). Descripción del manejo agronómico del cultivo de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) Variedades Biloxi Y Legacy en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander. [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5861/1/Bautista\\_2019\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5861/1/Bautista_2019_TG.pdf)
5. Benites, K. (2019). Efecto del tiempo de almacenamiento con anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) sobre el peso, recuento de mesófilos y sólidos solubles en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. emerald [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5691/1/RE\\_IND.ALIM\\_KEVIN.BENITES\\_TIEMPO.DE.ALMACENAMIENTO\\_DATOS.PDF](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5691/1/RE_IND.ALIM_KEVIN.BENITES_TIEMPO.DE.ALMACENAMIENTO_DATOS.PDF)
6. Bens, E., Figueroa, D y Guerrero, J. (2010). Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la incidencia de hongos de postcosecha en arándano alto (*Vaccinium Corymbosum* L.), CVS. Berkeley, Brigitta y Elliot durante la temporada 2005-2006. *Idesia*, 28(2). <https://doi.org/10.4067/s0718-34292010000200002>
7. Bell, S. R., Montiel, L. G. H., González-Estrada, R. R., y Martínez, P. G. (2021). Main diseases in Postharvest blueberries, Conventional and eco-friendly Control methods: a review. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 149, 112046. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112046>
8. Bombelli, E. (2011). Modelado para la predicción de enfermedades en cultivos de alto valor comercial. [http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/modelado\\_prediccion\\_enfermedades.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/modelado_prediccion_enfermedades.pdf)
9. Bosquez, C. (2018). Caracterización morfológica y molecular de *Alternaria alternata* hongo fitopatógeno causante del secamiento descendente del cáliz, en frutos de *Physalis peruviana* en la Sierra centro-norte del Ecuador (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito, Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14682/Carolina%20Bosquez%20disertaci%C3%B3n%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Bustillo Alvarez, A. (2018). EL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum*) Y SU PROYECCIÓN EN COLOMBIA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/940?show=full>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 12</b>

11. Cleves, J., y Sol, G. (2022). Cultivo, postcosecha, procesado y comercio de berries. Pag 28-37  
[https://issuu.com/horticulturapostcosecha/docs/cultivo\\_postcosecha\\_procesado\\_y\\_comercio\\_de\\_berries](https://issuu.com/horticulturapostcosecha/docs/cultivo_postcosecha_procesado_y_comercio_de_berries)
12. Defilippi, B., Robledo, P., y Becerra, C. (2020). Manejo de cosecha y postcosecha en arándano. <https://cdn.blueberriesconsulting.com/2020/09/manejodecosecha-y-postcosechaenarandanocompressed.pdf>
13. Ding, J., Liu, C., Huang, P., Zhang, Y., Hu, X., Li, H., Liu, Y., Chen, L., Liu, Y., & Wen, Q. (2023b). Effects of thymol concentration on postharvest diseases and quality of blueberry fruit. Food Chemistry, 402, 134227.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134227>
14. Farfán, H. (2016). Posibilidades de producción del cultivo de arándano (*Vaccinium myrtillus*) bajo las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en una finca del municipio de Villapinzón, Cundinamarca.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=adminstracion\\_agronegocios](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=adminstracion_agronegocios)
15. France, A. (2013) Manual del arándano.  
<http://asocolblue.com/wp-content/uploads/2016/04/Manual-de-arandanos.pdf>
16. France, A. (2017). Enfermedades claves del Arandano. En C. Morales, Manual de manejo agronómico del arándano.  
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6673/NR40907.pdf?sequence=41>
17. Forbes, P; Mangas, E y Pagano, N. (2009). Producción de arándanos. Universidad Nacional de la Pampa; Facultad de agronomía.  
<http://www.agro.unlpam.edu.ar/licenciatura/disenio/producciondearandanos.pdf>
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (2020). La FAO presenta 2020 como Año Internacional de la Sanidad Vegetal.  
<https://www.fao.org/news/story/es/item/1253562/icode/>
19. Garcia Salgado, N. (2019) Desarrollo de cubiertas comestibles para controlar Botrytis cinerea en postcosecha de arándanos.  
[http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-8500/UCC8855\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-8500/UCC8855_01.pdf)
20. Garcia Rubio, J.C., y Garcia Gonzalez, G. (2011). Guia del arándano  
[https://frutales.files.wordpress.com/2011/05/guia\\_del\\_arandano.pdf](https://frutales.files.wordpress.com/2011/05/guia_del_arandano.pdf)

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 12</b>

21. Gonzalo, H. L. (2018). Esporas fúngicas alergénicas en el ambiente exterior. Alternaria, aerobiología e importancia sanitaria. Trabajo Fin de Grado. Facultad de Farmacia Universidad Complutense.
22. Granados, G., y Guevara, Y. (2010). CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA Y MOLECULAR DE AISLAMIENTOS DE *Colletotrichum* spp. OBTENIDOS DE FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO CON SÍNTOMAS DE ANTRACNOSIS..  
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8474/tesis438.pdf;sequence=1>
23. He, C., Zhang, Z., Li, B., Xu, Y., y Tian, S. (2019b). Effect of natamycin on botrytis cinerea and penicillium expansum—Postharvest pathogens of grape berries and jujube fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 151, 134-141.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.02.009>
24. Hu, X., Sun, H., Yang, X., Cui, D., Wang, Y., Zhuang, J., Wang, X., Ma, R., y Zhang, J. (2021). Potential use of atmospheric cold plasma for postharvest preservation of blueberries. *Postharvest Biology and Technology*, 179, 111564.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111564>
25. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). Manual de manejo agronómico del arándano. Boletín N° 371  
[https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA\\_Libro\\_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA_Libro_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
26. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas: Medidas para la temporada invernal.  
<https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>
27. INVIMA (2011) COMISIÓN REVISORA ACTA No. 10/11  
[https://www.invima.gov.co/documents/20143/439180/sab\\_ACTA\\_10\\_11.pdf/cc88df36-0cad-2fcc-7e15-4ea1fc9d2e7a](https://www.invima.gov.co/documents/20143/439180/sab_ACTA_10_11.pdf/cc88df36-0cad-2fcc-7e15-4ea1fc9d2e7a)
28. Jaramillo, K. (2018). Evaluación del uso combinado de té de compost, *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. en el control de *Botrytis cinerea* en flores de arándano.  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/faj.371e/doc/faj.371e.pdf>
29. Kurniawan, O., Wilson, K., Mohamed, R., y Avis, T. J. (2018). *Bacillus* and *Pseudomonas* spp. provide antifungal activity against gray mold and alternaria rot on blueberry fruit. *Biological Control*, 126, 136-141.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.08.001>
30. Lu, Q., Xie, Y., Gu, F. L., Tu, C., He, J., Guo, Q., Wu, T., Xu, M., & Ji, L. (2023). Potential of *Bacillus amyloliquefaciens* QY-1 as a biocontrol agent of *Botrytis cinerea* in postharvest blueberry. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 102117.  
<https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.102117>
31. Lu, Y., Ma, D., He, X., Wang, F., Wu, J., Liu, Y., Jiao, J., & Deng, J. (2021c). *Bacillus subtilis* KLBC BS6 induces resistance and defence-related response against *botrytis cinerea*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 12</b>

in blueberry fruit. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 114, 101599.  
<https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2020.101599>

32. Macias, M. (2020). ALTERNARIA: ALTERACIONES POSTCOSECHA EN FRUTAS TRABAJO FIN DE MÁSTER  
[https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/10973/1/TFMUJEX\\_2020\\_Macias\\_Miranda.pdf](https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/10973/1/TFMUJEX_2020_Macias_Miranda.pdf)

33. Mamgain, A., Roychowdhury, R., Tah, J. (2014). review Alternaria pathogenicity and its strategic controls. *Research Journal of Biology*. 22(1), 32-33.

34. Matute, P. (2019). Control biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) en cultivos de fresa (*Fragaria vesca* L.) mediante hongos filamentosos antagonistas.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18147/1/UPS-CT008620.pdf>

35. Mehra, L. K., MacLean, D., Shewfelt, R. L., Smith, K., y Scherm, H. (2013). Effect of postharvest biofumigation on fungal decay, sensory quality, and antioxidant levels of blueberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 109-115.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.05.007>

36. Mesa, A. y Zapata, C. (2022). Evaluación de la actividad in vitro de aceites esenciales derivados de plantas nativas en Colombia y sus componentes mayoritarios contra especies de *Candida* con diferentes perfiles de sensibilidad antifúngica y búsqueda de una posible diana  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/350278/20809199>


37. Michalska, A., y Lysiak, G. (2015). Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26266408/>

38. Murcia, J (2023). Arándanos, un mercado que llegaría a US\$3.000 millones en exportaciones para 2025. AGRONEGOCIOS  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/arandanos-un-mercado-que-llegaria-a-us-3-000-millones-en-exportaciones-para-2025-3636243>

39. Pratap-Singh, A., Shojaei, M., Singh, A., Ye, Y., Mandal, R., Yan, Y., Pico, J., Gerbrandt, E. M., y Castellarin, S. D. (2023). Effects of pulsed light on the post-harvest quality and shelf-life of highbush blueberries (CV. Draper). *Applied food research*, 3(1), 100273.  
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100273>


40. PROCOLOMBIA. (2020). Ficha técnica arándanos blueberries  
<https://b2bmarketplace.procolombia.co/sites/default/files/products/ficha-tecnica-arandanos-fructifera-2020.pdf>

41. Rivera, S., Zoffoli, J. P., y Latorre, B. A. (2013). Determination of optimal sulfur dioxide time and concentration product for postharvest control of gray mold of blueberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 83, 40-46.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.03.007>

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 12</b>

42. Sanchez, G., Contigiani, E. V., Coronel, M. B., Alzamora, S. M., García-Loredo, A., y Nieto, A. B. (2021). Study of UV-C treatments on postharvest life of blueberries 'O'Neal' and correlation between structure and quality parameters. *Heliyon*, 7(6), e07190. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07190>
43. Thomma, B. P. (2003). *Alternaria* spp.: from general saprophyte to specific parasite. *Molecular plant pathology*, 4(4), 225-236.)
44. Vera, D (2020). "Manejo postcosecha para el control de la enfermedad antracnosis en papaya (*Carica papaya* L.)" <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8488/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000094.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
45. Wharton, PS; Schilder, AC. 2008. Novel infection strategies of *Colletotrichum acutatum* on ripe blueberry fruit. *Plant Pathology* <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3242/FUNGOSIS%20DEL%20ARÁNDANO%20%28Vaccinium%20corymbosum%20L.%29VAR.%20BILOXI%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20JESÚS-%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. Wang, F., Saito, S., Michailides, T. J., y Xiao, C. L. (2021). Postharvest use of Natamycin to control alternaria rot on blueberry fruit caused by *Alternaria alternata* and *A. arborescens*. *Postharvest Biology and Technology*, 172, 111383. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111383>
47. Zhang, W., y Jiang, W. (2019). UV treatment improved the quality of postharvest fruits and vegetables by inducing resistance. *Trends in Food Science and Technology*, 92, 71- 80. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.012>
48. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). Manual de manejo agronómico del arándano. Boletín N° 371 [https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA\\_Libro\\_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA_Libro_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
49. Miles, T., y Schilder, A. (2008). Michigan Blueberry Facts: Anthracnose Fruit Rot (Ripe Rot). Michigan State University Department of Plant, Soil, and Microbial Sciences. Bulletin E-3039 <https://www.canr.msu.edu/blueberries/uploads/files/E3039.pdf>

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 8 de 12</b>

## Resumen

Este estudio se enfoca en el manejo fitosanitario de los arándanos durante la postcosecha, centrándose en la lucha contra hongos patógenos como *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* sp., *Alternaria* spp. y *Penicillium* spp. Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura, abarcando informes, estudios y publicaciones relacionados con el cultivo de arándanos. Se destaca la importancia económica de este cultivo, que enfrenta desafíos en términos de enfermedades fitosanitarias que afectan la calidad del fruto después de la cosecha. El estudio explora tres enfoques para el control fitosanitario. El control químico implica el uso de productos como el dióxido de azufre, la natamicina y el timol para prevenir enfermedades en la postcosecha. Algunos de estos productos ya se emplean como antifúngicos en otros productos, lo que los convierte en una alternativa interesante. El control físico incluye métodos mecánicos, térmicos y de luz, como la luz pulsada y la luz UV-C, para reducir la microbiota y prevenir infecciones por hongos, siendo una opción viable si se busca evitar el uso de productos químicos. El control biológico se basa en el uso de organismos vivos, como cepas de *Bacillus* y *Pseudomonas*, que inhiben el crecimiento de hongos patógenos. Destaca una cepa de *Bacillus amyloliquefaciens* para combatir el moho gris en arándanos. La elección de la estrategia adecuada depende de varios factores, incluyendo la especie de hongo, las condiciones de almacenamiento y la disposición del productor, demostrando múltiples formas de mantener la calidad del arándano en postcosecha y evitar las enfermedades fitosanitarias comunes.

## Abstract


This study focuses on the phytosanitary management of blueberries during postharvest, with a focus on combating pathogenic fungi such as *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* sp., *Alternaria* spp., and *Penicillium* spp. A comprehensive literature review was conducted, encompassing reports, studies, and publications related to blueberry cultivation. The economic importance of this crop is emphasized, as it faces challenges in terms of phytosanitary diseases that affect fruit quality after harvesting. The study explores three approaches to phytosanitary control. Chemical control involves the use of products such as sulfur dioxide, natamycin, and thymol to prevent postharvest diseases. Some of these products are already used as antifungals in other products, making them an interesting alternative. Physical control includes mechanical, thermal, and light-based methods, such as pulsed light and UV-C light, to reduce mycobiota and prevent fungal infections, offering a viable option for those looking to avoid the use of chemicals. Biological control is based on the use of living organisms, such as strains of *Bacillus* and *Pseudomonas*, that inhibit the growth of pathogenic fungi. A strain of *Bacillus amyloliquefaciens* stands out for combating gray mold in blueberries. The choice of the appropriate strategy depends on several factors, including the fungal species, storage conditions, and the producer's preferences, demonstrating multiple ways to maintain blueberry quality in postharvest and prevent common phytosanitary diseases.

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 9 de 12</b>


ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son: Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	x	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	x	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	x	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 10 de 12</b>

responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO \_x\_\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

 <b>UDEC</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 11 de 12</b>

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 12 de 12</b>



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. MANEJO FITOSANITARIO DEL ARÁNDANO (VACCINIUM CORYMBOSUM) EN POSTCOSECHA. PDF	TEXTO
2.	
3.	
4.	

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafa)</b>
LÓPEZ RODRIGUEZ JUAN DIEGO	
REYES CORTES LUIS ALEJANDRO	

21.1-51-20.

**MANEJO FITOSANITARIO DEL ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum*) EN  
POSTCOSECHA**

***POSTHARVEST PHYTOSANITARY MANAGEMENT OF BLUEBERRIES (*Vaccinium corymbosum*)***

**Juan Diego López Rodríguez<sup>1</sup>, Luis Alejandro Reyes Cortes<sup>2</sup>, Luz Jaddy Castañeda<sup>3</sup> Lady Viviana Bayona Penagos<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Estudiante de ingeniería agronómica, Universidad de Cundinamarca

[Juandiegolopez@ucundinamarca.edu.co](mailto:Juandiegolopez@ucundinamarca.edu.co)

ORCID: 0009-0005-2896-5845

<sup>2</sup>Estudiante de ingeniería agronómica, Universidad de Cundinamarca

[lalejandroreyes@ucundinamarca.edu.co](mailto:lalejandroreyes@ucundinamarca.edu.co)

ORCID: 0009-0006-2213-8272

<sup>3</sup> Docente de ingeniería agronómica, Universidad de Cundinamarca

[ljcastañeda@ucundinamarca.edu.co](mailto:ljcastañeda@ucundinamarca.edu.co)

<sup>4</sup>Docente de ingeniería agronómica, Universidad de Cundinamarca

[lbayona@ucundinamarca.edu.co](mailto:lbayona@ucundinamarca.edu.co)

Correo de correspondencia: [lalejandroreyes@ucundinamarca.edu.co](mailto:lalejandroreyes@ucundinamarca.edu.co)

## Resumen

Este estudio se enfoca en el manejo fitosanitario de los arándanos durante la postcosecha, centrándose en la lucha contra hongos patógenos como *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.*, *Alternaria spp.* y *Penicillium spp.* Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura, abarcando informes, estudios y publicaciones relacionados con el cultivo de arándanos. Se destaca la importancia económica de este cultivo, que enfrenta desafíos en términos de enfermedades fitosanitarias que afectan la calidad del fruto después de la cosecha. El estudio explora tres enfoques para el control fitosanitario. El control químico implica el uso de productos como el dióxido de azufre, la natamicina y el timol para prevenir enfermedades en la postcosecha. Algunos de estos productos ya se emplean como antifúngicos en otros productos, lo que los convierte en una alternativa interesante. El control físico incluye métodos mecánicos, térmicos y de luz, como la luz pulsada y la luz UV-C, para reducir la microbiota y prevenir infecciones por hongos, siendo una opción viable si se busca evitar el uso de productos químicos. El control biológico se basa en el uso de organismos vivos, como cepas de *Bacillus* y *Pseudomonas*, que inhiben el crecimiento de hongos patógenos. Destaca una cepa de *Bacillus amyloliquefaciens* para combatir el moho gris en arándanos. La elección de la estrategia adecuada depende de varios factores, incluyendo la especie de hongo, las condiciones de almacenamiento y la disposición del productor, demostrando múltiples formas de mantener la calidad del arándano en postcosecha y evitar las enfermedades fitosanitarias comunes.

## Palabras clave:

*Arándanos, postcosecha, Control, patógenos, Botrytis cinerea, Colletotrichum sp., Alternaria spp. y Penicillium spp.*

**Abstract:**

This study focuses on the phytosanitary management of blueberries during postharvest, with a focus on combating pathogenic fungi such as *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.*, *Alternaria spp.*, and *Penicillium spp.* A comprehensive literature review was conducted, encompassing reports, studies, and publications related to blueberry cultivation. The economic importance of this crop is emphasized, as it faces challenges in terms of phytosanitary diseases that affect fruit quality after harvesting. The study explores three approaches to phytosanitary control. Chemical control involves the use of products such as sulfur dioxide, natamycin, and thymol to prevent postharvest diseases. Some of these products are already used as antifungals in other products, making them an interesting alternative. Physical control includes mechanical, thermal, and light-based methods, such as pulsed light and UV-C light, to reduce mycobiota and prevent fungal infections, offering a viable option for those looking to avoid the use of chemicals. Biological control is based on the use of living organisms, such as strains of *Bacillus* and *Pseudomonas*, that inhibit the growth of pathogenic fungi. A strain of *Bacillus amyloliquefaciens* stands out for combating gray mold in blueberries. The choice of the appropriate strategy depends on several factors, including the fungal species, storage conditions, and the producer's preferences, demonstrating multiple ways to maintain blueberry quality in postharvest and prevent common phytosanitary diseases.

**Key words:**

Blueberries, post-harvest, control, pathogens, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.*, *Alternaria spp.*, and *Penicillium spp.*

## EN POSTCOSECHA

### 1. INTRODUCCIÓN

Los arándanos (*Vaccinium corymbosum*) pertenecientes a la familia de las Ericáceas son altamente apetecidos por sus características antioxidantes, debido a su contenido de fenoles como lo son el ácido ascórbico y las antocianinas que contribuyen a la disminución del cáncer y otras enfermedades coronarias (Michalska & Łysiak, 2015). El arándano tiene un origen incierto, aunque generalmente se dice que tiene raíces norteamericanas y europeas, el género *Vaccinium corymbosum*, El volumen de exportación a nivel mundial ha mantenido una tendencia constante o creciente desde al menos el año 2010. Entre 2015 y 2019, experimentó un aumento promedio de aproximadamente 46,000 toneladas por año (Murcia, 2023).

Existe una gran variedad de cultivares comerciales de arándanos que se diferencian por sus hábitos de crecimiento, sabor, etapa de cosecha entre otros, aunque su proceso de comercialización muchas veces se ve afectado por la pérdida de propiedades organolépticas como su sabor cuando llega a un estado avanzado de maduración (Defilippi et al., 2020).

El arándano es una planta de porte arbustivo que produce un fruto o baya esférico y pequeño que puede llegar a medir entre 0.6 y 1.6cm de diámetro, su sabor se puede definir como agridulce y cuenta con excelentes porcentajes en cuanto al llenado de su pulpa (Forbes, et al. 2009). Según Undurraga, et al., (2013), este cultivo: “se caracteriza por ser fino y fibroso por lo cual no es capaz de atravesar estructuras compactas”, uno de los requerimientos más importantes en su etapa vegetativa. Actualmente se estiman unas 450 ha sembradas en zonas del altiplano cundiboyacense, Valle del Cauca y parte de Antioquia. Entre sus principales

exportadores está Chile en primer lugar seguido por Perú y en tercer lugar España. Colombia, tiene estimado llegar al puesto número 10 en el 2023 (Lorduy J, 2019).

Para alcanzar el estimado mencionado anteriormente, es fundamental llevar a cabo un monitoreo preciso y exhaustivo de las plagas que puedan surgir en el cultivo. Esta práctica posibilita la identificación detallada de los diferentes estados de desarrollo tanto foliares como edáficos de los insectos, contribuyendo así a prevenir posibles afectaciones en la producción, según lo destacado por Bustillo en ( 2018).

Actualmente se reconocen aproximadamente 3.000 especies de insectos plaga que afectan este cultivo, entre las más importantes se encuentran los trips, mosca blanca, áfidos, ácaros y cochinillas (Farfán. 2016). De igual manera, el arándano presenta susceptibilidad hacia algunas enfermedades causadas por hongos como Botritis (*Botrytis cinerea*), alternaría (*Alternaria tenuissima*), antracnosis (*Colletotrichum fioriniae*), entre otras, que finalmente tendrán un efecto negativo en la calidad del fruto (France, 2017). Los manejos fitosanitarios en todas las etapas de cultivo son estrategias importantes para prevenir las posibles pérdidas en un cultivo, según la FAO (2020), el 80% de los alimentos que consumimos son de origen vegetal. Sin embargo, las plagas y enfermedades representan una amenaza constante y creciente en las especies de plantas cultivables. Los datos estiman que hasta un 40% de los cultivos alimentarios a nivel mundial, se ven afectados, provocando pérdidas millonarias anuales en el comercio agrícola. Impactando de manera significativa la agricultura, aumentando el riesgo de que un mayor número de personas padezcan hambre.

De acuerdo como señaló Farfán (2016) Se ha identificado un elevado nivel de desinformación con respecto a la cadena de producción en áreas de transformación y comercialización. Además, se observa una escasa investigación por parte de las instituciones competentes. A raíz de estas circunstancias, surge la necesidad de buscar una alternativa práctica para el manejo fitosanitario adecuado. Esta alternativa no solo facilita la postcosecha, sino que también integraría al arándano

y a sus productos transformados en un mercado frutícola más robusto y en empresas de comercialización.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Materiales**

Esta revisión bibliográfica se desarrolló mediante un direccionamiento cuantitativo e interpretativo de diferentes fuentes de información de tipo científico investigativo, se basó en la búsqueda de información en diferentes bases de datos como Google académico, la base de datos de la Universidad Nacional de Colombia (repositorio institucional UN) , el repositorio de la UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia), el MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute), la revista Scielo, ScienceDirect, el repertorio de la UDCA (Universidad de ciencias aplicadas y ambientales) entre otros

### **2.2 Metodología**

Para esto, se realizó una investigación exhaustiva de los artículos, revisiones, revistas, libros y sitios web de interés para recopilar, comparar y seleccionar las distintas investigaciones hechas por diferentes autores que compartan resultados sobre el manejo fitosanitario de la postcosecha del arándano. A partir de ello, una vez analizada y verificada cada investigación se realizó una comparación de las diferentes metodologías encontradas para el manejo fitosanitario en la postcosecha del arándano, teniendo en cuenta variables como su eficacia y distintos organismos de control para este.

#### **2.2.1 Criterio de búsqueda**

Teniendo en cuenta, lo anterior se realizó una revisión bibliográfica de 40 artículos, este se observa posteriormente en una matriz bibliográfica. En esta investigación, se incluyeron principalmente, artículos en los cuales se tiene en cuenta la importancia, los métodos, definiciones y distintas investigaciones, en donde se menciona cómo fue el manejo fitosanitario, priorizando aquellas que

se enfocan en la postcosecha, escritos en español e inglés, además se tuvo en cuenta que más del 60% de los artículos citados, hubieran sido publicados en los últimos cinco años, para que la información fuera lo más actual posible en su mayoría, no se tuvo en cuenta el país donde se publicó el artículo, debido a la poca información publicada sobre *Vaccinium corymbosum* en Colombia.

La matriz bibliográfica es un instrumento diseñado en Excel (Tabla 1) donde se recopilaron los textos que conforman el análisis y sobre el cual se seleccionan aquellos que, según el criterio de inclusión, ilustran adecuadamente la información necesaria para la presente investigación. Además, permite de forma rápida y sencilla reseñar las fuentes de información.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En los estudios revisados, se escogió específicamente los relacionados al manejo fitosanitario de hongos patógenos, que afectan la postcosecha del cultivo de arándano, se basó en el estudio de cuatro tipos de hongos que afectan a la postcosecha, y así mismo, se presentó los tipos de manejo fitosanitarios que se realizan para el control de enfermedades fúngicas.

#### **3.1 Generalidades de Cultivo**

El arándano es una planta perenne, del género *Vaccinium*, de la familia de las Ericáceas, esta planta posee un porte arbustivo perenne, que produce un fruto de tipo falsa baya esférica de color azul oscuro. Estos arbustos crecen en forma silvestre en suelos ácidos y con textura ligera y buen drenaje, en zonas más frías del hemisferio norte americano (Bautista, 2019). El cultivo de arándanos soporta temperaturas muy bajas hasta de -30°C, lo cual indica que existe un bajo riesgo frente a heladas, dependiendo su variedad, exposición y altitud sobre el nivel del mar, contrario a esto, el cultivo no soporta altas temperaturas, máximo de 28 a 30°C, temperaturas superiores a estas suelen tener un efecto negativo sobre el fruto, ocasionando daños como arrugas y quemaduras en la piel del fruto (García y García, 2011).

Los cultivares de arándano, suelen poseer una alta densidad de siembra y con requerimientos nutricionales a nivel edafológico, utilizados para mantener un buen nivel productivo, siendo esta una especie vigorosa que suele tener un crecimiento rápido, pero vulnerable ante enfermedades, que puedan generar afectación, en la planta y en el cultivo, por lo que es importante conocer el tipo de patologías que puede presentar esta especie, para así mismo, planear una estrategia de control y aplicar una solución adecuada (France, 2013). Se hizo una revisión exhaustiva de las enfermedades más comunes de tipo fúngico que pueden presentarse en el cultivo en etapas de siembra y postcosecha, son: *Botrytis cinerea.*, *Colletotrichum sp.*, *Alternaria sp* y *Penicillium expansum* (Bensch et al., 2010).

### **3.2 Descripción de los hongos patógenos más comunes en post cosecha**

#### **3.2.1 *Botrytis cinerea***

##### **3.2.1.1 Síntomas:**

El hongo *Botrytis cinerea* se manifiesta principalmente en las flores y frutos de las plantas, aunque también pueden afectar las hojas. En las hojas, aparecen lesiones marrones que generalmente comienzan en el centro de la hoja y se extienden hacia los bordes, lo que resulta en la necrotización de estas. En las flores, se generan lesiones necróticas que tienen la capacidad de extenderse por toda la flor y el racimo floral. En los frutos inmaduros, se puede observar necrosis, aunque sólo si persisten restos florales. Los frutos maduros presentan los síntomas más severos, como ablandamiento, pérdida de capacidad, liberación de jugo y el desarrollo de micelio, que inicialmente adquiere un tono blanco y progresa hacia una tonalidad grisácea a medida que se forman las estructuras reproductivas. (Jaramillo,2018).

Esta enfermedad puede manifestarse de dos maneras: como una infección activa o en forma latente. En el caso de una infección activa, los síntomas son evidentes en el fruto,

generando pérdidas tanto en el campo como después de la cosecha. Por otro lado, en ciertas partes de la planta huésped, como los frutos, la infección también puede manifestarse de manera quiescente en la postcosecha, permaneciendo oculta hasta que el tejido vegetal madura o envejece. En este momento, el hongo *Botrytis cinerea* desarrolla micelio y produce esporas, lo que perpetúa la presencia de esta enfermedad infecciosa en el hospedero hasta que se manifiestan los síntomas (García, 2019).

En condiciones de elevada humedad, aparecen estructuras reproductivas del patógeno (conidióforos y conidios), dándoles un aspecto plumizo. Estos síntomas sugieren una infección fúngica que requiere medidas de control, utilizando prácticas culturales tales como, poda de partes afectadas, control de humedad, un adecuado manejo de residuos, cosecha oportuna, rotación de cultivos, proporcionar un espacio idóneo de plantación, además de un continuo monitoreo y control fitosanitario, los cuales se mencionan en el texto más adelante, (Ver Figura 1) (INIA, 2017)

### **3.2.2 *Colletotrichum sp***

#### **3.2.2.1 Síntomas**

Las bayas inmaduras infectadas por el hongo *Colletotrichum sp*, no presentan síntomas visibles. Las especies de *Colletotrichum gloesporoides*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum boninense*. que más se presentan en el país son, Los problemas se manifiestan cuando las bayas alcanzan la madurez, dando lugar al término "podredumbre madura". En esta etapa, las bayas se ablandan y marchitan, seguidas por la aparición de diminutos puntos anaranjados que son masas de esporas del hongo en la superficie de la fruta. Estas esporas se desarrollan en pequeñas ampollas llamadas acérvulos, que rompen la piel de la baya. La humedad ambiental y la edad de las masas de esporas pueden hacer que parezcan húmedas o secas. Con el tiempo, las bayas afectadas se marchitan y caen del arbusto, incluso si aparentan estar sanas al ser cosechadas.

Además, géneros como *Colletotrichum fioriniae* y *Colletotrichum gloeosporioides* puede causar enfermedades similares en flores y ramitas, a menudo difíciles de distinguir de otros patógenos. (Observar figura 2) (Miles y Schilder, 2008). En un estudio biológico de las especies de *Colletotrichum spp.* Se centró en observar la apariencia del crecimiento de las colonias y el tipo de estructuras miceliales. Aunque hubo diferencias entre los diversos aislamientos, estas características resultaron ser consistentes con el perfil general de *Colletotrichum spp.* En lo que respecta al tamaño y la forma de las esporas, se identificaron conidias con formas oblongas, fusiformes, delgadas y ovoides (Granados y Guevara, 2010).

### **3.2.3 Alternaria**

#### **3.2.3.1 Síntomas:**

La alternaria, es uno de los microorganismos que se encuentra con mayor frecuencia y en todas las estaciones del año en diversas ubicaciones, además se encuentra vinculado a la aparición de lesiones foliares de color marrón. Estas lesiones se caracterizan por tener un halo de cambio de color y pequeñas manchas rojas o plateadas que son visibles bajo una lupa. También, presenta deformaciones en las hojas, manchas negras, márgenes de hojas necróticas y frutos que presentaban signos de deterioro. En los tallos, manchas de color rojizo como en las zonas de atizonamiento, comenzando desde la parte superior del tallo Observar figura 3 (Bombelli, 2011)

Los frutos infectados por *Alternaria spp.*, sus síntomas pueden iniciar en campo por factores como granizo o daños mecánicos, causando heridas en el fruto, aunque es importante destacar que más a menudo se desarrolla durante la postcosecha, la infección en los frutos genera lesiones redondeadas de color pardo, ligeramente hundidas, principalmente en zonas cercanas al pedúnculo o al extremo del tallo de un fruto, esta enfermedad suele desarrollarse en ambientes cálidos, con temperaturas óptimas alrededor de 25 °C, y alta humedad relativa del aire (alrededor del 80%)(Thomma, 2003; Mamgain et al., 2014; Gonzalo, 2018; Macias, 2020).

En una caracterización realizada tanto a nivel macroscópico como microscópico, se logró aislar una colonia de *Alternaria alternata*. Desde una perspectiva macroscópica, se describe la colonia con una textura aterciopelada que, en su fase inicial, presenta un tono blanco para luego evolucionar hacia una tonalidad grisácea. En el análisis microscópico, se identificaron hifas septadas de color café pardo, así como conidios multiformes. (Bosquez, 2018)

### **3.2.4 *Penicillium Spp***

#### **3.2.4.1 Síntomas:**

*Penicillium spp.* es un organismo que a menudo causa problemas en la conservación de una variedad de vegetales después de la cosecha. En el caso de los arándanos, no es común encontrarlo ni se han identificado especies específicas. Este hongo es oportunista y tiende a establecerse en áreas dañadas de los arándanos. Un síntoma característico se manifiesta mediante una superficie aterciopelada y de color verde, con la presencia abundante de estructuras reproductivas. (Observar figura 4) (INIA, 2014).

## **4. CRITERIOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL ARÁNDANO EN POSTCOSECHA**

Los estándares de calidad comúnmente utilizados en la industria de la fruta fresca incluyen aspectos como el color, el tamaño, la forma, la falta de defectos, la firmeza y el sabor. Por lo tanto, todos los procesos antes de la cosecha y después de ella deben estar dirigidos a garantizar que el producto llegue al consumidor final con la mejor calidad posible (Alcalde,2019) La evaluación precisa de la calidad de los arándanos presenta dificultades debido a que las bayas son pequeñas, tienen un color oscuro y muestran una amplia variabilidad en cuanto a sus características tanto externas como internas. Históricamente, la calidad de los arándanos se evaluaba mediante inspecciones manuales realizadas en las líneas de selección en el lugar de origen de la fruta, enfocándose en aspectos como el color, el tamaño y la detección de defectos o materiales extraños, sin embargo, este enfoque tradicional tiene sus limitaciones en la evaluación de la calidad

de los arándanos. (Aguilera y Leiva, 2013)

Teniendo en cuenta lo anterior, el manejo de las frutas después de la cosecha es un factor determinante para la calidad del arándano, está influenciado por varios factores, y uno de los más importantes es la fisiología de la fruta, en postcosecha, es importante la observación de que las frutas sigan vivas incluso después de ser recolectadas, lo que significa que continúan respirando y madurando. Esto implica que tanto en su apariencia como en su funcionamiento interno, la fruta experimenta cambios, siendo este un fruto climatérico. La respiración y el color de vitalidad de las plantas son dos aspectos cruciales a considerar para determinar cómo se deben enfriar, refrigerar y ventilar las frutas durante su manejo. Esto se debe a que, después de la cosecha, las frutas aún tienen reservas de sustancias como azúcares y almidones, que se oxidan a medida que consumen oxígeno y producen dióxido de carbono (Bustillo, 2018)

Actualmente en Colombia, aproximadamente el 90% de la superficie de cultivo está ocupada por la variedad Biloxi, mientras que el 10% restante se reparte entre otras variedades como Legacy, Emerald, Ventura, Victoria, Farthing, Flicker, Júpiter, Duke y Star, cultivada en su mayoría en el altiplano CundiBoyacense con un aproximado de 600 Ha cultivadas, y siendo las variedades Biloxi y Legacy las presentan una mejor productividad en Kg/ planta (Cleves y Sol, 2022). El calibre de los arándanos varía según la categoría: los arándanos extra de tipo exportación tienen un diámetro de 16 mm o más, los arándanos de primera miden de 13 mm a 15 mm, los arándanos de segunda tienen un diámetro de 12 mm a 10 mm, y los arándanos industriales tienen 9 mm o menos. Para garantizar la frescura y calidad de los arándanos, se recomienda almacenarlos a una temperatura óptima de 4-5 °C y una humedad relativa del 85% al 95%.

El frío es una técnica ampliamente utilizada para reducir el deterioro postcosecha, ya que disminuye la deshidratación, ralentiza el metabolismo y previene el crecimiento de hongos y bacterias. Durante la distribución y el transporte, se deben mantener los arándanos refrigerados a 3-6°C y transportarlos en canastillas plásticas para evitar daños.

Los arándanos maduros tienen un color rojizo-purpúreo que se vuelve azul cuando están

completamente maduros. Presentan una forma casi esférica, con una epidermis cubierta de secreciones cerosas que les confiere una apariencia atractiva, en el mercado se exige que deben estar en su punto óptimo de desarrollo, ser sanos y enteros tanto externa como internamente, con una pulpa jugosa y aromática de sabor agridulce (PROCOLOMBIA, 2020).

En el estudio de los arándanos, se examinó el color de los frutos mediante un análisis computacional de imágenes capturadas por un dron. El análisis del color se llevó a cabo utilizando coordenadas Cielab, las cuales permiten identificar el color de manera objetiva asignando valores a los colores. En el caso específico de los arándanos, se observó que, al alcanzar su estado de maduración, adquieren un tono similar al agraz, indicando una baja luminosidad con valores de  $19,6 \pm 1,5$  en coordenadas CieLab. En esta etapa, se sitúan en el centro del espectro de colores, exhibiendo tonos grises, y destacando el color morado oscuro con una inclinación hacia el negro, caracterizado por valores entre  $(12,9 \pm 3,4)$  y  $(1,7 \pm 0,7)$  (Balaguera, et al., 2014).

En los arándanos maduros, los sólidos solubles totales son esenciales, ya que están compuestos por sustancias orgánicas que influyen en el sabor, color y, en resumen, en la calidad de la fruta, en este caso la cantidad de sólidos solubles puede oscilar entre el 10% y el 17% en el momento de la cosecha (Benites, 2019).

## **5. Manejos fitosanitarios en postcosecha**

La calidad del fruto se define por sus características organolépticas, firmeza, así como la ausencia de daños, entre otras. El manejo postcosecha debe gestionarse para controlar y los diferentes factores de deterioro del fruto. El mecanismo de control involucra métodos químicos, físicos y biológicos, estos métodos han sido evaluados en frutos de arándano (Bell et al., 2021).

### **5.1 Control Químico**

El control químico, un enfoque tradicionalmente utilizado, implica el uso de productos químicos para reducir las enfermedades después de la cosecha. En el ámbito de los arándanos, se han empleado sustancias como cloro, dióxido de cloro, dióxido de azufre y fungicidas sintéticos con el fin de prevenir enfermedades

postcosecha. En este contexto, el dióxido de azufre se destaca como un control químico comúnmente utilizado para el manejo fitosanitario de *Botrytis cinerea*. Un estudio conducido por Rivera et al. (2013) demostró que su aplicación inmediata después de la cosecha tuvo un efecto significativo, reduciendo la prevalencia del moho a 6,1% y 7,9% para las variedades 'Liberty' y 'Brigitta', respectivamente, en comparación con el tratamiento control (sin dióxido de azufre), que mostró una alta prevalencia de moho gris del 97,2% y 97,5%. Además, el uso de dióxido de azufre no afectó significativamente la firmeza del fruto y no presenta fitotoxicidad.

Otro método químico referido en la literatura es el uso de natamicina para el control de *Botrytis cinerea* y *Penicillium spp.* Este fungicida mostró la capacidad de dañar la membrana plasmática de hongos patógenos en postcosecha, provocando la liberación de contenidos intracelulares y la muerte celular del patógeno. La natamicina, clasificada como GRAS por la FDA, se presenta como una alternativa con baja toxicidad para los humanos. Sin embargo, la concentración efectiva de natamicina varía según las condiciones ambientales, siendo necesario ajustarla en función del entorno. Además, se ha observado que la natamicina es más efectiva en la germinación de conidias que en el crecimiento micelial, por lo que su aplicación debe ser temprana, antes de que las esporas germinen, para maximizar su eficacia (Wang et al., 2021).

En otra línea, se exploró el uso de timol como agente químico de control. Las pruebas de sensibilidad revelaron que el timol exhibía una fuerte capacidad para inhibir el crecimiento de varios microorganismos patógenos. La microscopía electrónica de barrido (SEM) y la microscopía electrónica de transmisión (TEM) mostraron que concentraciones elevadas de timol causaban daños en la membrana celular y la liberación de componentes celulares, conduciendo a la muerte celular. En este sentido, el timol podría considerarse como un agente de control seguro para las enfermedades de pudrición postcosecha del arándano en bajas concentraciones de tratamiento (Ding et al., 2023).

En Colombia, la natamicina está aprobada por el Invima como conservante y antimicótico para algunos productos lácteos, cárnicos y derivados (Invima, 2011). El timol, extraído de aceites esenciales de orégano, también se utiliza en Colombia como antimicótico en varios productos (Mesa y Zapata, 2022). En cuanto

al uso de dióxido de azufre en Colombia, no se encontró información relevante.

## 5.2 Control Físico

El control físico abarca métodos mecánicos, térmicos, además del uso de adhesivos y mallas, para mantener un entorno libre de patógenos dañinos para las plantas (ICA, 2012). En un estudio con arándanos cv. Draper, se aplicaron diferentes dosis de luz pulsada (PL) durante la cosecha, antes de almacenarlos a 0,5 °C con una humedad relativa del 90-95 % durante 6 semanas. Se evaluaron variables referentes a la calidad de los arándanos en postcosecha, incluyendo color, firmeza, pérdida de peso, pudrición, sólidos solubles totales (SST), pH, acidez total (TA) y capacidad antioxidante. Las dosis más altas de PL preservan mejor la calidad postcosecha en comparación con el control, con menor pérdida de peso y mayor firmeza y color. La dulzura aumentó durante el almacenamiento, con niveles más altos de SST y TA más bajos en la semana 6. La actividad antioxidante disminuyó en todos los tratamientos, siendo el control el más alto en la semana 6. Estos hallazgos sugieren que la PL puede beneficiar a la industria de los arándanos, y futuras investigaciones pueden explorar su combinación con almacenamiento en atmósfera controlada para prolongar aún más la vida útil y la calidad (Pratap-Singh et al., 2023).

En un estudio enfocado en la aplicación de luz ultravioleta (UV), se observó que todas las dosis de luz UV-C (longitud de onda corta) lograron reducir eficazmente la presencia de micobiota y la infección causada por *Botrytis cinerea* en arándanos del cultivar O'Neal. Es importante destacar que la micobiota se refiere a la comunidad de hongos presentes en un entorno específico.

En este contexto, se encontró que la dosis más elevada (11,4 kJ/m<sup>2</sup>) resultó ser la más eficaz, extendiendo el periodo antes de la infección en 6 días para la micobiota y 4 días para *B. cinerea*. Los arándanos irradiados en el día 15 de almacenamiento exhibieron una mayor resistencia, posiblemente debido a un efecto hormético, un fenómeno en el que una exposición controlada a un estrés ambiental puede inducir respuestas adaptativas beneficiosas en los organismos.

En cuanto al proceso hormético mencionado, se postula que fortaleció la piel de los frutos, lo que contribuyó a su resistencia. Es relevante señalar que la luz UV-C afectó las capas de ceras y la cutícula de la fruta, lo que podría explicar la mayor pérdida de peso observada en la fruta irradiada. Este tratamiento, especialmente en dosis altas, se considera una medida que podría prolongar la vida útil de los arándanos del cultivar O'Neal al inhibir la infección por hongos, siendo la pérdida de peso y la presencia de *B. cinerea* factores clave en este proceso (Sanchez et al., 2021).

En otra línea de investigación, se exploró la relación entre el tratamiento con luz ultravioleta (UV) y sus propiedades antifúngicas, así como los cambios en la ultraestructura celular, la producción de etileno y otros aspectos relacionados. Los flavonoides, sustancias cruciales en la defensa contra enfermedades en frutas y verduras, desempeñan un papel principal en la protección contra los rayos UV. La exposición a la UV-B puede resultar más efectiva en ciertos casos que la UV-C. Sin embargo, es necesario llevar a cabo más investigaciones sobre las dosis y los mecanismos moleculares involucrados en este proceso (Zhang & Jiang, 2019).

En un enfoque mecánico diferente, se destaca el uso del Plasma Frío Atmosférico (ACP). Según un estudio, se resalta la eficacia del ACP para controlar la descomposición y la pudrición causadas por *B. cinerea* en arándanos, manteniendo la calidad durante 10 días a temperatura ambiente. No obstante, se debe tener en cuenta el tiempo de exposición al ACP en la aplicación práctica. Los tratamientos breves ( $\leq 15$  min) mejoran la calidad, mientras que tratamientos prolongados (20 minutos) pueden dañar la piel, ablandar la fruta y reducir los niveles de antocianinas. Determinar la duración óptima del tratamiento con ACP resulta crucial para lograr un equilibrio adecuado entre la conservación y la calidad de los arándanos (Hu et al., 2021).

### **5.3 Control Biológico**

El control biológico, examinado exhaustivamente en la literatura, ha sido objeto de un significativo número de estudios relacionados. Esta estrategia se basa en el uso de organismos vivos para regular de manera natural poblaciones problemáticas. Para que esta táctica alcance su máxima efectividad, es crucial tener

un entendimiento profundo de la complejidad del problema en cuestión y seleccionar con cuidado el organismo apropiado para llevar a cabo el control (Matute, 2019).

En un artículo inicial encontrado, se investigó la biofumigación con seis tipos de aceites esenciales. De estos seis aceites esenciales de plantas evaluados en el estudio, únicamente el biofungicida basado en aceites de romero, clavo y tomillo mostró una reducción significativa y relativamente constante de las enfermedades postcosecha en arándanos, en condiciones de almacenamiento refrigerado. Sin embargo, la incidencia final de la enfermedad, incluso con el fungicida a base de aceites siguió siendo alta después de la inoculación artificial. La baja concentración de compuestos volátiles en las cámaras de biofumigación se atribuye a la escasa volatilidad de los aceites esenciales a bajas temperaturas (7°C). Esto tiene implicaciones significativas, ya que impide el almacenamiento de los arándanos a temperaturas más elevadas, donde los biofumigantes serían más volátiles. Además, almacenar los arándanos a temperaturas más altas (23°C-25°C) podría afectar negativamente la calidad sensorial, incluyendo el sabor y otras características deseables como la acidez y la jugosidad.

Adicionalmente, los aceites esenciales no aumentan los niveles de antioxidantes en la fruta tratada y, en algunos casos, reducen los niveles de antocianinas, lo que contribuye a la capacidad antioxidante. Por lo tanto, se puede concluir que la biofumigación postcosecha en condiciones de refrigeración parece tener limitaciones en la conservación de arándanos debido a su eficacia limitada para reducir los impactos negativos en la calidad sensorial y la falta de aumento de los antioxidantes. Se requiere investigar enfoques alternativos para mejorar la conservación postcosecha de los arándanos (Mehra et al., 2013).

En contraste, un estudio llevado a cabo con control biológico mediante el uso de bacterias evaluó bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* para controlar las enfermedades causadas por los hongos. *Asper. alternata* y *Botrytis. cinerea* en arándanos. La mayoría de los aislados mostraron actividad antimicrobiana en pruebas de laboratorio, inhibiendo el crecimiento de los patógenos en al menos un 42% en el crecimiento de micelio de *Asper. alternata* y *Botrytis. cinerea*. Sin embargo, no todas las bacterias suprimieron las enfermedades en las condiciones de estudio. Algunas bacterias, como *Bacillus subtilis* y ciertas *Pseudomonas*, fueron más efectivas en la inhibición tanto del crecimiento de los hongos como de

la pudrición del fruto, demostrando que las bacterias producen compuestos antifúngicos que contribuyen a su actividad, pero el mecanismo exacto de acción variaba entre las especies. Estos hallazgos sugieren que estas bacterias tienen potencial como agentes de control biológico para enfermedades en arándanos (Kurniawan et al., 2018). En un estudio posterior, se identificó una cepa de *Bacillus amyloliquefaciens* QY-1 aislada de hojas de arándano. Esta cepa demostró una marcada eficacia en el combate del hongo *B. cinerea*, causante de afectaciones en los arándanos. La cepa QY-1 produce una sustancia antibacteriana que compromete la estructura del hongo, impactando tanto en su morfología como en su pared celular.

Los análisis moleculares revelaron que la cepa QY-1 afecta la integridad de la membrana y la pared celular del hongo, además de interferir con su proceso de producción de energía. La aplicación de esta cepa en los arándanos resultó en una notable reducción de la incidencia del moho gris, sin que ello afectará negativamente la calidad de la fruta.

En resumen, la cepa QY-1 de *B. amyloliquefaciens* tiene un gran potencial para combatir el moho gris en los arándanos y otras enfermedades postcosecha en diversas frutas y verduras (Lu et al., 2023). Además, los resultados de otro estudio, en el cual se utilizaron *Bacillus*, específicamente la cepa KLBC BS6, demostraron ser efectivos en el control del moho gris causado por *B. cinerea* en los arándanos durante el almacenamiento. Además, mantiene la calidad de la fruta después de la cosecha y estimula las enzimas de defensa (Lu et al., 2021).

## 6. CONCLUSIONES

En conclusión, se pudo observar que, en el manejo fitosanitario de los arándanos en la fase de poscosecha, donde los hongos patógenos, como *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum sp.*, *Alternaria spp.* y *Penicillium spp.*, representan una amenaza significativa para la calidad y seguridad de estos frutos. Se han identificado maneras para controlar estas enfermedades, de forma química (Uso de agentes químicos), físico (Uso de mecánicos) y biológico (Relaciones bióticas).

La estrategia de control químico implica la utilización de productos como el dióxido de azufre, la natamicina

y el timol. No obstante, se destaca la necesidad de una atención meticulosa en relación con la concentración y el momento de aplicación de estos productos. En lo que respecta al control físico, se emplean métodos como la luz pulsada y la luz UV-C, los cuales demuestran la capacidad de reducir la microbiota y prevenir infecciones fúngicas. Sin embargo, resulta esencial ajustar cuidadosamente dichos métodos en términos de tiempo e intensidad de exposición.

En el ámbito del control biológico, se utilizan cepas de *Bacillus* y *Pseudomonas* que inhiben el crecimiento de hongos patógenos, destacando resultados notables, como la eficacia de la cepa de *Bacillus amyloliquefaciens* en la lucha contra el moho gris. Se ha observado que la tecnología desempeña un papel crucial en la conservación de la calidad postcosecha de los arándanos, con avances significativos en el uso de luz pulsada, luz UV-C y plasma frío atmosférico. No obstante, persisten desafíos, como mejorar la efectividad y la seguridad de los productos químicos, optimizar los métodos físicos y continuar explorando soluciones biológicas.

Todas estas estrategias se centran en mantener la calidad de los arándanos, cuya importancia se evalúa mediante diversos criterios. Sin embargo, la evaluación en la fase de postcosecha presenta desafíos debido a la naturaleza de las bayas. La fisiología de la fruta sigue siendo activa después de la cosecha, lo que influye en su apariencia y características internas.

Finalmente, este estudio buscó contribuir al desarrollo sostenible de la industria agrícola al abordar los problemas fitosanitarios en la fase de postcosecha de los arándanos, garantizando así la calidad y la seguridad de estos frutos en el mercado, exaltando la necesidad de continuar investigando y adoptando enfoques, para mantener la integridad de los productos frescos y satisfacer la demanda de los consumidores.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilera, J. M. y Leiva-Valenzuela, G. A. (2013). *Automatic detection of orientation and diseases in blueberries using image analysis to improve their postharvest storage quality*. *Food Control*, 33(1), 166-173.  
  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.02.025>
2. Alcalde Navara, K. (2019). *Estimación de pérdidas causadas por plagas en la calidad postcosecha de Vaccinium corymbosum "arándano"*.  
  
[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5489/1/REP\\_ING.AGRON\\_KATHERINE.ALCALDE\\_ESTIMACION.P%3%89RDIDAS.CAUSADAS.PLAGAS.CALIDAD.POSTCOSECHA.VACCINIUM.CORYMBOSUM.AR%3%81NDANO.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5489/1/REP_ING.AGRON_KATHERINE.ALCALDE_ESTIMACION.P%3%89RDIDAS.CAUSADAS.PLAGAS.CALIDAD.POSTCOSECHA.VACCINIUM.CORYMBOSUM.AR%3%81NDANO.pdf)
3. Balaguera, H., Buitrago, C., Ligarreto, G., y Rincón, M. (2014). *Tipificación de Diferentes Estados de Madurez del Fruto de Agraz (Vaccinium meridionale Swartz)*  
  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v68n1/v68n1a13.pdf>
4. Bautista, J. (2019). *Descripción del manejo agronómico del cultivo de arándanos (Vaccinium corymbosum L.) Variedades Biloxi Y Legacy en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander.*

[http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5861/1/Bautista\\_2019\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5861/1/Bautista_2019_TG.pdf)

5. Benites, K. (2019). *Efecto del tiempo de almacenamiento con anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) sobre el peso, recuento de mesófilos y sólidos solubles en arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. emerald*  
[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5691/1/RE\\_IND.ALIM\\_KEVIN.BENITES\\_TIEMPO.DE.ALMACENAMIENTO\\_DATOS.PDF](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5691/1/RE_IND.ALIM_KEVIN.BENITES_TIEMPO.DE.ALMACENAMIENTO_DATOS.PDF)
6. Bens, E., Figueroa, D y Guerrero, J. (2010). *Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la incidencia de hongos de postcosecha en arándano alto (Vaccinium Corymbosum L.), CVS. Berkeley, Brigitta y Elliot durante la temporada 2005-2006*. Idesia, 28(2). <https://doi.org/10.4067/s0718-34292010000200002>
7. Bell, S. R., Montiel, L. G. H., González-Estrada, R. R., y Martínez, P. G. (2021). *Main diseases in Postharvest blueberries, Conventional and eco-friendly Control methods: a review*. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 149, 112046.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112046>
8. Bombelli, E. (2011). *Modelado para la predicción de enfermedades en cultivos de alto valor comercial*.  
[http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/modelado\\_prediccion\\_enfermedades.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/modelado_prediccion_enfermedades.pdf)
9. Bosquez, C. (2018). *Caracterización morfológica y molecular de Alternaria alternata hongo fitopatógeno causante del secamiento descendente del cáliz, en frutos de Physalis peruviana en la Sierra centro-norte del Ecuador (Tesis de pregrado)*. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quito, Ecuador.  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14682/Carolina%20Bosquez%20disertaci%c3%b3n%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Bustillo Alvarez, A. (2018). *EL CULTIVO DE ARÁNDANO (Vaccinium corymbosum) Y SU PROYECCIÓN EN COLOMBIA*.  
<https://repository.udca.edu.co/handle/11158/940?show=full>

11. Cleves, J., y Sol, G. (2022). *Cultivo, postcosecha, procesado y comercio de berries*. Pag 28-37  
[https://issuu.com/horticulturapostcosecha/docs/cultivo\\_postcosecha\\_procesado\\_y\\_comercio\\_de\\_berries](https://issuu.com/horticulturapostcosecha/docs/cultivo_postcosecha_procesado_y_comercio_de_berries)
12. Defilippi, B., Robledo, P., y Becerra, C. (2020). *Manejo de cosecha y postcosecha en arándano*. <https://cdn.blueberriesconsulting.com/2020/09/manejodecosecha-y-postcosechaenarandanocompressed.pdf>
13. Ding, J., Liu, C., Huang, P., Zhang, Y., Hu, X., Li, H., Liu, Y., Chen, L., Liu, Y., & Wen, Q. (2023b). *Effects of thymol concentration on postharvest diseases and quality of blueberry fruit*. *Food Chemistry*, 402, 134227.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134227>
14. Farfán, H. (2016). Posibilidades de producción del cultivo de arándano (*Vaccinium myrtillus*) bajo las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en una finca del municipio de Villapinzón, Cundinamarca.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=administracion\\_agronegocios](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1162&context=administracion_agronegocios)
15. France, A. (2013) *Manual del arándano*.  
<http://asocolblue.com/wp-content/uploads/2016/04/Manual-de-arandanos.pdf>
16. France, A. (2017). *Enfermedades claves del Arandano*. En C. Morales, *Manual de manejo agronómico del arándano*.  
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6673/NR40907.pdf?sequence=41>
17. Forbes, P; Mangas, E y Pagano, N. (2009). *Producción de arándanos*. Universidad Nacional de la Pampa; Facultad de agronomía.  
<http://www.agro.unlpam.edu.ar/licenciatura/disenio/producciondearandanos.pdf>
18. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (2020). *La FAO presenta 2020 como Año Internacional de la Sanidad Vegetal*.  
<https://www.fao.org/news/story/es/item/1253562/icode/>

19. Garcia Salgado, N. (2019) *Desarrollo de cubiertas comestibles para controlar Botrytis cinerea en postcosecha de arándanos*.  
[http://opac.pucv.cl/pucv\\_txt/txt-8500/UCC8855\\_01.pdf](http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-8500/UCC8855_01.pdf)
20. Garcia Rubio, J.C., y Garcia Gonzalez, G. (2011). *Guía del arándano*  
[https://frutales.files.wordpress.com/2011/05/guia\\_del\\_arandano.pdf](https://frutales.files.wordpress.com/2011/05/guia_del_arandano.pdf)
21. Gonzalo, H. L. (2018). Esporas fúngicas alergénicas en el ambiente exterior. Alternaria, aerobiología e importancia sanitaria. Trabajo Fin de Grado. Facultad de Farmacia Universidad Complutense.
22. Granados, G., y Guevara, Y. (2010). *CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA Y MOLECULAR DE AISLAMIENOS DE Colletotrichum spp. OBTENIDOS DE FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO CON SÍNTOMAS DE ANTRACNOSIS.*  
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8474/tesis438.pdf;sequence=1>
23. He, C., Zhang, Z., Li, B., Xu, Y., y Tian, S. (2019b). *Effect of natamycin on botrytis cinerea and penicillium expansum—Postharvest pathogens of grape berries and jujube fruit. Postharvest Biology and Technology, 151, 134-141.*  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.02.009>
24. Hu, X., Sun, H., Yang, X., Cui, D., Wang, Y., Zhuang, J., Wang, X., Ma, R., y Zhang, J. (2021). Potential use of atmospheric cold plasma for postharvest preservation of blueberries. *Postharvest Biology and Technology, 179, 111564.*  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111564>
25. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Boletín N° 371  
[https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA\\_Libro\\_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA_Libro_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
26. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de*

hortalizas: Medidas para la temporada invernal.

<https://www.ica.gov.co/getattachment/bb883b42-80da-4ae5-851f-4db05edf581b/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-hortalizas.aspx>

27. INVIMA (2011) COMISIÓN REVISORA ACTA No. 10/11  
[https://www.invima.gov.co/documents/20143/439180/sab\\_ACTA\\_10\\_11.pdf/cc88df36-0cad-2fcc-7e15-4ea1fc9d2e7a](https://www.invima.gov.co/documents/20143/439180/sab_ACTA_10_11.pdf/cc88df36-0cad-2fcc-7e15-4ea1fc9d2e7a)
28. Jaramillo, K. (2018). *Evaluación del uso combinado de té de compost, Trichoderma spp. y Bacillus spp. en el control de Botrytis cinerea en flores de arándano.*  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/faj.371e/doc/faj.371e.pdf>
29. Kurniawan, O., Wilson, K., Mohamed, R., y Avis, T. J. (2018). *Bacillus and Pseudomonas spp. provide antifungal activity against gray mold and alternaria rot on blueberry fruit.* *Biological Control*, 126, 136-141. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.08.001>
30. Lu, Q., Xie, Y., Gu, F. L., Tu, C., He, J., Guo, Q., Wu, T., Xu, M., & Ji, L. (2023). *Potential of bacillus amyloliquefaciens QY-1 as a biocontrol agent of Botrytis cinerea in postharvest blueberry.* *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 102117. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.102117>
31. Lu, Y., Ma, D., He, X., Wang, F., Wu, J., Liu, Y., Jiao, J., & Deng, J. (2021c). *Bacillus subtilis KLBC BS6 induces resistance and defence-related response against botrytis cinerea in blueberry fruit.* *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 114, 101599. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2020.101599>
32. Macias, M. (2020). *ALTERNARIA: ALTERACIONES POSTCOSECHA EN FRUTAS*  
*TRABAJO FIN DE MÁSTER*  
[https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/10973/1/TFMUEX\\_2020\\_Macias\\_Miranda.pdf](https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/10973/1/TFMUEX_2020_Macias_Miranda.pdf)
33. Mamgain, A., Roychowdhury, R., Tah, J. (2014). *review Alternaria pathogenicity and its strategic controls.* *Research Journal of Biology*. 22(1), 32-33.
34. Matute, P.(2019). *Control biológico del moho gris (Botrytis cinerea) en cultivos de fresa (Fragaria vesca L.) mediante hongos filamentosos antagonistas.*

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18147/1/UPS-CT008620.pdf>

35. Mehra, L. K., MacLean, D., Shewfelt, R. L., Smith, K., y Scherm, H. (2013). *Effect of postharvest biofumigation on fungal decay, sensory quality, and antioxidant levels of blueberry fruit. Postharvest Biology and Technology*, 85, 109-115.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.05.007>
36. Mesa, A. y Zapata, C. (2022). *Evaluación de la actividad in vitro de aceites esenciales derivados de plantas nativas en Colombia y sus componentes mayoritarios contra especies de Candida con diferentes perfiles de sensibilidad antifúngica y búsqueda de una posible diana*  
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/iatreia/article/view/350278/20809199>
37. Michalska, A., y Lysiak, G. (2015). *Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products.*  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26266408/>
38. Murcia, J (2023). *Arándanos, un mercado que llegaría a US\$3.000 millones en exportaciones para 2025. AGRONEGOCIOS*  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/arandanos-un-mercado-que-llegaria-a-us-3-000-millones-en-exportaciones-para-2025-3636243>
39. Pratap-Singh, A., Shojaei, M., Singh, A., Ye, Y., Mandal, R., Yan, Y., Pico, J., Gerbrandt, E. M., y Castellarin, S. D. (2023). *Effects of pulsed light on the post-harvest quality and shelf-life of highbush blueberries (CV. Draper). Applied food research*, 3(1), 100273.  
<https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100273>
40. PROCOLOMBIA. (2020). *Ficha técnica arándanos blueberries*  
<https://b2bmarketplace.procolombia.co/sites/default/files/products/ficha-tecnica-arandanos-fructifera-2020.pdf>
41. Rivera, S., Zoffoli, J. P., y Latorre, B. A. (2013). *Determination of optimal sulfur dioxide time and concentration product for postharvest control of gray mold of blueberry fruit. Postharvest Biology and Technology*, 83, 40-46.  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.03.007>

42. Sanchez, G., Contigiani, E. V., Coronel, M. B., Alzamora, S. M., García-Loredo, A., y Nieto, A. B. (2021). *Study of UV-C treatments on postharvest life of blueberries 'O'Neal' and correlation between structure and quality parameters. Heliyon, 7(6), e07190.*  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07190>
43. Thomma, B. P. (2003). *Alternaria spp.: from general saprophyte to specific parasite. Molecular plant pathology, 4(4), 225-236.*
44. Vera, D (2020). "*Manejo postcosecha para el control de la enfermedad antracnosis en papaya (Carica papaya L.)*"  
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8488/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000094.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
45. Wharton, PS; Schilder, AC. 2008. *Novel infection strategies of Colletotrichum acutatum on ripe blueberry fruit. Plant Pathology*  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3242/FUNGO%20DEL%20ARÁNDANO%20%28Vaccinium%20corymbosum%20L.%29VAR.%20BILOXI%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20JESÚS-%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
46. Wang, F., Saito, S., Michailides, T. J., y Xiao, C. L. (2021). *Postharvest use of Natamycin to control alternaria rot on blueberry fruit caused by Alternaria alternata and A. arborescens. Postharvest Biology and Technology, 172, 111383.*  
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111383>
47. Zhang, W., y Jiang, W. (2019). *UV treatment improved the quality of postharvest fruits and vegetables by inducing resistance. Trends in Food Science and Technology, 92, 71- 80.*  
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.012>

## 7.1 Referencias de Imágenes

48. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Boletín N° 371  
[https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA\\_Libro\\_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA_Libro_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
49. Miles, T., y Schilder, A. (2008). *Michigan Blueberry Facts: Anthracnose Fruit Rot (Ripe Rot)*. Michigan State University Department of Plant, Soil, and Microbial Sciences. Bulletin E-3039  
<https://www.canr.msu.edu/blueberries/uploads/files/E3039.pdf>

## 8. TABLAS

**Tabla 1.** recopilación y clasificación de bibliografía. Autoría propia.

TÍTULO	AÑO	AUTOR	ENLACE
Efectos de la luz pulsada sobre la calidad postcosecha y la vida útil de los arándanos de arbusto alto (cv. Draper)	2023	Anubhav Pratap-Singh a,Maryam Shojaei a,Anika Singhb __, Yutong Ye a,Ronit Mandal a,Yifan Yanc __,joana picoc, Eric M. Gerbrandt d,Simone D. Castellarín c	<a href="https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.afres.2023.100273">https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.afres.2023.100273</a>
Potencial deBacilo amyloliquefaciensQY-1 como agente de biocontrol deBotritis cinereaen postcosecha de arándanos	2023	Qiyu Lu a,Yongdong Xie b,Fengling Guc __,Caihong Tu b,Jingliu He d,Qiliang Guo b,Yao Wua __,Mingting Xu e, Ji Liu	<a href="https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.pmpp.2023.102117">https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.pmpp.2023.102117</a>

Efectos de la concentración de timol sobre las enfermedades postcosecha y la calidad del fruto del arándano	2022	Jie Ding a b 1, Chunyan Liu a c 1, Peng Huang y 1 __, Yuwei Zhang a, Xinjie Hu a, Hongying Li a, Yan Liu b, Liwei Chen b, Yaowen Liu a, Wen Qin	Efectos de la concentración de timol sobre las enfermedades postcosecha y la calidad del fruto del arándano
Principales enfermedades en arándanos postcosecha, métodos de control convencionales y ecológicos: Una revisión	2021	Seguramentes Ramos Bell a, Luis Guillermo Montielb, Ramsés González Estrada, Porfirio Gutiérrez Martínez .	<a href="https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112046">https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112046</a>
Estudio de tratamientos UV-C sobre la vida postcosecha de arándanos 'O'Neal' y correlación entre estructura y parámetros de calidad	2021	Gabriela Jaramillo Sánchez a b c, Eunice V. Contigiani a b c, María Bernarda Coronel a b c, Stella M. Alzamora b c, Analía García-Loredo c d, Andrea B. Nieto a b c	<a href="https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.heliyon.2021.e07190">https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.heliyon.2021.e07190</a>
Potencial uso del plasma frío atmosférico para la conservación postcosecha de	2021	Xiaoxia Hu a 1, Hao Sun un 1, Xu Dong Yang a, Dongjie Cui a, Yuqi Wang a, Jie Zhuangc __, Xiaoxia Wang d, Ruonan Ma a b, Zhen	<a href="https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.postharvbio.2021.11156">https://doi-org.ucundinamarca.basesd.edatosezproxy.com/10.1016/j.postharvbio.2021.11156</a>

arándanos		Jiao ab	4
Principales enfermedades en arándanos postcosecha, métodos de control convencionales y ecológicos: Una revisión	2021	Surelys Ramos Bell a,Luis Guillermo Montielb,Ramsés Ramón González Estrada, Porfirio Gutiérrez Martínez	<a href="https://doi-org.ucundinamarca.basedatosezproxy.com/10.1016/j.lwt.2021.112046">https://doi-org.ucundinamarca.basedatosezproxy.com/10.1016/j.lwt.2021.112046</a>
Uso postcosecha de natamicina para controlar la pudrición por Alternaria en frutos de arándanos causada por Alternaria alternata y A. arborescens	2020	Fei Wang a b,Seiya Saito _,Themis J. Michailides b,Chang-Lin Xiao a	<a href="https://doi-org.ucundinamarca.basedatosezproxy.com/10.1016/j.postharvbio.2020.111383">https://doi-org.ucundinamarca.basedatosezproxy.com/10.1016/j.postharvbio.2020.111383</a>
Bacillus subtilis KLBC BS6 induce resistencia y respuesta de defensa contra Botrytis cinerea en arándanos	2020	Yanyuan Lu a b,Diantong Ma a,Xin He b,Fang Wang a b,Jianrong Wu b,yun liu a,Junying Jiao a,Jia Deng a	<a href="https://doi-org.ucundinamarca.basedatosezproxy.com/10.1016/j.pmpp.2020.101599">https://doi-org.ucundinamarca.basedatosezproxy.com/10.1016/j.pmpp.2020.101599</a>

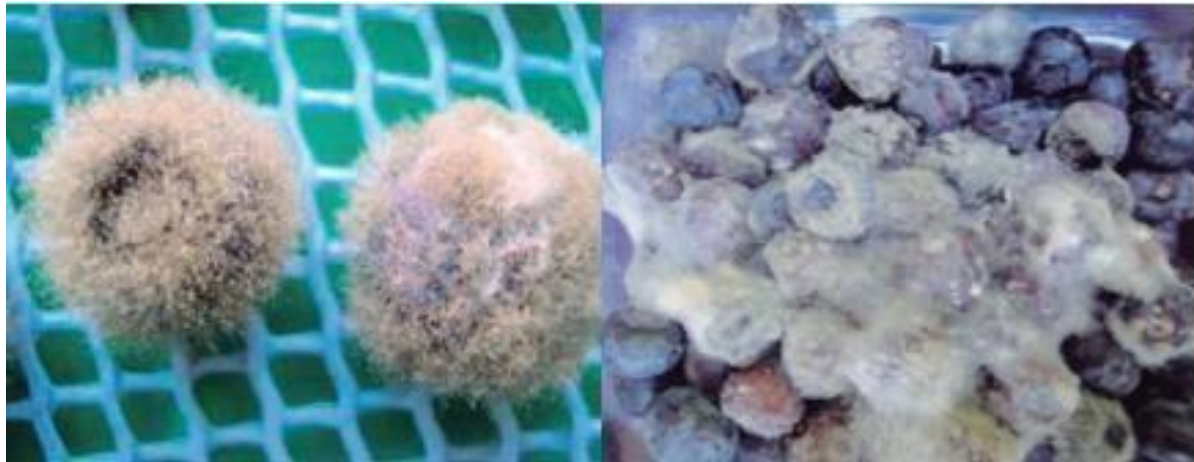
---

Efecto de la natamicina 2019 Chang He a b 1,Zhanquan Zhang <https://doi.org/10.1016/j.potharvbio.2019.02.009>  
sobre *Botrytis cinerea* y a b c 1,Boqiang Li acd \_ \_,Yong  
*Penicillium expansum* : Xu a,Envío Tian  
patógenos postcosecha  
de uvas y azufafios

---

## 9. FIGURAS

**Figura 1.** Estructuras reproductivas de *Botrytis cinerea* en frutos de arándano realizado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2017).  
[https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA\\_Libro\\_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/31529/INIA_Libro_0054.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



**Figura 2.** Arándano (cv. Jersey) mostrando abundante esporulación de *C. acutatum* en campo. realizado por Miles y Schilder (2008).  
<https://www.canr.msu.edu/blueberries/uploads/files/E3039.pdf>



**Figura 3:** Síntomas de *Alternaria spp.* que producen micelio color blanco o marrón amarillento y conidios en cadena realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2014).  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3579/1/bd-107-2014.pdf>



**Figura 4:** *Penicillium* sp. colonizando una herida sobre la fruta realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2014).

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3579/1/bd-107-2014.pdf>



Foto 22b Estructura reproductiva de *Penicillium* sp