

ANÁLISIS SENSORIAL Y DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DE RÚCULA "BABY LEAF" OBTENIDA EN UNA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA

Mondino, M. R., Cuggino, S. G. y Kopp, S. B.

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Biología Celular. Córdoba. Argentina.

mmondino@agro.unc.edu.ar

RESUMEN

La rúcula (*Eruca sativa*) se puede cosechar en la etapa "baby leaf", con hojas de una longitud de 8-12 cm, ideales para cultivar en sistemas hidropónicos de raíz flotante e incorporar *Bacillus subtilis* para mejorar el crecimiento. Su vida útil poscosecha depende de varios factores, pero se puede extender mediante el uso de envases. El objetivo fue realizar un análisis sensorial y determinar la vida útil de la rúcula producida con *Bacillus subtilis* y almacenada en dos tipos de envases. Se tomaron fotografías de la rúcula envasada durante un período de 9 días, para realizar, mediante un panel de evaluadores, una evaluación visual de la calidad. La rúcula cosechada en el día 0 presentó excelente apariencia, color uniforme y ausencia de deshidratación. Las plantas con solución nutritiva y agregado de *Bacillus subtilis* a los 5 días de la siembra, presentaron un menor deterioro, manteniendo una calidad comercial durante 9 días. En relación a los envases, las bandejas de polietileno obtuvieron mejores calificaciones y lograron una vida útil óptima de 5 días para todos los tratamientos, mientras que, en las bolsas de polipropileno la vida útil fue de solo 3 días.

Palabras claves: *Eruca sativa*, hidroponía, poscosecha, envase.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La rúcula (*Eruca sativa*) es una hierba de la familia Brassicaceae que se consume principalmente como ensalada o como especia. Se cosecha en diferentes momentos, por ejemplo, en forma de hoja pequeña entera, conocida como "baby leaf", cuya longitud varía entre 8-12 cm. El término "baby leaf" indica "las hojas tiernas y los pecíolos de cualquier cultivo cosechados en su octava hoja verdadera" (Yildiz, 2017). Esta presentación es atractiva por el reducido tamaño, tierna consistencia, diferenciado sabor y por su ciclo de producción corto, entre 21 y 28 días. En los últimos años se fortaleció la producción de hortalizas de presentación "baby leaf" para aumentar el consumo y colocar en el mercado alimentos diferenciados (Purquerio y Melo T, 2011). Los chefs, por ejemplo, emplean estas hortalizas para realizar la estética de sus platos. Estas se presentan al consumidor de manera individual o en combinación con otras hojas. Estos productos tienen un valor intrínseco que estimula su consumo por la mayor cantidad de proteínas y vitaminas, comparado con hortalizas de madurez a cosecha comercial (Genuncio et al., 2011). Una alternativa para este tipo de presentaciones, es mediante un sistema hidropónico, que es un sistema de cultivo que prescinde del suelo, permitiendo el crecimiento de las plantas mediante el suministro preciso de agua y solución nutritiva (Beltrano et al., 2015). Dentro de los sistemas hidropónicos, el sistema de raíz flotante se destaca por sus instalaciones

económicas y su capacidad para cultivar hortalizas de hoja exitosamente (Karnoutsos et al., 2021). Consiste en un contenedor rectangular de 15 – 30 cm de profundidad, revestido con plástico. Las raíces de las hortalizas se encuentran sumergidas en la solución nutritiva (agua con nutrientes) y la parte aérea está sostenida sobre un medio aislante que flota (telgopor). La solución nutritiva debe ser monitoreada, recirculada y aireada (Pérez, 2018). El sistema de raíz flotante permite la incorporación de *Bacillus subtilis* para mejorar el crecimiento y proteger las raíces de las plantas. Es una bacteria Gram positiva, anaerobia facultativa con capacidad de producir esporas termorresistentes, que se adaptan con facilidad a condiciones ambientales adversas. Produce compuestos como citocininas, auxinas y ácidos requeridos para el crecimiento adecuado de plantas (Chávez, 2018). Según Velasco et al. (2020), el género *Bacillus* promueve el crecimiento vegetal mediante la solubilización de potasio, esencial para la fotosíntesis y otros mecanismos. Además, activa enzimas, sintetiza proteínas, mantiene la turgencia celular y estimula la producción de citocininas para el crecimiento de raíces y hojas, así como de giberelinas para la absorción de iones. La aplicación de este microorganismo en el cultivo produce efectos positivos mediante la acción combinada de estos mecanismos. La aplicación de productos biológicos que contienen *Bacillus subtilis* es una importante estrategia para proteger las raíces contra patógenos (Nihorimbere et al.; 2012 Mosquera et al., 2014). Además, esta práctica conduce a la disminución del uso de productos químicos nocivos

para el ambiente. Los consumidores juzgan la calidad de los vegetales en base a la apariencia y frescura al momento de la primera compra. Por esta razón, la calidad visual se convierte en un factor de gran relevancia a evaluar, ya que guarda una estrecha relación con la vida útil de estos productos en el estante o anaquel. La evaluación visual es quizás el método más comúnmente utilizado al considerar la calidad de una hortaliza de hoja durante su período de vida útil debido a su relativa simplicidad y bajo costo. Además, la ventaja de este enfoque es que es relativamente rápido y, cuando se realiza con un mayor número de evaluadores, puede alinearse con la percepción del consumidor sobre el producto (Lee y Chandra, 2018; Nguyen et al., 2019; Sikora et al., 2020). Los principales signos de deterioro incluyen cambios en la textura, en el color, pérdida de nutrientes y rápido desarrollo microbiano (Salinas-Hernández et al., 2007; Toivonen y Brummell, 2008). La pérdida de agua por deshidratación es una de las principales causas de deterioro en la conservación de hortalizas de hojas, no solo por la pérdida de peso, sino también porque produce marchitamiento, ablandamiento, pérdida de textura y calidad nutricional en las hojas (Kader 2011, Ortiz Mackinson et al. 2014). El análisis sensorial es una herramienta imprescindible para obtener información sobre algunos aspectos de la calidad de los alimentos. Existe un gran número de pruebas sensoriales, sin embargo, cuando se trata de calidad de vegetales, es oportuno desarrollar una metodología de generación de los atributos críticos de calidad (textura, color, aroma, sabor). Para esto, en primer lugar, se debe estudiar cada hortaliza en forma individual determinando los atributos sensoriales que definen su calidad de "fresco", para luego poder evaluar la calidad global o realizar el seguimiento y/o control. El color es el principal atributo de calidad de los vegetales. Las hojas de rúcula se caracterizan por poseer un color verde brillante (Torales et al., 2010). Se ha comprobado que ciertos cambios de color, como amarillamiento de las hojas, causan rechazo en los consumidores (Ruelas-Chacón et al. 2013, Mathias-Rettig y Ah-Hen (2014). Para contrarrestar estos problemas, la refrigeración y el envasado adecuado, desempeñan un papel crucial. Según Vanaclocha y Requena (2003), la refrigeración es esencial para prolongar la vida útil de las frutas y hortalizas, aumentando así sus posibilidades de conservación. La refrigeración reduce significativamente la intensidad respiratoria, la pérdida de peso por transpiración, la producción de etileno y el crecimiento de microorganismos. Varios estudios han subrayado la importancia de elegir un embalaje adecuado y controlar de manera precisa el tiempo y la temperatura en toda la cadena de distribución y consumo de vegetales de hoja. Esto se hace con el fin de prevenir el crecimiento de

patógenos, microorganismos responsables de la descomposición y la pérdida de calidad (Castro-Ibáñez et al., 2017; De Frias et al., 2018; Luo et al., 2010). La temperatura recomendada a lo largo de toda la cadena de procesamiento de los vegetales de hojas es de 4°C o menos (Francis et al., 2012). El envasado protege el producto de daños físicos, químicos o microbiológicos durante su almacenamiento, distribución y comercialización, además de mejorar su presentación. En las hortalizas verdes se usan comúnmente bolsas plásticas de polipropileno por su bajo costo, peso, reutilización, variedad en tamaño, forma y resistencia y porque evitan la pérdida acelerada de agua. Además, se utilizan bandejas y pots de diferentes tipos de materiales, polietilenos de alta y baja densidad o papel film (PET), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestirenos. Cada uno de ellos se destaca por sus propiedades, principalmente transparencia, resistencia, flexibilidad, y la baja interacción química con el alimento que contienen (Zoffoli et al., 2015). Los objetivos planteados para este trabajo son: evaluar la calidad visual de las muestras de rúcula baby leaf obtenidas a través del cultivo hidropónico con la adición de *Bacillus subtilis*. Además, se busca comparar el impacto en la calidad de estas muestras al utilizar dos tipos de envases distintos, estableciendo el tiempo de vida útil de la rúcula en el anaquel.

METODOLOGÍA

Producción de Eruca sativa (rúcula) en sistema hidropónico de raíz flotante

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Investigación y Servicios de Sanidad Vegetal y Biología Celular de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina. Para el armado del sistema hidropónico de raíz flotante se utilizaron bandejas multiceldas de telgopor de alta densidad (Empresa Porex, Argentina) y recipientes contenedores de plástico (Colombraro, Argentina) de 45 cm de largo x 32,5 cm de ancho x 10,5 cm de alto. El sustrato utilizado fue vermiculita (Empresa Bertinat, Argentina) y las semillas de rúcula de la Empresa Florensa (Argentina). Se preparó una solución nutritiva de macronutrientes en base a los requerimientos de verduras de hojas (datos no mostrados) (Furlani, 1998). Y una solución de micronutrientes comercial (Empresa Hoja Verdes, Córdoba). Se utilizó un inoculante comercial con *Bacillus subtilis* cepa QST 713, Serenade Bayer (Empresa Tecniagro Cuyo S.R.L, Argentina). Para evaluar la calidad del inoculante, se realizó un análisis de recuento de bacterias viables para corroborar el estado y concentración de las bacterias. El recuento se realizó,

luego de hacer diluciones seriadas y sembrado en placas con medio de Luria Bertani e incubado a 29°C. La concentración del mismo fue de 1×10^7 UFC/mL. Con la finalidad de evaluar el efecto del agregado de *Bacillus subtilis*, se llevaron a cabo tres tratamientos por duplicado:

- **Tratamiento 1 (Testigo):** Solución nutritiva.
- **Tratamiento 2:** Solución nutritiva + 0.5 mL de inoculante *Bacillus subtilis*, agregado a los 5 días luego de la siembra en la solución nutritiva.
- **Tratamiento 3:** Solución nutritiva + 0.5 mL de inoculante *Bacillus subtilis*, agregado a los 13 días luego de la siembra en la solución nutritiva).

Cosecha y envasado

La cosecha se llevó a cabo de manera aleatoria, empleando guantes y tijeras previamente desinfectadas con alcohol al 70%. Las plántulas se recolectaron de cada bandeja cuando sus hojas alcanzaron un tamaño de 8-12 cm, lo cual ocurrió a los 28 días. Posteriormente, las muestras se almacenaron en dos tipos de envases: bandejas de polietileno (BP) y bolsas cónicas de polipropileno (BCP) (Figura 1), y se mantuvieron a una temperatura de 4°C en una cámara de almacenamiento de la Cultivo in vitro Percival Scientific durante un período de 9 días.



Figura 1. Almacenamiento de rúcula baby leaf en los dos tipos de envases

Almacenamiento

Con el fin de evaluar la calidad visual de las muestras de rúcula tratadas, envasadas y almacenamiento se realizaron fotografías utilizando la cámara de un celular iPhone 11 sin flash, montado en un soporte ajustado a una altura de 35 cm por encima de una base de color rojo, donde se colocaron las muestras. Para evitar capturar sombras en las fotografías, se instalaron 2 tubos Led Macroled 13w en diferentes puntos. Las fotografías se

tomaron en un cuarto oscuro a temperatura ambiente y se exportaron a formato JPEG. La evaluación de la calidad visual de las muestras fue realizada por un panel de 10 jueces entrenados miembros de la Cátedra de Biología Celular de la FCA, UNC que realizaron una calibración previa. Durante la calibración se introdujeron los conceptos de cada atributo (apariciencia general, color y deshidratación) a través de fotografías y muestras de rúcula, que se seleccionaron de acuerdo a los 9 puntos de la escala utilizada (Tabla 1).

Tabla 1. Definiciones de los atributos sensoriales evaluados por panel sensorial y sus correspondientes puntajes sensoriales.

Atributo	Definición	Escala sensorial
Apariciencia general	Grado de marchitamiento y brillo.	9: Excelente, sin marchitamiento y brillo intenso. 5: Intermedio, leve pérdida de brillo y grado medio de marchitamiento. 1: Ausencia de brillo (opaco) y excesivo grado de marchitamiento.
Color	Grado de amarillamiento, intensidad de color verde y uniformidad.	9: Excelente uniformidad e intensidad de color verde. Cero grado de amarillamiento. 5: Intermedia uniformidad e intensidad de color verde. Medio grado de amarillamiento. 1: Ausencia de uniformidad e intensidad de color verde. Excesivo grado de amarillamiento.
Deshidratación	Grado de Pérdida de turgencia y deshidratación	9: Textura excelente, con gran frescura, sin deshidratación. 5: Textura intermedia, pérdida moderada de la turgencia, frescura media y deshidratación moderada. 1: Textura extremadamente mala, pérdida total de turgencia y frescura, y deshidratada totalmente, seco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis sensorial de rúcula "baby leaf"

Los evaluadores dieron una calificación media de 9 ± 0.9 a la apariencia general, el color y la deshidratación de las muestras en el momento de la cosecha (día 0), y no se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Esto sugiere que las muestras de rúcula tenían una apariencia general excelente, con un color verde uniforme e intenso, sin signos de amarillamiento, con un brillo pronunciado y una frescura evidente, y sin evidencia de deshidratación al momento de ser envasadas. Esta evaluación señala que los tratamientos no tuvieron un impacto discernible en la calidad sensorial

de la rúcula baby leaf. En la **Figura 1** se visualizan las muestras de rúcula baby leaf en dos tipos envases diferentes al momento de la cosecha (día 0): bandejas de polietileno (BP) y bolsas cónicas de polipropileno (BCP). La desviación estándar relativamente alta obtenida podría deberse principalmente a la variabilidad inherente de los trozos de hojas de rúcula, aunque la evaluación de los panelistas podría ser otra fuente relevante de incertidumbre en las puntuaciones. Como se muestra en el gráfico de la **Figura 2**, todos los atributos estudiados reflejaron una marcada disminución en su valoración durante los 9 días de almacenamiento, observándose diferencias evidentes entre los tipos de envases utilizados.

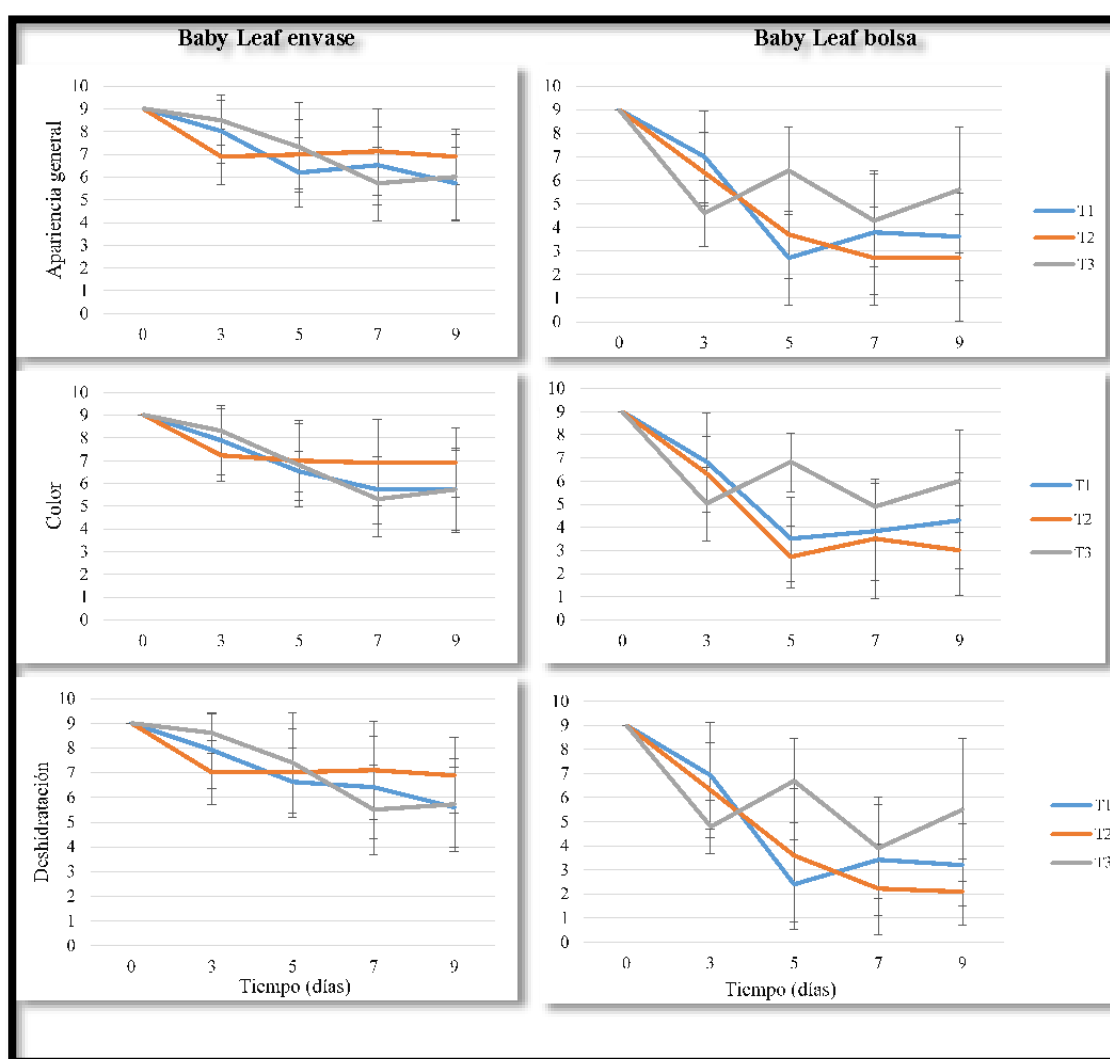


Figura 2. Evaluación de la calidad sensorial de rúcula baby leaf almacenada en bandejas de polietileno y en bolsa de polipropileno durante 9 días.

Nota. T1 (testigo: solución nutritiva), Tratamiento 2: Solución nutritiva + *Bacillus subtilis* (colocado a los 5 días luego de la siembra), Tratamiento 3: Solución nutritiva + *Bacillus subtilis* (colocado a los 13 días luego de la siembra).

La apariencia general de las muestras almacenadas en bandejas de plástico recibió una puntuación de 6-7, mientras que las muestras de rúcula baby leaf

almacenadas en bolsas tuvieron una puntuación más baja. Este resultado destaca la importancia de la elección del material de envase para este tipo de hortalizas de

hoja. Las bolsas de polipropileno presentan más perforaciones que la bandeja de polietileno, lo que permite un mayor intercambio de gases con el exterior del envasado. Esa característica conlleva una mayor presencia de oxígeno en las bolsas y un aumento de la tasa respiratoria del producto (Vandekinderen et al., 2009). Por otro lado, en lo que respecta a las muestras almacenadas en bolsas cónicas de polipropileno (BCP), las calificaciones más favorables por parte de los panelistas se registraron en las muestras a las cuales se les añadió *Bacillus subtilis* 13 días después de la siembra. Sin embargo, es importante destacar que estas muestras experimentaron un notorio descenso en sus calificaciones por parte de los panelistas durante los primeros días de almacenamiento. Según Kim et al., (2004), se considera una valoración de 6 en el atributo aspecto general como valor límite de vida útil de los vegetales de hoja, por lo tanto, las muestras de rúcula baby leaf podrían almacenarse durante 3 días en bolsas cónicas de polipropileno y durante 5 días en bandejas de plástico. Estos resultados reflejan un impacto del tipo de envase en el deterioro del color y la aparición de marchitamiento. Las muestras almacenadas en BCP mostraron un mayor grado de marchitamiento y una menor uniformidad en el color verde. En general, la evaluación de los panelistas parece indicar una correlación directa entre la apariencia general y el color. Este último atributo, como se menciona en el estudio de Koukounaras et al. (2007), es la característica de calidad más importante de las hojas, y cualquier alteración en el color normal podría limitar la aceptación del producto.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se ha llegado a la conclusión de que la elección del envase juega un papel crucial en la preservación de la calidad del producto durante su almacenamiento. De todos los envases evaluados, la bandeja de polietileno es la opción más destacada. Esta elección garantiza un tiempo de almacenamiento óptimo de 5 días en todos los tratamientos analizados, proporcionando un equilibrio esencial entre la conservación de la frescura y la textura de la rúcula baby leaf. En contraste, las bolsas de polipropileno demostraron ser una elección menos deseable. Su capacidad de mantener una calidad óptima se limitó a un período de apenas 3 días, lo que subraya su inadecuación para preservar la rúcula baby leaf en condiciones óptimas durante un tiempo prolongado. En resumen, debido al marcado deterioro del producto y su baja durabilidad, se desaconseja el uso de bolsas de polipropileno. No obstante, es fundamental resaltar que se alcanzó un avance significativo en la conservación cuando se empleó *Bacillus subtilis*. Las muestras tratadas

con este agente experimentaron una notable extensión en su vida útil, conservando su calidad comercial en su punto óptimo durante 9 días a partir del inicio del proceso de almacenamiento. Es esencial subrayar que este resultado prometedor debe ser confirmado y respaldado por investigaciones adicionales con el fin de obtener una comprensión completa de su aplicabilidad y verificar su efectividad en diversas circunstancias y entornos.

BIBLIOGRAFÍA

- Beltrano J, Giménez DO, Ruscitti M F, Carbone A V, Andreau Vasicek A L, Ronco B L, Martínez S B, Gabi M. 2015. Cultivo en hidroponía. Libro digital. ISBN 978-950-34-1258-9.
- Castro-Ibáñez I, Gil M I & Allende A. 2017. Ready-to-eat vegetables: Current problems and potential solutions to reduce microbial risk in the production chain. *LWT-food science and technology*, 85, 284-292 pp. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.073>
- Chávez Paredes M A. 2018. Obtención de un biofungicida a base de *Bacillus subtilis* mediante fermentación líquida sumergida utilizando residuos agroindustriales.[Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10548>.
- De Frias J A, Luo Y, Zhou B, Turner E R, Millner P D, & Nou X. 2018. Minimizing pathogen growth and quality deterioration of packaged leafy greens by maintaining optimum temperature in refrigerated display cases with doors. *Food Control*, 92, 488-495 pp. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.024>.
- Francis G A, Gallone A, Nychas G J, Sofos J N, Colelli G, Amodio M L. 2012. Factors affecting quality and safety of fresh-cut produce. *Critical reviews in food science and nutrition*, 52, 595-610. pp. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.503685>
- Genuncio G C, Silva R A C, Sá N M, Mary W & Zonta E. 2011. Produtividade de rúcula hidropónica cultivada em diferentes épocas e vazões de solução nutritiva. *Horticultura Brasileira* 29:605-608. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000400027>.
- Kader A A. 2011. Tecnología poscosecha de cultivos hortofrutícolas. 3ra ed. Kader A A editor técnico.
- Karnoutsos P, Karagiovanidis M, Bantis F, Chatzistathis T, Koukounaras A, & Ntinis G K. 2021. Controlled root-zone temperature effect on baby leaf vegetables yield and quality in a floating system under mild and extreme weather conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(9), 3933-3941. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1103>

- Kim J G, Luo Y, & Gross K C. 2004. Effect of package film on the quality of fresh-cut salad savoy. *Postharvest Biology and Technology*, 32(1), 99-107. <https://doi.org/10.1016/J.postharvbio.2003.10.006>.
- Koukounaras A, Siomos A S, & Sfakiotakis E. 2007. Postharvest CO₂ and ethylene production and quality of rocket (*Eruca sativa* Mill.) leaves are affected by leaf age and storage temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 46(2), 167-173 pp. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.04.007>.
- Lee J S, Chandra D. 2018. Effects of different packaging materials and methods on the physical, biochemical and sensory qualities of lettuce. *J Food Sci Technol* 55 (5), 1685-1694 pp. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3081-6>.
- Luo Y, He Q, & McEvoy J L. 2010. Effect of storage temperature and duration on the behavior of *Escherichia coli* O157: H7 on packaged fresh-cut salad containing romaine and iceberg lettuce. *Journal of food science*, 75(7), 390-397pp. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1750-3841.2010.01722.x>
- Mathias-Rettig K, Ah-Hen K. 2014. El color en los alimentos: un criterio de calidad medible. *Agro Sur*. 42(2):57- 66.
- Mosquera S, González-Jaramillo L M, Orduz S, & Villegas-Escobar V. 2014. Multiple response optimization of *Bacillus subtilis* EA-CB0015 culture and identification of antifungal metabolites. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3(4), 378-385 pp.
- Nihorimbere V, Cawoy H, Seyer A, Brunelle A, Thonart P, & Ongena M. 2012. Impact of rhizosphere factors on cyclic lipopeptide signature from the plant beneficial strain *Bacillus amyloliquefaciens*S499. *FEMS Microbiology Ecology*, 79(1), 176-191 pp. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2011.01208.x>.
- Nguyen T V, Ross T, Van Chuyen H. 2019. Evaluation of the effectiveness of three disinfectant agents in prolonging the shelf life of freshly cut baby spinach: quality and food safety aspects. *AIMS Agriculture and Food*, 4 (2).
- Ortiz Mackinson M, Mondino C, & Cosolito P. 2014. Evaluación de alternativas de manejo de poscosecha en hortalizas de hoja sobre las pérdidas a nivel minorista. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 13(1), 35-50 pp. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S166677192014000100004&script=sci_arttext.
- Pérez A. 2018. Efecto del uso de mallas raschel de colores en plantas de lactuca sativa l. var. waldmann's green bajo sistema hidropónico de raíz flotante. [Trabajo de Titulación. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa. Arequipa, Perú].
- Purquerio L F V, & Melo P C T. 2011. Hortaliças pequenas e saborosas. *Horticultura Brasileira*, 29(1), 1-1.
- Ruelas-Chacón, X. Reyes-Vega, M de la L. Valdivia-Urdiales, B. Contrera-Esquivel, J. C. Montañez-Sáenz, J. C. Aguilera-Carbó, A. F. Peralta-Rodríguez, R. D. 2013. Conservación de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas con recubrimientos comestibles. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*. 5(9):31-37 pp.
- Salinas-Hernández R M, González-Aguilar G A, Pirovani M E, Ulinmontejo F. 2007. Modelación de deterioro de productos vegetales frescos cortados. www.ujat.mx/publicaciones/uciencia 23 (2):183196 pp.
- Sikora M, Złotek U, Kordowska-Wiater M, Swieca M. 2020. Effect of basil leaves and wheat bran on the antioxidant capacity, sensory properties and microbiological quality of shredded iceberg lettuce during storage. *Antioxidantes*, 9 (4), 355 p. <https://doi.org/10.3390/antiox9040355>.
- Toivonen P M A, & Brummell D. A. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48, 1-14 pp. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.09.004>.
- Torales A C, Chaves A, Rodríguez S del C. 2010. Cambios en la calidad de rúcula mínimamente procesada: efectos de distintos envases. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 11(2):196-203 pp. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315809012>
- Vanaclocha A C, & Requena J A. 2003. Procesos de conservación de alimentos. *Mundi-Prensa*.
- Vandekinderen I, Devlieghere F, De Meulenaer B, Ragaert P, & Van Camp J. 2009. Optimization and evaluation of a decontamination step with peroxyacetic acid for fresh-cut produce. *Food Microbiology*, 26(8), 882-888 pp. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2009.06.004>.
- Velasco A, Castellanos-Hernández O, Acevedo-Hernández G, Aarland R C, Rodríguez-Sahagún A. 2020. Rhizospheric bacteria with potential benefits in agriculture. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 343-355 pp. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>.
- Yildiz F. 2017. Initial preparation, handling and distribution of minimally processed refrigerated fruits and vegetables. *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. 53-92 pp. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-7018-6_3.
- Zoffoli J P, Evseev A, Naranjo Gatica P, & Rodríguez J. 2015. El Futuro de los Biopolímeros en el envase de Frutas.