

MEJORA DE LA CONSERVACIÓN Y EL COLOR DE CEREZAS BING (PRUNUS AVIUM): UNA METODOLOGÍA DESCRIPTIVA MEDIANTE EL USO DE ADITIVOS NATURALES

Juan Ignacio González Pacheco¹; Mariela Beatriz Maldonado^{1,2}; Ariel Fernando Márquez¹; Paula Anabella Giorlando¹; Oscar Daniel Galvez^{1,3}

¹ Laboratorio de Alimentos y Tratamiento de Efluentes (LATE), Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional, C. Rodríguez 273, Ciudad de Mendoza, Mendoza, Argentina / ingonzalez534@gmail.com

² CCT Mendoza, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad de Mendoza, Mendoza, Argentina

³ Departamento de Materias Básicas, Facultad Regional de Mendoza, Universidad Tecnológica Nacional, C. Rodríguez 273, Ciudad de Mendoza, Mendoza, Argentina

Resumen: Este estudio investiga la coloración y evaluación de la calidad de cerezas confitadas con jarabe de polioles mediante el espacio CIELAB (Minolta CR-400). Un lote de 10 kilogramos de cerezas *Prunus avium* tipo Bing fue adquirido en Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina y sometido a un proceso de endulzamiento. Se empleó un método de impregnación múltiple, conocido como “método francés o lento”, para lograr 55 Bx en el interior de las cerezas. Se prepararon 18 formulaciones para confitado de los frutos, así determinar la combinación más adecuada de sacarosa y polioles (lactitol, maltitol y xilitol). Se decidió sustituir parcialmente sacarosa por una formulación de sacarosa/xilitol (50%/50%) y analizar su impacto en la coloración y la calidad general de estas. Las cerezas se sumergieron en soluciones de 35 Bx y coloreadas con eritrosina y gardenia roja a 119 ppm para observar su influencia en el proceso de coloración a diferentes temperaturas (40, 50 y 60°C). Se analizó la variación temporal de los parámetros del espacio de color CIELAB (L, a*, b*) en las cerezas a lo largo del tiempo. Los resultados demostraron una disminución gradual en los valores de luminosidad (L) a medida que el tinte penetró en la matriz del fruto, estabilizándose en valores cercanos a 38 y 40, mientras que a valores cercanos a 55 y 56 para tendencia al rojo, para eritrosina y rojo gardenia respectivamente. Este estudio proporciona información sobre el proceso de coloración de las cerezas confitadas y resalta la importancia de la concentración del tinte, la temperatura y las formulaciones de jarabes para lograr resultados de color deseables. Comprender la dinámica del proceso de coloración es esencial para garantizar la calidad y el atractivo visual de cerezas confitadas, lo que tiene implicaciones para la aceptación del consumidor y la competitividad del mercado.

Palabras claves: Polialcoholes, colorantes naturales, cerezas, producción de alimentos naturales.

INTRODUCCIÓN

La utilización de colorantes en el procesamiento de alimentos ha evolucionado significativamente con el tiempo, con un cambio particular hacia alternativas de base natural debido a las crecientes preocupaciones sobre las implicaciones para la seguridad y la salud de los tintes sintéticos (Imchen & Singh, 2023; Malabadi et al, 2022). Históricamente, los tintes de origen vegetal se han utilizado ampliamente por sus diversas aplicaciones y beneficios percibidos para los organismos vivos, ofreciendo un sustituto sostenible de los colorantes artificiales. En particular, el atributo organoléptico del color juega un papel crucial al influir en las percepciones de los consumidores sobre el sabor, la calidad y la preferencia general por los productos alimenticios. En vista de esto, ha habido un aumento notable en la demanda de aditivos naturales con beneficios para la salud, lo que refleja una creciente preferencia por alternativas orgánicas y naturales como sustitutos de los ingredientes artificiales en la industria alimentaria (Maldonado, 2021).

Además, la aparición de polioles, una clase de alcoholes de azúcar ha llamado la atención como un sustituto prometedor de los azúcares tradicionales en diversas aplicaciones alimentarias, debido a su bajo contenido calórico. Estos polioles, como el xilitol, son compuestos naturales que se encuentran en varias frutas y verduras y ofrecen un efecto edulcorante comparable al de la sacarosa y, al mismo tiempo, aportan menos calorías (Martău et al, 2020). La adopción de polioles en la industria alimentaria ha cobrado impulso, impulsada por la creciente demanda de edulcorantes bajos en calorías para reemplazar los productos tradicionales a base de azúcar, remodelando así el mercado alimentario mundial (Nogueira-de-Almeida & Ribas Filho, 2021). En el ámbito de la ciencia y la tecnología de los alimentos, la investigación de los fenómenos de transferencia de masa, los modelos de difusión y sus aplicaciones prácticas en los procesos de colorantes alimentarios ha sido un área de investigación activa.

El objetivo de este estudio es analizar la variación temporal del espacio de color CIELAB en cerezas al ser sometidas a coloraciones realizadas con eritrosina y rojo gardenia a 119 ppm y diferentes temperaturas (40, 50 y 60°C) en una solución edulcorante funcional prebiótica de polioles. Este análisis podrá proporcionarnos las primeras impresiones de si es posible el reemplazo tecnológico de pigmentos naturales por artificiales y sacarosa por sustitutos de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

En primer lugar, se adquirió un lote de 10 kilogramos de cerezas *Prunus avium* tipo Bing en Luján de Cuyo, Mayor Drummond, Mendoza, Argentina (coordenadas en grados decimales: -33.00443364309908; -68.86583423899584).

Las cerezas fueron cuidadosamente calibradas (27 mm), deshuesadas y desulfitadas sumergiéndolas en baños de agua durante 24 horas. El proceso de confitado se inició mediante el empleo de un método de impregnación múltiple, comúnmente denominado “Método Francés o Lento”, según la metodología propuesta por González Pacheco & Maldonado (2024). Los frutos se sumergieron en soluciones hipertónicas azucaradas de baja concentración primaria (25 Bx), luego se aumentaron moderadamente hasta alcanzar la concentración deseada de 55 Bx, y la matriz reposó en la solución durante 24 horas entre cada impregnación.

Previo a iniciar el proceso de impregnación en soluciones edulcorantes, se prepararon 18 formulaciones (Figura 1), constituidas por sacarosa, polioles, como lactitol, maltitol y xilitol, así como combinaciones entre ellos, para lograr una sustitución total y/o parcial de sacarosa en solución.

Figura 1

Ilustración de las formulaciones preparadas constituidas por soluciones de sacarosa y polioles.



Nota: soluciones de composición: sacarosa 100% (p/V) (a); lactitol 100% (p/V) (b); maltitol 25% (p/V) (c); maltitol 50% (p/V) (d); maltitol 75% (p/V) (e); maltitol 100% (p/V) (f); xilitol 25% (p/V) (g); xilitol 50% (p/V) (h); xilitol 75% (p/V) (i); xilitol 100% (p/V) (j); maltitol/xilitol 75%/25% (p/V) (k); maltitol/xilitol 80%/20% (p/V) (l); maltitol/xilitol 90%/10% (p/V) (m); maltitol/xilitol 95%/5% (p/V) (n); lactitol/xilitol 75%/25% (p/V) (o); lactitol/xilitol 80%/20% (p/V) (p); lactitol/xilitol 90%/10% (p/V) (q); lactitol/xilitol 95%/5% (p/V) (r).

Luego, una combinación de sacarosa/xilitol fue la formulación utilizada para confitar las cerezas, con el objetivo de realizar una sustitución parcial del azúcar de mesa (Wiktor et al, 2022), obteniendo así una solución edulcorante que contiene sacarosa/xilitol 50%/50% (p/V), ya

que su mezcla en estas proporciones no generó la formación de precipitado o cristales durante seis meses de almacenamiento a temperatura ambiente de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (Martins et al, 2021), siendo que otras formulaciones si formaron precipitación y/o enturbiamiento (Figura 2).

Figura 2

Precipitaciones y cristales formados en las soluciones edulcorantes durante su almacenamiento por seis meses.

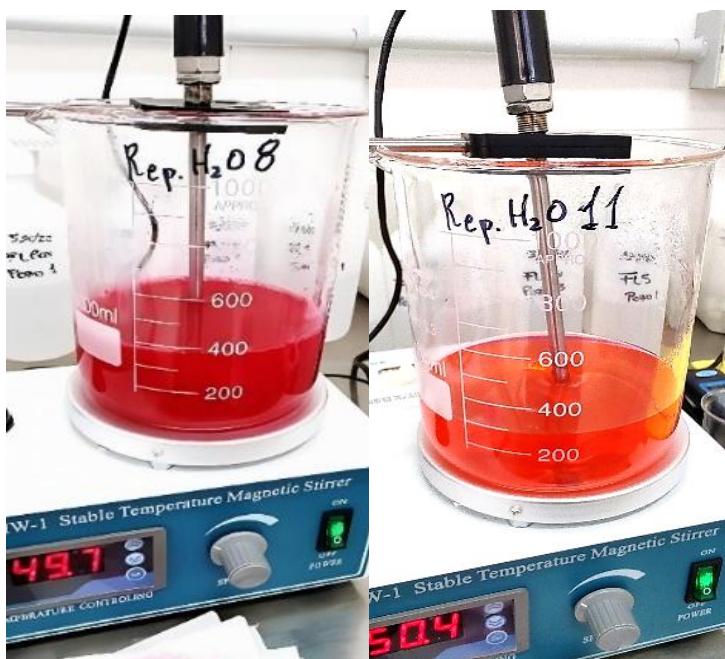


Proceso de impregnaciones y tinciones de las frutas

El proceso relacionado con impartir la solución edulcorante a las cerezas es una metodología de varios pasos. La etapa inicial consiste en hervir y enfriar una solución edulcorante con una concentración de 25 Bx (primera impregnación) a aproximadamente 50°C para evitar la aparición de plasmólisis celular y el desarrollo de arrugas en el fruto. Posteriormente las cerezas fueron introducidas en un almíbar de 35 Bx (segunda impregnación) en idénticas condiciones a las del día anterior. Durante este procedimiento se agregaron eritrosina y gardenia roja a 119 ppm para teñir los frutos y observar su influencia en la concentración. La solución se mantuvo a una temperatura constante de 40, 50 y 60 °C y fue sometida a agitación constante mediante un agitador magnetotérmico PIOWAY 78 HW-1 a 300 rpm (Figura 3), asegurando la homogeneidad de la solución.

Figura 3

Ensayos de tinción de cereza variando temperatura, tintes y concentración.



Muestreo

Se seleccionaron al azar dos muestras de cerezas de múltiples áreas del contenedor (Figura 4). Las secciones transversales de estas muestras se obtuvieron con la ayuda de un bisturí, y los parámetros luminosidad (L), enrojecimiento o verdor (a^*) y azul o amarillento (b^*) se midieron por triplicado utilizando un colorímetro Minolta CR-400, e iluminante D65 (luz natural).

Figura 4

Muestra de cerezas extraídas periódicamente antes de medir los parámetros L , a y b del espacio de color CIELAB.



Nota: Muestreo de cerezas coloreadas con eritrosina a 119 ppm, en almíbar de 35 Bx cuya composición es de 50% sacarosa – 50% xilitol, a 50°C (a). Muestreo de cerezas coloreadas con rojo de gardenia a 119 ppm, en almíbar de 35 Bx cuya composición es de 50% sacarosa – 50% xilitol, a 50°C (b).

RESULTADOS & DISCUSIÓN

Dada la cantidad de ensayos realizados, se presentará la variación temporal de a^* , b^* y L para los ensayos con eritrosina a 119 ppm y 40°C, y además con rojo de gardenia a 119 ppm y 40°C.

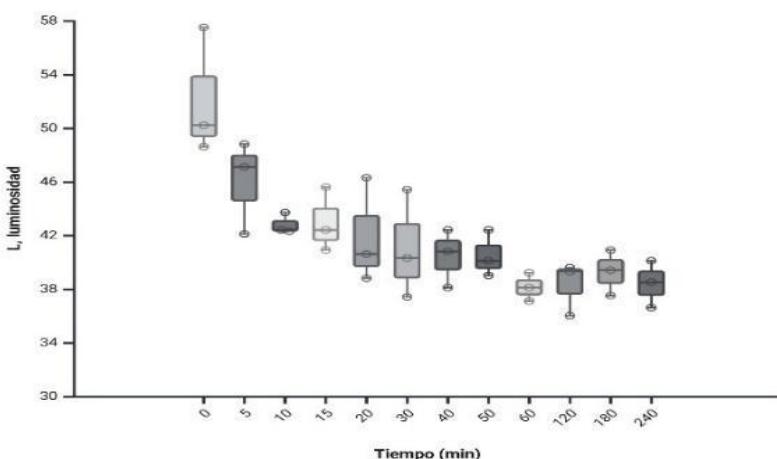
Espacio de color de los ensayos de coloración utilizando el pigmento Eritrosina a 119 ppm y 40°C.

Parámetro L , luminosidad

Se puede observar (Figura 5) que, al inicio, en los primeros 5 minutos, los valores de luminosidad fueron los más elevados, entre 42 a 57, dado que en esta etapa las cerezas se encontraban con escasa cantidad de colorante eritrosina difundido en su matriz, lo que hacía que tuvieran colores más claros (cerezas desulfuradas), sin embargo, a medida que el colorante penetró en la matriz, los valores de luminosidad fueron disminuyendo hasta estabilizarse en valores cercanos a 38.

Figura 5

Evolución del parámetro L , para cerezas coloreadas con eritrosina a 119 ppm en almíbar (35 Bx) a 40°C con relación al tiempo (datos por triplicado). Creado con BioRender.com

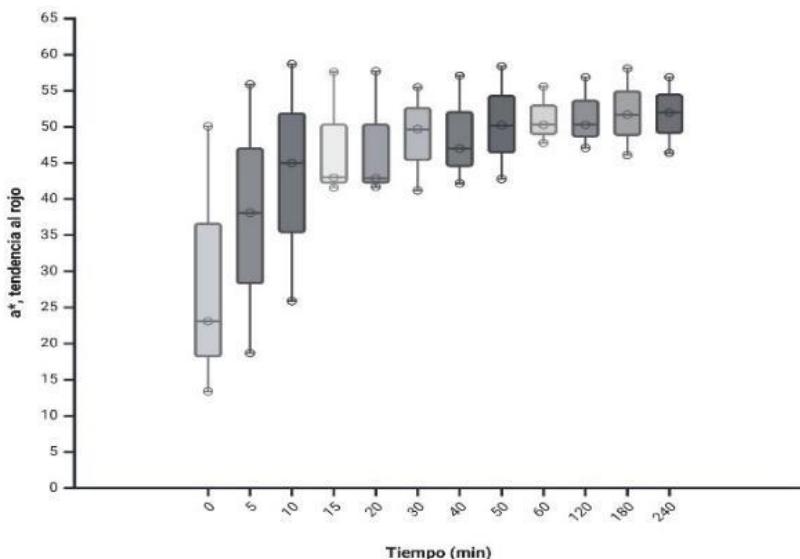


Al principio, la curva de luminosidad tenía una pendiente alta debido al fuerte gradiente de concentraciones de colorante entre la cereza y la solución edulcorante. A medida que avanzaba el tiempo (60 a 240 min), la saturación del colorante y el azúcar condujeron a una disminución significativa en la fuerza impulsora de la difusión, lo que provocó que la difusión del colorante disminuyera hasta detenerse. La estabilización de los valores "L" alrededor de 38 indicaría que la luminosidad se detiene debido a la saturación del sistema de azúcar y colorante y no necesariamente porque la diferencia de concentraciones se haya vuelto cero (M. Maldonado & González Pacheco, 2022). Esto probablemente ocurrió porque la tortuosidad de los canalículos internos de la cereza aumentó debido a la naturaleza del almíbar.

Parámetro a, tendencia al rojo

Como se observa en la Figura 6, en los primeros 5 minutos, los valores de rojo eran bajos (13 a 50) debido a la difusión limitada del tinte, lo que daba como resultado colores más claros. A medida que el tinte penetró, los valores de a^* aumentaron y se estabilizaron entre 50 y 56. Inicialmente, la pendiente pronunciada de la curva a^* indicó un gradiente de concentración de tinte alto, lo que llevó a un rápido aumento en los valores de sesgo rojo. A medida que avanzaba el tiempo (60 a 240 min), la difusión del tinte se ralentizó debido a la saturación de la matriz, lo que dio como resultado valores de a^* estabilizados (alrededor de 52) y una variabilidad reducida con el tiempo (valores muestrados de a^* cercanos).

Figura 6



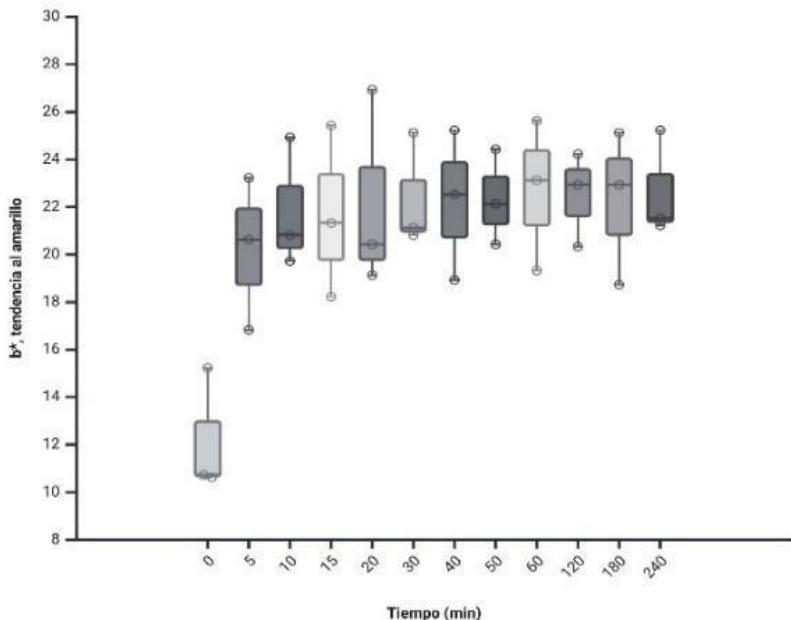
Evolución del parámetro a^* , para cerezas coloreadas con eritrosina a 119 ppm en almíbar (35 Bx) a 40°C con relación al tiempo (datos por triplicado). Creado con BioRender.com

Parámetro b, tendencia al amarillo

Como se observa en la Figura 7, al inicio, en los primeros 5 minutos, los valores de tendencia al amarillo fueron los más bajos, entre 11 a 15, dado que en esta etapa las cerezas se encontraban con escasa cantidad de colorante eritrosina difundido en su matriz, lo que hacía que tuvieran colores más claros (cerezas desulfuradas), sin embargo, a medida que el colorante penetraba en la matriz, los valores de b^* fueron aumentando hasta estabilizarse en valores entre 22 a 24. El análisis realizado para luminosidad y tendencia al rojo también se realizó para la tendencia al amarillo.

Figura 7

Evolución del parámetro b^* , para cerezas coloreadas con eritrosina a 119 ppm en almíbar (35 Bx) a 40°C con relación al tiempo (datos por triplicado). Creado con BioRender.com



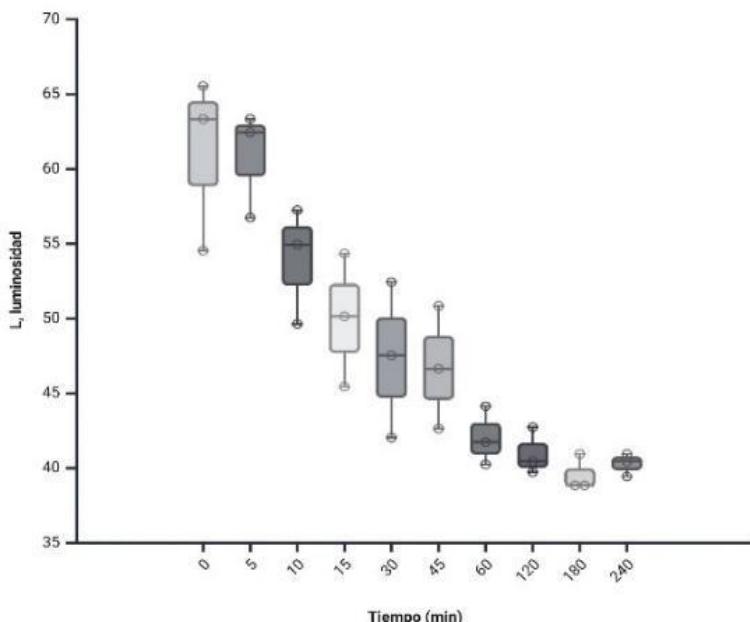
Espacio de color de los ensayos de coloración utilizando el pigmento Rojo de gardenia a 119 ppm y 40°C.

Parámetro L, luminosidad

La Figura 8 muestra que, al principio, los valores de luminosidad eran los más elevados, entre 54 y 65, ya que las cerezas tenían una pequeña cantidad de tinte rojo gardenia, lo que las hacía más claras. A medida que el tinte penetró, los valores de luminosidad disminuyeron y se estabilizaron alrededor de 40. La pendiente de la curva de luminosidad era pronunciada inicialmente, pero disminuyó a medida que la matriz se saturó con tinte y azúcares (mismo comportamiento que con eritrosina), lo que provocó que la difusión del pigmento disminuyera y eventualmente se detuviera, estabilizando los valores de L alrededor de 40.

Figura 8

Evolución del parámetro L , para cerezas coloreadas con rojo gardenia a 119 ppm en almíbar (35 Bx) a 40°C con relación al tiempo (datos por triplicado). Creado con BioRender.com

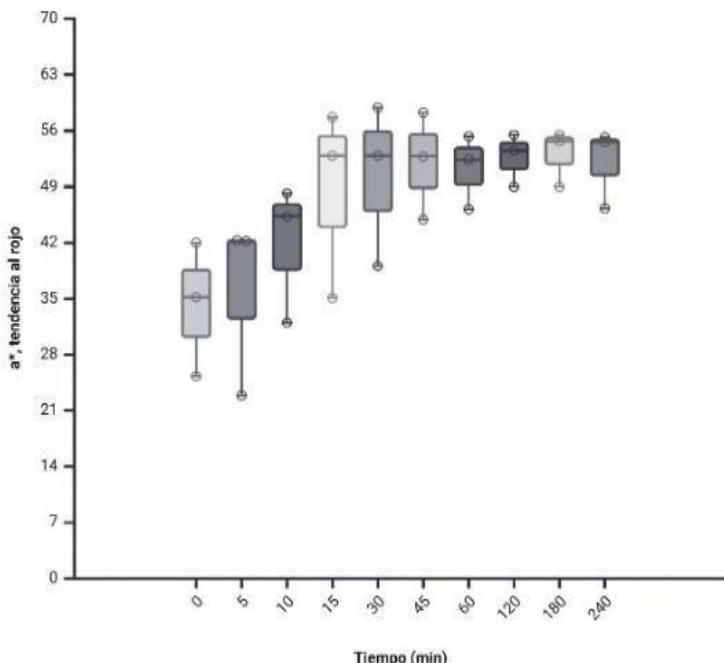


Parámetro a , tendencia al rojo

La Figura 9 muestra que los valores de tendencia al rojo fueron más bajos en los primeros 5 minutos, entre 22 y 42, debido a una pequeña cantidad de tinte rojo gardenia difundida en la matriz. A medida que el colorante penetró en la matriz, los valores de a^* aumentaron y se estabilizaron entre 49 y 56. La variabilidad de las mediciones disminuye más para rojo gardenia que para la eritrosina, lo que indica que el tinte de gardenia se difunde más rápido en la matriz que la eritrosina, debiéndose posiblemente a su menor tamaño y peso molecular (Gálvez et al., 2024).

Figura 9

Evolución del parámetro a^ , para cerezas coloreadas con rojo gardenia a 119 ppm en almíbar (35 Bx) a 40°C con relación al tiempo (datos por triplicado). Creado con BioRender.com*

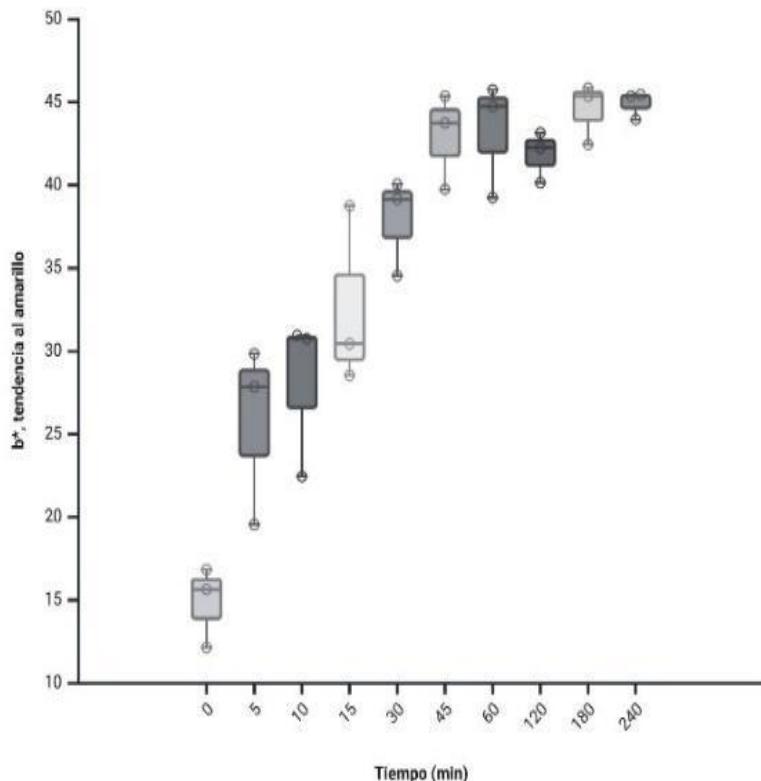


Parámetro b^* , tendencia al azul

La Figura 10 muestra que en los primeros 5 minutos, los valores de tendencia al amarillo fueron los más bajos, entre 12 y 30, ya que las cerezas tenían una pequeña cantidad de tinte rojo gardenia. A medida que el tinte penetró en la matriz, los valores de b^* aumentaron y se estabilizaron entre 40 y 46. El uso de rojo gardenia dio como resultado valores de b más altos en comparación con la eritrosina.

Figura 10

Evolución del parámetro b^* , para cerezas coloreadas con rojo gardenia a 119 ppm en almíbar (35 Bx) a 40°C con relación al tiempo (datos por triplicado). Creado con BioRender.com



CONCLUSIONES

La variación temporal del espacio de color CIELAB en cerezas está significativamente influenciada por el tipo de tinte utilizado, su concentración y la temperatura del proceso de coloración. Los cambios en el parámetro L reflejan la penetración gradual del tinte en la matriz de la cereza, provocando una disminución de la luminosidad hasta que se produce la estabilización. De manera similar, los cambios en el parámetro a^* indican la progresión del color dentro de las cerezas, y los valores tienden a estabilizarse con el tiempo. Un análisis comparativo

entre eritrosina y rojo gardenia revela diferencias en la velocidad de difusión y la homogeneidad de la coloración, probablemente atribuidas al tamaño y peso molecular de los tintes. Estos hallazgos ofrecen información sobre la cinética de difusión de estos pigmentos en matrices alimentarias e implicaciones para optimizar procesos de coloración en la industria alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Establecimiento Frutícola Carleti S.A y Meridiano S.A por el suministro de las cerezas, a DuPont por la donación de polialcoholes, a la UTN FRM por proporcionar recursos e infraestructura y a CONICET.

REFERENCIAS

- Gálvez, O. D., Maldonado, M. B., Vargas, M. C., Affranchino, G., & González Pacheco, J. I. (2024). Estimation of diffusion coefficients during carrots cooking in arsenious solution at different temperatures. *Helijon*, 10(2), e24285. <https://doi.org/10.1016/J.HELION.2024.E24285>
- González Pacheco, J. I., & Maldonado, M. B. (2024). Diffusion in biological media: a comprehensive numerical-analytical study via surface analysis and diffusivities calculation. *Nature Scientific Reports*, 14, Article 16513, 1–18. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67348-4>
- Imchen, T. & Singh, K. S. (2023). Marine algae colorants: Antioxidant, anti-diabetic properties and applications in food industry. *Algal Research*, 69(2), Article 102898. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102898>
- Malabadi, R. B., Kolkar, K. P., & Chalannavar, R. K. (2022). Plant natural pigment colorants-health benefits: toxicity of synthetic or artificial food colorants. *International Journal of Innovation Scientific Research and Review*, 04(10), 3418–3429. <http://www.journalijisr.com>
- Maldonado, M. B. (2021). Nuevos desafíos para la industria alimentaria y los nuevos conocimientos acerca del tercer cerebro. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 4(4), 92–97. <https://doi.org/10.35454/RNCM.V4N4.326>
- Maldonado, M. B. & González Pacheco, J. (2022). Mathematical modelling of mass transfer phenomena for sucrose and lactitol molecules during osmotic dehydration of cherries. *Helijon*, 8(1), Article e08788. <https://doi.org/10.1016/J.HELION.2022.E08788>
- Martău, G. A., Coman, V., & Vodnar, D. C. (2020). Recent advances in the biotechnological production of erythritol and mannitol. *Critical Reviews in Biotechnology*, 40(5), 608–622.

<https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1751057>

Martins, M. J. N., Augusto, P. E. D., Telis-Romero, J., & Polachini, T. C. (2021). Transport properties of saturated sucrose and maltitol solutions as affected by temperature. *Journal of Molecular Liquids*, 336. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.116254>

Nogueira-de-Almeida, C. A., & Ribas Filho, D. (2021). Positioning on the Use of Polyols as Table Sweeteners. *International Journal of Nutrology*, 14(02), 71-80. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1733907>

Wiktor, A., Chadzynska, M., Rybak, K., Dadan, M., Witrowa-Rajchert, D., & Nowacka, M. (2022). The Influence of Polyols on the Process Kinetics and Bioactive Substance Content in Osmotic Dehydrated Organic Strawberries. *Molecules*, 27(4), Article 1376. <https://doi.org/10.3390/molecules27041376>

* * * * *