

Evaluación de la vida útil de dos frutas usando un envase biodegradable de yuca (*Manihot esculenta*)

Evaluation of the useful life of two fruits using a biodegradable packing of yucca (*Manihot esculenta*)

Sayuri López¹, Segundo G. Chávez¹, Tony S. Chuquizuta^{1*}

¹Escuela Profesional de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Calle Higos Urco S/N, Ciudad Universitaria, Chachapoyas, Amazonas, Perú

*Autor correspondiente (Teléfono móvil: + 51 9696370172; e-mail: steven_ct_20@hotmail.com)

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Artículo recibido 24-07-2017
Artículo aceptado 28-08-2017
On line: 25-10-2017

PALABRAS CLAVES:

Biodegradable,
berries,
energía,
envase,
tiempo de vida útil.

ARTICLE INFO

Article received 24-07-2017
Article accepted 28-08-2017
Online: 25-10-2017

KEY WORDS:

biodegradable,
berries,
energy,
packaging,
useful life time.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar un envase biodegradable a partir de almidón de yuca para prolongar la vida útil de dos frutas, fresa (*Fragaria vesca*) y zarzamora (*Rubus* sp.), almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración. Se evaluó tres factores con dos niveles cada uno (envase, temperatura y tipo de fruta). La variable respuesta fue el tiempo de vida útil, para lo cual se determinaron: pH, acidez, °Brix, color (Lab*) y energía calorífica. Ambas frutas, fresa y zarzamora, se conservaron hasta siete días a temperatura ambiente y nueve días en refrigeración, empleándose el envase biodegradable, obteniéndose tiempos superiores al control (sin envase al ambiente).

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate a biodegradable container from cassava starch to prolong the useful life of two fruits, strawberry (VESCA) and blackberry (*Rubus* sp.), stored at room temperature and refrigeration. Three factors were evaluated with two levels each (container, temperature and type of fruit). The variable response was the useful life time, for which it was determined: PH, acidity, ° Brix, Color (LAB *) and calorific energy. Both fruits, strawberry and blackberry, were kept up to seven days at room temperature and nine days in refrigeration, using the biodegradable container, obtaining times superior to control (without packaging to the environment).

I. INTRODUCCIÓN

Los residuos generados por envases de alimentos, en las últimas 3 décadas a nivel mundial, se ha incrementado a 1 300 millones de toneladas, debido a al incremento del consumo de alimentos frescos y procesados, en envases de plástico sintéticos generados por 3 000 millones de habitantes de las zonas urbanas. Según Betancourt y Martínez citado por Montoya, Martínez y Sierra (2014) el Perú genera alrededor de 22 475,79 toneladas diarias de residuos sólidos (MINSA, 2011), en su mayoría plásticos sintéticos, cuya degradación es muy lenta, debido a su estabilidad estructural y resistencia a las agresiones del medio ambiente (Meneses, Corrales, & Valencia, 2007); causando problemas de contaminación ambiental y pérdida de ecosistemas (Moraes Crizel, Haas Costa, Oliveira Rios, & Hickmann Flôres, 2016). Una opción al plástico convencional es el empleo de los polímeros biodegradables. (Zapada, Pujól, & Coda, Polímeros biodegradables un alternativa de futuro a la sostenibilidad del medio ambiente, 2010).

En la actualidad, se vienen realizando esfuerzos en la obtención de envases biodegradables, empleándose como base almidones de yuca, maíz, papa y palma de azúcar; plastificantes como glicerol, sorbitol, alcohol poli vinílico y bórax (Moncayo, M., 2013). Componentes que le permiten degradarse fácilmente por la acción enzimática de bacterias, levaduras y/o hongos (Trinetta, 2016). La concentración y el tipo de almidón - plastificante mejoran significativamente las propiedades mecánicas y ópticas de la película, además de ser barrera a factores extrínsecos como humedad, luz, oxígeno, monóxido y dióxido de carbono (Valencia-Sullca, Vargas, Atarés, & Chiralt, 2017), en productos envasados frescos y/o procesado. Asimismo, el aumento de la concentración de plastificante incrementa el espesor, el contenido de humedad y la solubilidad de la película (Valencia, Rivera, & Murillo, 2013; Trujillo, 2014; Charro, 2015; Liu, y otros, 2016; Sanyang, Sapuan, Jawaid, Ishak, & Sahari, 2016).

La aplicación de numerosos envases biodegradables a partir de residuos orgánicos agroalimentarios, procesos biotecnológicos y síntesis química en la conservación de los alimentos frescos envasados (Trinetta, 2016), han demostrado tener efecto positivo sobre las propiedades de frutas, bajo temperatura de refrigeración (García & Pinzón, 2016; Vargas, Chiralt, & González-Martínez, 2006; Valencia-Sullca, Vargas, Atarés, & Chiralt, 2017), en temperatura ambiente (Moncayo Martínez, 2013) y en almacenamiento con temperatura controlada (Vargas, Chiralt, & González-Martínez, 2006; Holcroft & Kader, 2008); lo que permite prolongar su vida útil (Siracusa, Rocculi, Romani, & Dalla Rosa, 2008; Arrieta, Sessini, & Peponi, 2017; Moraes Crizel, Haas Costa, Oliveira Rios, & Hickmann Flôres, 2016). Por lo que, el objetivo de la presente investigación es evaluar un envase biodegradable a partir de almidón de yuca para prolongar la vida útil de dos frutas, fresa (*Fragaria vesca*) y zarzamora (*Rubus sp.*), almacenadas a temperatura ambiente y refrigeración.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología: La metodología propuesta para esta investigación se detalla en la Figura 1.

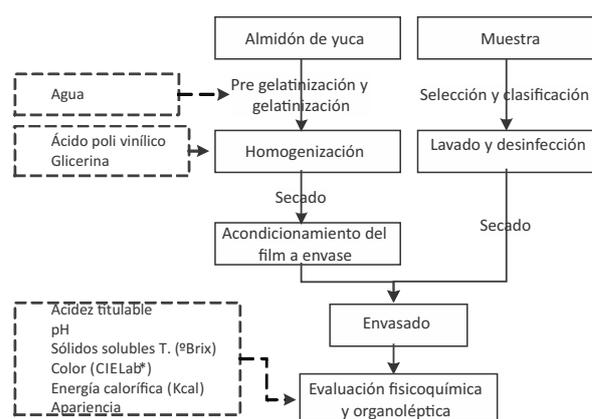


Figura 1. Metodología para la predicción evaluación de la vida útil de frutas frescas envasada en un polímero biodegradable

2.2. Obtención del polímero biodegradable: Se adaptó la formulación planteada Liu y otros (2016); para lo cual se pre gelatinizó 300 g de almidón en 5 L de agua destilada a 95 °C durante 30 min, seguido se gelatinizó en un autoclave 150 °C durante 15 min; después de gelatinizar el almidón se procedió a añadir 200 g de alcohol poli vinílico (PVA) y 150 mL de glicerina (GL) para homogenizada la muestra en un recipiente de acero inoxidable. Posteriormente, se llevó a fuego lento por un periodo de 90 minutos a 95 °C con agitación constante, terminado el calentamiento la mezcla se extendió en la mesa de mayólica con la ayuda de una espátula; dejando secar las muestras a temperatura ambiente durante cuatro días, por último, se retiró la película y se acondicionó los films a un tamaño de 20 cm de largo por 15 cm de ancho con el fin de obtener la bolsa biodegradable termo sellada.

2.3. Materia prima: Las fresas y las zarzamoras fueron adquiridas en el mercado local de la ciudad de Chachapoyas – Amazonas, tratando de obtener homogeneidad en tamaño, color y peso, y rechazando los frutos que presentaron defectos superficiales. Seguido, fueron lavadas - desinfectadas con hipoclorito de sodio (50 ppm) y secadas con papel toalla, luego envasadas en el envase biodegradable con un peso de 100 g y selladas mediante termosellado; este procedimiento se realizó para los ocho tratamientos cada una con seis unidades experimentales, los que fueron almacenados a dos temperaturas: refrigeración y al ambiente. Dónde: EFR (Fresa con envase en refrigeración); SFR (Fresa sin envases en refrigeración); EFM (Fresa con envase en medio ambiente); SFM (Fresa sin envase en medio ambiente); EZR (Zarzamora con envase en refrigeración); SZR (Zarzamora sin envases en refrigeración); EZM (Zarzamora con envase en medio ambiente); SZM (Zarzamora sin envase en medio ambiente).

2.4. Determinación fisicoquímica: La determinación de la acidez titulable se realizó mediante una valoración con solución de NaOH

0.1N, utilizando el factor de conversión 0.068 para ácido cítrico (AOAC 22.008, 1984); la medida del pH de las muestras se realizó mediante un pH-metro portátil CRISON PH25® (CRISON Instruments S.A.); el contenido en sólidos solubles se determinó a partir del índice de refracción de las muestras mediante un refractómetro (ABBE, ATAGO, Modelo 3-T, Japón); la determinación del color en coordenadas CIELab* se utilizó la técnica de análisis de imagen propuesta por Castro et al., (2017) y, por último la determinación de la energía calorífica se utilizó un calorímetro marca PARR modelo A1290DDEE y se siguió el procedimiento propuesto por Fernández (2013), todos por triplicado.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Valores fisicoquímicos (pH, acidez titulable y sólidos solubles) de la materia prima.

El pH para todos los tratamientos se incrementa. En los tratamientos EFR, EZR y SZR se muestra a los nueve días interseca una línea Verde, en el tratamiento SFR a los diez días interseca la línea morada y en el tratamiento EZM a los siete días interseca una línea azul. La intersección de la línea nos indica que la fruta hasta ese punto mantiene sus características estables (figura 2a). La acidez titulable para los tratamientos en fresa está por debajo del 1% y disminuyen a medida que pasa el tiempo. Para zarzamora se observa un descenso de la acidez, a partir de los 11 días en zarzamora con envase en refrigeración comienza a incrementarse (Figura 2b). Los valores °Brix oscilan entre 5 y 7 para zarzamora; y para fresa oscilan entre 7 y 11, en ese rango experimentan un incremento en siete días de evaluación (figura 2c)

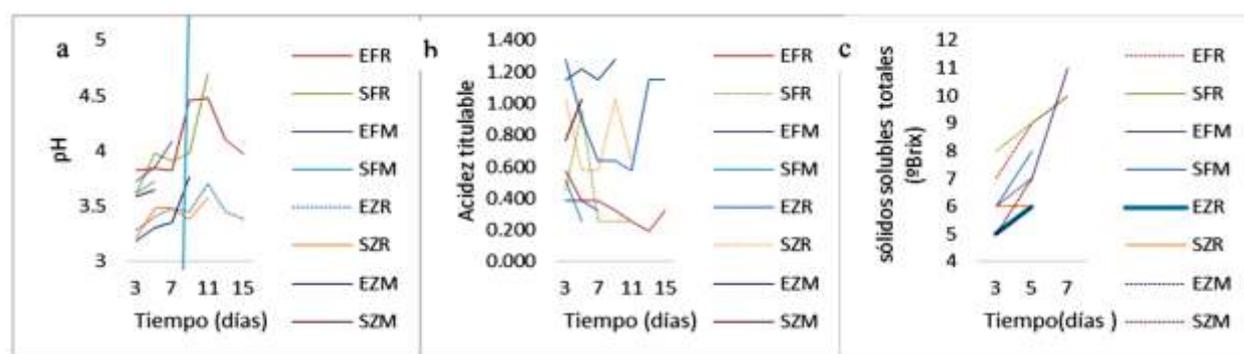


Figura 2. a). pH, b) acidez titulable y c). sólidos solubles totales vs tiempo

Contenido de acidez titulable expresada en ácido cítrico (%), para el caso de la fresa se ha observado que la acidez ha descendido hasta valores de 0,2 % con y sin envase a temperatura ambiente y refrigeración, encontrándose fuera del rango de 0,8 a 1,10% y 0,71 a 0,91 determinado por Chicaiza (2015) y Moncayo Martínez (2013); en comparación de la Zarzamora, la acidez titulable obtenida se encuentra en el rango reportado por Valencia & Américo (2013). Este descenso y anomalías de la acidez en las frutas frescas en almacenamiento viene a estar asociado al consumo de los ácidos orgánicos como fuente de sustrato para las reacciones enzimáticas de la respiración, generando un aumento en los valores de pH producto de la transferencia de flujo entre los medios intra y extra celular producto de la acumulación de gases, producción de etileno, en frutas frescas envasadas en bio pelliculas (Yaman & Bayoindirli, 2002).

Asimismo, la variación de los sólidos solubles reportados por Yaman & Bayoindirli (2002) en la determinación de la vida útil de cerezas con recubrimiento comestible no fueron significativos, de igual manera, Vargas, Chiralt, & González-Martínez (2006) evidenciaron diferencia no significativa en las variaciones de sólidos solubles en fresas almacenadas y recubiertas con un film con quitosano. Sin embargo, Moncayo Martínez (2013), observó en las fresas y arándanos con y sin cobertura de biopolímero el incremento de los valores de los sólidos solubles durante su almacenamiento,

coincidiendo con lo observado para la fresa y un leve descenso para la zarzamora, encontrándose los valores de la fresa y zarzamora dentro de los valores reportados por Ruiz, Ávila y Ruales (2016) y Tosun, Ustun, & Tekguler (2008), estos fenómenos se atribuyen este incremento al proceso respiratorio de las frutas durante el almacenamiento (Moncayo Martínez, 2013).

3.2. Valores fisicoquímicos (color L*, a* y energía calorífica) de la materia prima

El valor promedio del parámetro L en para los ocho tratamientos la figura 3a, muestra la tendencia de descender a lo largo del periodo de evaluación, pero a los 11 días de evaluación el tratamiento EFR incrementa hasta los 15 días, de manera similar los valores del parámetro a* (figura 3b), en zarzamora descenden a lo largo del periodo de evaluación, para EFR se observa una ligera disminución y para SFR se mantiene constante. En la figura 3c se observa la energía calorífica, las cuales se mantiene en el tiempo de almacenamiento para EFR (fresa con envase en refrigeración), a comparación de SFR se observa un leve decrecimiento. Para el tratamiento (EZR), experimenta un ligero incremento; por otro lado SZR y EZM, pierden energía hasta sus respectivos días de evaluación.

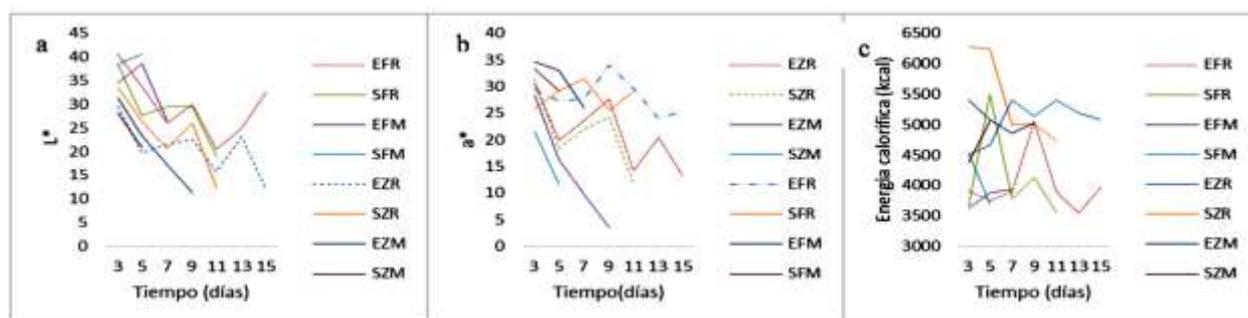


Figura 3. a). L *, b) a* y c). energía calorífica vs tiempo

Para Vargas, Chiralt, & González-Martínez (2006) y Moncayo Martínez, (2013) es el parámetro L* uno de los indicadores de calidad de frutas frescas envasada con films, demostrando Vargas, Chiralt, & González-Martínez (2006) un leve descenso del valor de L* (45 a 30) durante su almacenamiento de 3 a 15 días bajo temperatura de refrigeración y con recubrimiento, coincidiendo con lo obtenido en el parámetro L* con valores de 42 a 20 en promedio durante los primeros 5 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración y recubiertas con el biopolímero, caso similar se evidenció con la zarzamora presentando valores de 34 a 12 durante los primeros 6 días, con temperaturas de refrigeración y recubiertas por el biopolímero. Los indicadores de a* y b* para fresas y zarzamora han presentado una tendencia a los positivos es esta investigación los cuales coinciden con lo reportado por Vargas, Chiralt, & González-Martínez (2006).

Uno de los indicadores de viabilidad de frutas frescas en berris viene a estar dado por la tasa de respiración, las cuales, desencadena una serie de reacciones aeróbicas (ciclo de Krebs) y metabólicas. Siendo, la respiración aeróbica la causante de la oxidación orgánica de reservas de macromoléculas como: proteínas, lípido y carbohidratos para la estabilidad celular del fruto, generando una transferencia de flujo de gases (CO₂, vapor de agua y etileno) y de energía (Fonseca et al., 2002). La estabilidad celular de los frutos ha de originar el balance de energía consumida y producida, en tal sentido, es el cálculo de energía bruta a través de la técnica de la bomba calorimétrica capaz de estimar la cantidad de energía que va

quedando después del proceso de respiración con y sin envase a temperatura ambiente y de refrigeración. Evidenciándose, estabilidad de la energía bruta en fresa envasada y tratada a temperatura de refrigeración; a comparación de la zarzamora envasada a temperatura de refrigeración y almacenada durante los días, mostrando un incremento de la energía, este fenómeno lo acreditamos a la producción de ATP+ y a la acumulación de gases en un estado estacionario (Paredes, 2017).

IV. CONCLUSIÓN

El envase biodegradable a base de almidón de yuca promueve la conservación de las propiedades de calidad de la fresa y zarzamora, bajo temperatura de refrigeración. Ambas frutas, fresa y zarzamora, se conservaron hasta siete días a temperatura ambiente y nueve días en refrigeración, empleando el envase, tiempos superiores al control (sin envase al ambiente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, M., Sessini, V., & Peponi, L. (2017). Biodegradable poly(ester-urethane) incorporated with catechin with shape memory and antioxidant activity for food packaging. *European Polymer Journal*, 111-124.
- Beltrán, A., Ramoz, M., & Alvarez, M. (2010). Estudio de la Vida Útil de Fresas (*Fragaria vesca*) Mediante Tratamiento con radiación ultravioleta de onda corta (UV-C). *Tecnológica ESPOL RTE*, 23(2), 17-24.
- Castro, W., Oblitas, J., Chuquizuta, T., & Avila-George, H. (2017). Application of image analysis to optimization of the bread-making process based on the acceptability of the crust color. *Journal of Cereal Science*, 194 - 199.
- Charro, M. M. (2015). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de patata. Tesis, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/3788/1/T-UCE-0017-97.pdf>
- Chicaiza, J. (2015). Determinación de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de la fresa (*fragaria vesca*) variedad oso grande como base para el establecimiento de norma de los requisitos. tesis. Obtenido de <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/751/1/TUABQF003-2015.pdf>
- Fan, G., Zha, J., Du, R., & Gao, L. (2009). Determination of soluble solids and firmness of apples by Vis/NIR transmittance. *Journal of Food Engineering*, 416 - 420.
- FAO. (12 de 08 de 2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/faostat/es/?#data/QC/visualize>
- Fernández, J. M. (2005). Estructura y función de los hidratos de carbono: azúcares, almidón, glucógeno, celulosa. Obtenido de <https://ferrusca.files.wordpress.com/2013/04/ema5-hidratoscarbono.pdf>
- Fonceca, S., Oliveira, F., & Brecht, J. (2002). Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetable for modified atmosphere packages. *Elsevier*, 52, 1-21. Obtenido de <http://hos.ufl.edu/sites/default/files/faculty/jkbrecht/publications/JFE%2052,%2099-119%202002.pdf>
- García, O., & Pinzón, M. (2016). Efecto de recubrimientos de almidón de plátano guayabo (*Musa paradisiaca* L.) en la calidad de fresas. *Alimentos hoy*, 24(39). Obtenido de <http://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/407/337>
- Holcroft, D., & Kader, A. (2008). Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 19(32). Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092552149900023X>
- Liu, W., Xue, J., Cheng, B., Zhu, S., Ma, Q., & Ma, H. (2016). Anaerobic biodegradation, physical and structural properties of normal and high-amylose maize starch films. *Int J Agric & Biol Eng*, 9(5), 185. Obtenido de <https://ijabe.org/index.php/ijabe/article/viewFile/2005/pdf>
- Meneses, J., Corrales, C. M., & Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca. *Revista EIA*, 57 - 67.
- MINSA. (2011). Política Nacional de salud ambiental 2011-2020. Obtenido de <http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/POLITICA-DIGESA-MINSA.pdf>
- Moncayo Martínez, D. C. (2013). Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas. Bogota.
- Moraes Crizel, T., Haas Costa, T. M., Oliveira Rios, A., & Hickmann Flôres, S. (2016). Valorization of food-grade industrial waste in the obtaining active biodegradable films for packaging. *Industrial Crops and Products*, 218-228.

- Paredes Pantoja, V. E. (2017). Efecto de un recubrimiento comestible de gelatina y ϵ -polilisina en la calidad microbiológica de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth). Ambato. Ruiz, M., Ávila, J., & Ruales, J. (2016). Recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (*fragaria vesca*) como proceso de postcosecha. *Iberoamericana de Tecnología*, 17(2), 276-287. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/813/81349041015.pdf>
- Sanyang, M., Sapuan, S., Jawaid, M., Ishak, M., & Sahari. (2016). Effect of plasticizer type and concentration on physical properties of biodegradable films based on sugar palm (*arenga pinnata*) starch for food packaging. *Food sci technol*, 53(1). doi:10.1007/s13197-015-2009-7
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Dalla Rosa, M. (2008). Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 634-643. Tosun, I., Ustun, S., & Tekguler, B. (2008). Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. *Scientia Agricola*, 65(1), 1-6. Obtenido de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162008000100012%20%20C2%B0
- Trinetta, V. (2016). Biodegradable Packaging. Reference Module in Food Science, 2-4. Trujillo, C. (2014). Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos. Tesis, Puerto Maldonado. Obtenido de <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valencia, A., Rivera, C., & Murillo, E. A. (2013). Estudio de las propiedades de mezclas de alcohol polivinílico-almidón de yuca- sorbitol obtenidas por casting. *Colombiana de materiales* (4), 41-51. Obtenido de <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/15089/13165>
- Valencia-Sullca, C., Vargas, M., Atarés, L., & Chiralt, A. (2017). Thermoplastic cassava starch-chitosan bilayer films containing essential oils. *Food Hydrocolloids*, 53-83.
- Vargas, M., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2006). Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosanoleic acid edible coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 164171. Yaman, Ö., & Bayoindirli, L. (2002). Effects of an Edible Coating and Cold Storage on Shelf-life and Quality of Cherries. *Elsevier Science*, 1461-50.

