

RECUBRIMIENTO DE LA FRUTILLA (*Fragaria sp.*) A BASE DE PROTEÍNA COMESTIBLE EN ESTADO DE POSCOSECHA

Coating of strawberry (*Fragaria sp.*) based on edible protein in postharvest status

Cahuaya Paye Yesenia¹, Ticona Huanca Osbaldo Ruben², Quiroga Sossa Brigido Moises³

RESUMEN

El trabajo se realizó en el laboratorio de tecnología de alimentos de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz Bolivia, con el objetivo de evaluar el efecto del recubrimiento comestible de la frutilla (*Fragaria sp.*) a base de proteína comestible en estado de poscosecha (2% T1, 3% T2, 4% T3 y 5% T4). Se determinó: el porcentaje de humedad, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH e índice de madurez, bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, un testigo y cuatro repeticiones. El comportamiento del recubrimiento se determinó mediante regresión. La frutilla sin recubrimiento presentó los siguientes rangos: 11,50-23,40 gramos, 8,00-11,20 °Brix, pH 3,41-3,50, acidez titulable 0,91-1,11% e índice de madurez 0,08-0,11. Con recubrimiento en un periodo de 168 horas presentó: pérdida de humedad con 36,40%; 33,71%; 29,93%; 33,82% y 43,20%, incremento de sólidos solubles totales con 13,12; 11,85, 11,45; 11,21 y 13,88 °Brix, incremento de pH con 3,448; 3,433; 3,430; 3,429 y 3,478; disminución de la acidez titulable con 0,580%, 0,590%, 0,640%, 0,642% y 0,520%, incremento del índice de madurez con 0,222; 0,201; 0,179; 0,175 y 0,265, para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T0 respectivamente.

Palabras clave: frutilla, recubrimiento, proteína, poscosecha.

ABSTRACT

This work was carried out in the food technology laboratory of the Agricultural Production and Marketing Engineering Career of the Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, with the objective of evaluating the effect of the edible coating of the strawberry (*Fragaria sp.*) based on edible protein in the postharvest state (2% T1, 3% T2, 4% T3 and 5% T4). It was determined: the percentage of humidity, total soluble solids, titratable acidity, pH and maturity index, under a completely random design, with four treatments, a control and four repetitions. The coating behavior was determined by regression. The uncoated strawberry presented the following ranges: 11.50-23.40 grams, 8.00-11.20 °Brix, pH 3.41-3.50, titratable acidity 0.91-1.11% and maturity index 0.08-0.11. Strawberries with coating in a period of 168 hours presented: moisture loss with 36.40%; 33.71%; 29.93%; 33.82% and 43.20%, increase in total soluble solids with 13.12; 11.85, 11.45; 11.21 and 13.88 °Brix, pH increase with 3.448; 3,433; 3,430; 3,429 and 3,478; decrease in titratable acidity with 0.580%, 0.590%, 0.640%, 0.642% and 0.520%, increase in the maturity index with 0.222; 0.201; 0.179; 0.175 and 0.265, for treatments T1, T2, T3, T4 and T0 respectively.

Keywords: Strawberry, coating, protein, postharvest

Artículo original

DOI: <https://doi.org/10.53287/exub8510tk71g>

Recibido: 11/10/2022

Aceptado: 24/11/2022

¹ Ingeniero en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia

² Ingeniero en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

³ Docente, Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
moisesquirog@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La frutilla (*Fragaria sp.*) es un fruto no climatérico debido a la baja producción de etileno y dióxido de carbono provenientes de la respiración (Defilippi et al., 2017), debido a su acelerado metabolismo son altamente perecederas, tienen una alta actividad fisiológica que ocasiona maduración y senescencia (Velickova et al., 2013). La deshidratación, pérdida de peso y daños mecánicos son los problemas más frecuentes, debido a la epidermis delgada, con alto porcentaje de pérdida de agua (Defilippi et al., 2017). La pérdida de turgencia, los cambios fisiológicos en la membrana, la degradación de polisacáridos y la modificación estructural a nivel celular, son los principales eventos metabólicos responsables de cambios texturales en la maduración (Contigiani, 2019). La transpiración es un proceso físico que puede ser controlado con revestimientos superficiales con películas de plástico (Kader, 2011). Los recubrimientos son capas delgadas aplicadas al fruto en reemplazo de la epidermis, reducen la respiración, la perdida de humedad y cambios en el color, mejora la textura, retiene el aroma volátil, reduce el crecimiento microbiano (Raghavan et al., 2004).

Las células del tejido vegetal poseen la capacidad de determinar la forma celular, otorgar estabilidad mecánica, mantener unidas las células en un tejido y modular el crecimiento celular. La pared celular de la frutilla está constituida por un esqueleto de celulosa, unido por fibrillas de hemicelulosa, adheridos a la superficie mediante puentes de hidrógeno y se compone de: celulosa, hemicelulosa, pectinas, proteínas estructurales y componentes fenólicos (Doménech, 2016). Durante la maduración, suceden cambios estructurales en la pared celular, como la separación entre células (Martinez-González et al., 2017), pérdida de azúcares neutros, solubilización, depolimerización de polisacáridos, disminución en el contenido de la pared celular y ablandamiento del tejido (Contigiani, 2019). La actividad bioquímica y fisiológica involucrada en el ablandamiento, así como cambios en la firmeza y en la velocidad de respiración son irreversibles una vez iniciadas (Omboki et al., 2015). La velocidad se puede retrasar con la aplicación externa de ciertos procedimientos, como la aplicación de atmósferas modificadas (Salazar, 2018), refrigeración y recubrimientos comestibles (Soazo, 2012).

El recubrimiento comestible es definido como una matriz transparente continua y delgada, que cubre el alimento, con el fin de preservar su calidad (Fernández et al., 2015), forma una barrera semipermeable a los gases y vapores (Valencia-Chamorro y Torrez-Morales, 2016), crea una atmósfera al interior de la fruta, reduciendo la velocidad de respiración y por consecuencia retrasando el envejecimiento celular (Benhabiles et al., 2013). Las proteínas son polímeros que forman redes moleculares cohesionadas con alta interacción, muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales (Ceron, 2010). Estudios previos relacionados indican que frutillas recubiertas con proteína y almidón tuvo una vida útil hasta 240 horas, frente al testigo que duró 72 horas (Ruiz, 2015). El trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del recubrimiento comestible de la frutilla (*Fragaria sp.*) a base de proteína comestible en estado de poscosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El trabajo fue desarrollado el año 2021, en el laboratorio de tecnología de alimentos perteneciente a la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria de la Universidad Mayor de San Andrés en el municipio de Viacha del departamento de La Paz.

Metodología

Materia prima

Para todos los tratamientos se utilizó frutilla (*Fragaria sp.*), fueron seleccionadas, se eliminaron aquellas que presentaron hongos y lesiones mecánicas, posteriormente fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio (2 ml/l) finalmente fueron secadas a temperatura ambiente.

Recubrimiento a base de proteína

Para el recubrimiento a base de proteína se empleó gelatina neutra en polvo (2%, 3%, 4%, y 5%), carboximetilcelulosa, glicerina líquida y aceite de coco (de grado alimenticio) en agua purificada. La formulación se especifica en la Tabla 1.

Tabla 1. Formulación del recubrimiento comestible a base de proteína.

Recubrimiento	% GELT.	% GLIC.	% CMC	%AEC	%AGUA
T ₀ - TESTIGO	0	0	0	0	0
T ₁	2%	0,75	0,75	1	95,5
T ₂	3%	0,75	0,75	1	94,5
T ₃	4%	0,75	0,75	1	93,5
T ₄	5%	0,75	0,75	1	92,5

GELT: Gelatina GLIC: Glicerina CMC: Carboximetilcelulosa AEC: Aceite de coco.

Las soluciones de gelatina-CMC se expusieron a temperatura de 75°C con agitación constante integrando la glicerina y el aceite de coco, la solución se mantuvo a una temperatura constante de 20 °C con la finalidad de que la sustancia tome consistencia viscosa, homogénea y transparente.

Aplicación

Se formaron 60 unidades experimentales de frutilla (*Fragaria sp.*) para cada tratamiento, se aplicó recubrimiento mediante inmersión y secado a temperatura ambiente (11-16°C) en colgadores sépticos por 24 horas. Los tratamientos fueron almacenados en bandejas por 168 horas.

Análisis físico-químico

Se determinó la pérdida de humedad por gravimetría, tomando el peso cada 24 horas. Los sólidos solubles totales, pH y la acidez titulable se evaluaron mediante las normas bolivianas 325005, 31001 y 36002 respectivamente. El índice de madurez se determinó mediante relación sólidos solubles totales /acidez titulable (Hipo y Fernando, 2015). Se evaluaron cuatro tratamientos y un testigo con cuatro repeticiones, bajo un diseño experimental completamente al azar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla No. 2 presenta las características de la frutilla sin recubrimiento.

Tabla 2. Características físico-químicas de la frutilla.

Peso (g)	Acidez titulable (%)	Sólidos solubles totales (°Bx)	pH	Índice de madurez
11,50-23,40	0,91-1,11	8,00-11,20	3,41-3,50	0,08-0,11

Humedad de la frutilla con recubrimiento (%)

De acuerdo a la evaluación, la menor pérdida de humedad se registró en los tratamientos con recubrimiento de proteína en el siguiente orden: T₃ (4% de proteína); T₂ (3% de proteína); T₄ (5% de proteína); T₁ (2% de proteína) y T₀ (Testigo) con 29,93%; 33,71%; 33,82%; 36,40% y 43,20% de humedad. Khalifa et al. (2016), obtuvieron una pérdida de humedad de 9,8% en frutillas con recubrimiento a base de aceite de oliva y quitosano a 6 °C en 384 horas. Medina (2017), en frutilla (*Fragaria vesca*) reportó una pérdida de 17% con recubrimiento a base de proteína y polisacárido almacenados a 5 °C, por 168 horas. Vélez (2015), 6,77% con recubrimiento de proteína al 3% y ácido cítrico, a 4 °C durante 360 horas.

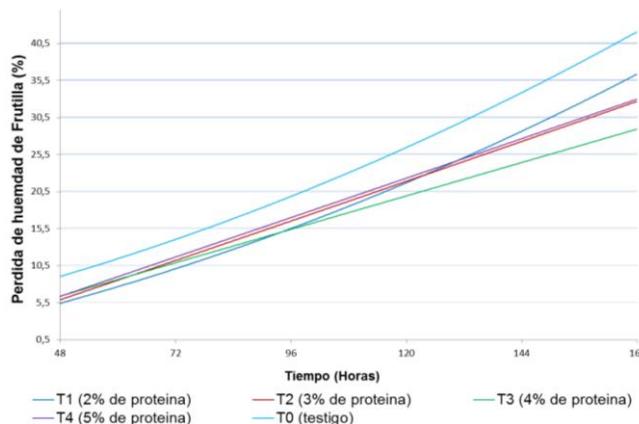


Figura 1. Pérdida de humedad en la frutilla (%) con diferentes niveles de recubrimiento a base de proteína, por 168 horas.

La frutilla pierde humedad en relación al tiempo (Figura 1). Los tratamientos y testigo se ajustan al modelo cuadrático, dado que la velocidad de reacción varía en cada punto de las funciones, el modelo será: $v = dx * dt^{-1}$. La pérdida de humedad se debe a la transpiración y deshidratación después de la cosecha (Pelayo y Castillo, 2002). Los tratamientos presentaron menor pérdida de humedad frente al testigo. El recubrimiento comestible forma una barrera entre la fruta y el medio ambiente para la difusión del agua, evitando su transferencia externa (Pérez et al., 2019).

Sólidos solubles totales de la frutilla con recubrimiento (°Bx)

Los sólidos solubles totales a 168 horas incrementaron a: 11,21 °Bx en T₄, 11,45 °Bx en T₃, 11,85 °Bx en T₂, 13,12 °Bx en T₁, finalmente 13,88 °Bx en T₀. Valenzuela et al. (2015), reportaron 12,8 °Bx en frutilla (*Fragaria x ananassa*) con recubrimiento a base de proteína (Quitosano) por 240 horas a 5 °C, así mismo Moncayo (2013), con biopolímero (Tipo dextrano 2%) por 480 horas a 7°C, reportó 8,2 °Bx.

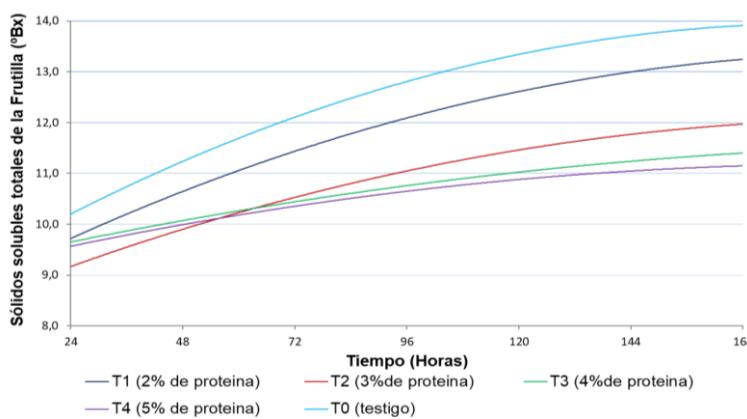


Figura 2. Sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Bx}$) con diferentes niveles de recubrimiento a base de proteína a 168 horas.

Las tendencias para los sólidos solubles (Figura 2) se ajustan a una función cuadrática, muestran el ascenso de sólidos solubles totales para los tratamientos y testigo. Este incremento está relacionado con la maduración del fruto, debido a la solubilización de carbohidratos complejos, en estructuras más simples. Los tratamientos con recubrimiento de proteína, presentan barreras al oxígeno, ralentizando el proceso de degradación de la sacarosa (Ruiz, 2015). Tal cambio se atribuye a la reducción de respiración e hidrólisis de los carbohidratos en azúcar (González-Cuello et al., 2022).

pH de la frutilla con recubrimiento

El pH de la frutilla presenta mayor incremento en T_0 en comparación a los tratamientos con recubrimiento. Para los tratamientos $\text{T}_0, \text{T}_1, \text{T}_2, \text{T}_3$ y T_4 el pH es 3,478; 3,448; 3,433; 3,430 y 3,429 respectivamente. Ruiz et al. (2016), en frutillas (*Fragaria vesca*) recubiertas con proteína y almidón a 5 °C reportaron 3,85 sin diferencia al testigo. Cano y Corales (2014), con recubrimiento a base de gel de aloe vera almacenadas a 5 °C por 240 horas determinaron 3,98 de pH.

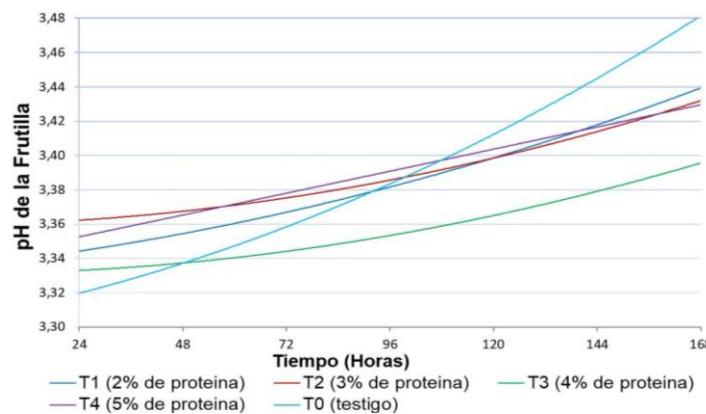


Figura 3. pH de la frutilla con diferentes niveles de recubrimiento a base de proteína a 168 horas.

El pH de la frutilla incrementa en función al tiempo (Figura 3). La velocidad de reacción obedece a una función cuadrática para los tratamientos y testigo. Por los procesos metabólicos y las reacciones que tienen lugar durante la poscosecha, los almidones y ácidos se transforman en azúcares (Li et al., 2019), esta reacción corresponde al proceso bioquímico de la maduración (Fisher et al., 2005).

Acidez titulable de la frutilla con recubrimiento (%)

La acidez titulable de la frutilla con recubrimiento a 168 horas de almacenamiento fueron: 0,58 %; 0,59 %; 0,64 %; 0,642 % y 0,52 % para los tratamientos T₁, T₂, T₃ T₄ y T₀. Medina et al. (2017), reportan disminución de acidez titulable en 0.99 % en frutillas recubiertas con nanopartículas hidrofóbicas, a 5°C por 384 horas. Maccapa (2015), reportó 0.47 - 0.49 % con recubrimiento a base de proteína de suero en 120 horas.

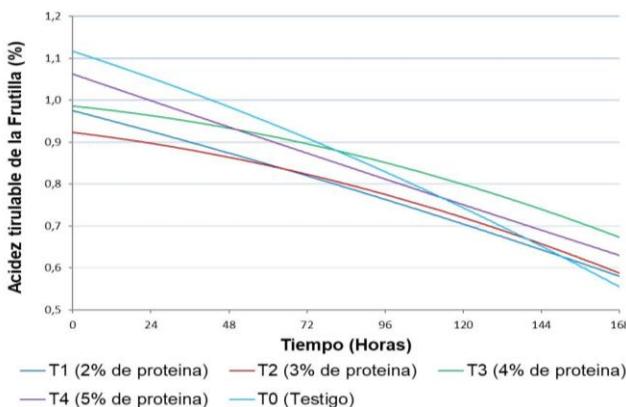


Figura 4. Acidez titulable de la frutilla (%) con diferentes niveles de recubrimiento a base de proteína a 168 horas.

La acidez titulable de la frutilla disminuye en relación al tiempo (Figura 4), bajo un ajuste cuadrático y con distintas velocidades de reacción para los tratamientos y testigo. El recubrimiento retiene compuestos volátiles y ralentiza el proceso de senescencia (Jami, 2021). La reducción de acidez se debe al uso de los ácidos orgánicos como fuente energética para sustentar el proceso de senescencia del fruto (Chicaiza, 2015).

Índice de madurez

Los tratamientos presentan un incremento en el índice de madurez, el T₄ tiene 0,175; T₃ 0,179; T₂ 0,201 y T₁ 0,222. El T₀ presenta mayor índice de madurez con 0,265. Rincón (2014) 0,101 con recubrimiento a base de kappa carragenina, glicerol, ácido oleico, miel y ácido ascórbico a 288 horas. Robayo y Salazar (2018) 0,278 con recubrimiento a base de mucílago de chía con esencia de naranja a 12 °C en 288 horas.

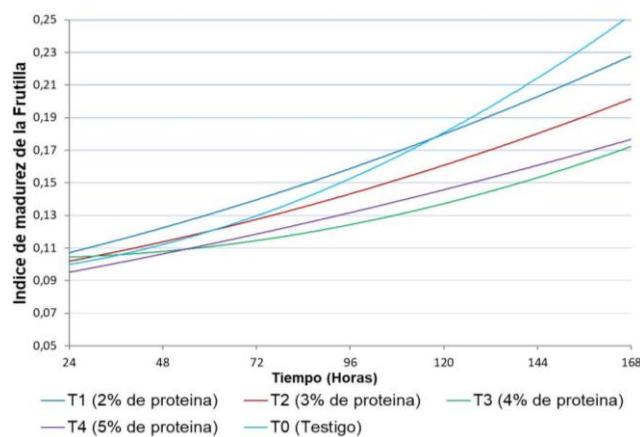


Figura 5. Índice de madurez de la frutilla con diferentes niveles de recubrimiento a base de proteína a 168 horas.

El comportamiento del índice de madurez para los tratamientos, incrementan en relación al tiempo. Para cada punto de las funciones, las velocidades de reacción son distintas. A medida que incrementan los sólidos solubles, disminuye la acidez titulable, e incrementa el índice de madurez (Medina, 2017). La aplicación de recubrimiento permite controlar el intercambio de gases asociado a un incremento de la tasa de respiración y a su vez al aumento del índice de madurez (Hernandez-Munoz et al., 2008).

CONCLUSIONES

La aplicación del recubrimiento comestible a base de proteína, permitió la conservación de frutilla en estado de poscosecha por 168 horas. La menor pérdida de humedad en estado de poscosecha fue con el recubrimiento al 4% de proteína. La pérdida de humedad en los tratamientos fue: 36,40%; 33,71%; 29,93%; 33,82% y 43,20% en T₁, T₂, T₃, T₄ y T₀ respectivamente.

La aplicación de recubrimiento a base de proteína retarda la concentración de sólidos solubles totales. En la frutilla el rango de grados Brix fue 8,00 -11,20; en los tratamientos fue 13,12; 11,85, 11,45; 11,21 y 13,88 °Brix para T₁, T₂, T₃, T₄ y T₀ respectivamente.

El 4% de proteína aplicada como recubrimiento, permite mejor estabilidad del pH frente a los demás tratamientos y testigo. En la frutilla el rango de pH fue 3, 41-3, 50; con un incremento de pH a: 3,44; 3,43; 3,43; 3,42 y 3,47 en T₁, T₂, T₃, T₄ y T₀ a 168 horas respectivamente.

El recubrimiento con proteína comestible al 4% permite mayor conservación de la acidez en la frutilla frente a los demás tratamientos y testigo. En frutilla fue 0,91-1,11%; la disminución de la acidez titulable fue 0,58%, 0,59%, 0,64%, 0,64% y 0,52% en T₁, T₂, T₃, T₄ y T₀ a 168 horas.

La relación sólidos solubles totales y acidez titulable determinan el índice de madurez, el recubrimiento con proteína comestible al 4% retrasó la maduración frente a los demás tratamientos y testigo. En la frutilla el rango fue 0,08-0,11; el incremento del índice de madurez fue 0,222; 0,201; 0,179; 0,175 y 0,265 en T₁, T₂, T₃, T₄ y T₀ respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Benhabiles, M. S., Drouiche, N., Lounici, H., Pauss, A., & Mameri, N. (2013). Effect of shrimp chitosan coatings as affected by chitosan extraction processes on postharvest quality of strawberry. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 7(4), 215-221.
- Ceron, J. P. Q. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista tumbaga*, 1(5).
- Cano Salinas, A. J., & Corales Chauca, F. E. (2014). Efecto de recubrimientos comestibles a base de gel de mucilago de penca de sábila (*Aloe barbadensis Miller*) en la vida útil de la fresa (*Fragaria ananassa*).
- Chicaiza, J. (2015). Determinación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de la fresa (*Fragaria vesca*) Variedad Oso Grande como base para el establecimiento de la Norma de Requisitos. Ambato, Ecuador.
- Contigliani, E. V. (2019). Desarrollo de estrategias alternativas para la conservación post-cosecha de frutillas.
- Defilippi, B., Robledo, P., & Becerra, C. (2017). Cosecha y postcosecha en arandanos. *Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.
- Domenech, M. N. (2016). Caracterización de la pared celular de frutos de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*): cambios durante el desarrollo y efectos del silenciamiento de un gen de pectato liasa.

- Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación postcosecha de frutas y hortalizas. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 24(3), 52-57.
- Fischer, G., Gutiérrez, M. D. P. P., Lasprilla, D. M., Vanegas, J. A. G., & Rodríguez, D. A. R. (2005). Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en postcosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín, 58(2), 2837-2857.
- González-Cuello, R. E., Restrepo, S., Anaya, Y., & García-Zapateiro, L. (2022). Efecto de recubrimientos binarios con extracto acuoso de laurel sobre la calidad post-cosecha de la fresa (*Fragaria×ananassa*). Información Tecnológica, 33(3).
- Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., & Gavara, R. (2008). Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria×ananassa*) quality during refrigerated storage. Food chemistry, 110(2), 428-435.
- Hipo, A., & Fernando, W. (2015). Determinación Del Índice De Madurez Para El Empacado De Frutilla (*Fragaria Vesca*) Variedad Albión En Dos Tipos De Ambiente En El Agro Centro Guasán Del Ministerio De Agricultura, Ganadería, Acuacultura Y Pesca (Magap) (Bachelor's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2015).
- Jami Caisapanta, Y. J. (2021). Caracterización de los recubrimientos comestibles de biopolímeros y aceites esenciales para la conservación de fresa (*Fragaria*) y papaya (*Carica papaya*).
- Kader, A. A. (Ed.). (2011). Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. UCANR Publications.
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H. A., & Soliman, S. A. (2016). Effect of chitosan–olive oil processing residues coatings on keeping quality of cold-storage strawberry (*Fragaria ananassa* Var. Festival). Journal of Food Quality, 39(5), 504-515.
- Li, D., Zhang, X., Li, L., Aghdam, M. S., Wei, X., Liu, J., & Luo, Z. (2019). Elevated CO₂ delayed the chlorophyll degradation and anthocyanin accumulation in postharvest strawberry fruit. Food Chemistry, 285, 163-170.
- Maccapa Pocco, R. (2015). Efecto de la aplicación de un recubrimiento biodegradable a base de aislado de proteína de suero sobre la vida útil de la chirimoya (*Annona cherimola*), fresa (*Fragaria vesca*) y pera (*Pyrus communis*).
- Martínez-González, M. E., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M. A., Palomino-Hermosillo, Y. A., & López-Gúzman, G. G. (2017). Postcosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(SPE19), 4075-4087.
- Medina Quiñonez, E. (2017). Diseño y evaluación de recubrimientos en base a proteínas de quínoa y quitosano que contienen agentes naturales nanoparticulados para su aplicación en frutillas.
- Moncayo Martínez, D. C. (2013). Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA).
- Omboki, R. B., Wu, W., Xie, X., & Mamadou, G. (2015). Ripening genetics of the tomato fruit. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 8(4), 567.
- Pelayo, C., & Castillo, D. (2002). Técnicas de manejo postcosecha a pequeña escala. Manual para los productos hortofrutícolas. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Pérez Velastegui, J. A., & Zurita Tinizaray, J. E. (2019). Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de sábila (*Xanthorrhoeaceae*) y cera carnauba (*Copernicia prunifera*) como recubrimiento para incrementar la vida útil de la frutilla (*Fragaria ananassa*) (Bachelor's thesis, Quito).
- Raghavan, G., Vigneault, C., Gariépy, Y., Markarian, N., & Alvo, P. (2004). Refrigerated and controlled/Modified Atmosphere storage. En Barrett, D. M., Somogyi, L., & Ramaswamy, H. S. Processing fruits: science and technology. CRC press.
- Rincón Gutiérrez, V. (2014). Diseño de una biopelícula para la conservación de fresa silvestre (*Fragaria vesca*): una estrategia encaminada a la sustitución de empaques plásticos.

- Robayo Garzón, D. C., & Salazar Reyes, J. A. (2018). Desarrollo de un Recubrimiento Comestible Natural a base de Mucílago de Chía (*Salvia hispánica* L) y Aceite Esencial de Naranja (*Citrus× aurantium*) (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Ruiz Medina, M. D. (2015). Diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (*Fragaria vesca*) como proceso de postcosecha (Bachelor's thesis).
- Ruiz Medina, M., Ávila, J., & Ruales, J. (2016). Design of bioactive edible film for strawberry use (*Fragaria vesca*) during postharvest. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 17(2), 276-287.
- Salazar López, L. M. (2018). Estudio comparativo entre el empacado tradicional de frutas (melón, sandía, mango, frutilla) rebanadas (plato y film) y el uso de atmósferas modificadas.
- Soazo, M. D. V. (2012). Aplicación de recubrimientos comestibles para mantener la calidad de frutillas congeladas.
- Valencia-Chamorro, S., & Torres-Morales, J. (2016). Recubrimientos Comestibles Aplicados En Productos De Iv YV Gamma. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 17(2), 162-174.
- Valenzuela, C., Tapia, C., López, L., Bunger, A., Escalona, V., & Abugoch, L. (2015). Effect of edible quinoa protein-chitosan based films on refrigerated strawberry (*Fragaria×ananassa*) quality. Electronic Journal of Biotechnology, 18(6), 406-411.
- Vélez Bravo, K. C. (2015). Efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico en la vida útil de las fresas (*Fragaria vesca* L.).
- Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V. D., & Moldão-Martins, M. (2013). Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. LWT-Food Science and Technology, 52(2), 80-92.