



Dirección de Postgrado, Cooperación y Relaciones
Internacionales

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

Trabajo de Titulación, presentado como requisito para la
obtención del grado de Magíster en Agroindustria Mención en
Gestión de Calidad y Seguridad Alimentaria – Cohorte I.

Tema:

Evaluación del efecto microbiológico de un recubrimiento
comestible a base de cáscara de plátano y ácido salicílico en
tomate (*Solanum Lycopersicum*)

Modalidad:

Artículo Profesional de Alto Nivel

Autor

Ing. Boris Andrés Tubay León

Tutor

Ing. Christian Simón Rivadeneira, Mg.

Año

2021

Evaluación del efecto microbiológico de un recubrimiento comestible a base de harina de plátano y ácido salicílico en tomate (*Solanum lycopersicum*)

Boris A. Tubay¹; Christian S. Rivadeneira¹

(1) Univ. Eloy Alfaro de Manabí, Av. Circunvalación, Manta-Ecuador

Correo-e: boristubay2414@gmail.com; christian.rivadeneira@uleam.edu.ec

Evaluation of the microbiological effect of an edible coating based on banana peel and salicylic acid on tomato (*Solanum lycopersicum*)

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto microbiológico en el tomate mediante un recubrimiento comestible a base de harina de cáscara de plátano y ácido salicílico. En esta investigación se determinó recuentos totales de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, como microorganismos indicadores de deterioro y *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes* como microorganismos patógenos más frecuentes en este tipo de vegetal. Además de un modelo experimental para evaluar el efecto microbiológico de la película comestible en los tomates en 16 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Los análisis demostraron que los recuentos de aerobios mesófilos, mohos y levaduras presentaron variaciones (>250 colonias) a partir del día 12 de muestreo a una temperatura de incubación de 37 °C, a diferencia de la muestra control cuyo recuento fue superior al límite permitido para la comercialización (>300 colonias); En lo que respecta a la presencia de *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes*, se observó que estos microorganismos estuvieron ausente en las muestras analizadas. Lo que significa, que el recubrimiento comestible inhibió el crecimiento microbiano, a pesar de que el tomate fue contaminado antes de la aplicación del recubrimiento. Esto significa, que la aplicación en el tomate de un recubrimiento comestible a base de harina de cáscara de plátano y ácido salicílico retrasan el crecimiento microbiano, asegurando su la calidad microbiológica. Este recubrimiento comestible antimicrobiano sería una buena alternativa, para extender la vida útil de los alimentos.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the microbiological effect on tomato by means of an edible coating based on banana peel flour and salicylic acid. In this research, total counts of mesophilic aerobes, molds and yeasts were determined as microorganisms indicating spoilage, and *Salmonella* spp and *Listeria monocytogenes* as the most frequent pathogenic microorganisms in this type of vegetable. In addition to an experimental model to evaluate the microbiological effect of the edible film on tomatoes in 16 days of storage at room temperature. The analyses showed that the counts of mesophilic aerobes, molds and yeasts presented variations (>250 colonies) from day 12 of sampling at an incubation temperature of 37 °C, unlike the control sample whose count was higher than the limit allowed for commercialization (>300 colonies); Regarding the presence of *Salmonella* spp and *Listeria monocytogenes*, it was observed that these microorganisms were absent in the samples analyzed. This means that the edible coating inhibited microbial growth, even though the tomato was contaminated before the application of the coating. This means that the application of an edible coating based on banana peel flour and salicylic acid on tomato delayed microbial growth, ensuring its microbiological quality. This edible antimicrobial coating would be a good alternative to extend the shelf life of foods.

Palabras claves

recubrimientos comestibles; ácido acetil-salicílico; tomates; harina de cáscara de plátano

Keywords

edible coatings; acetylsalicylic acid; tomatoes; banana peel; microorganisms.

1. Introducción

En la actualidad existe mucho interés por el desarrollo de polímeros biodegradables obtenidos de recursos naturales renovables, debido a que la mayoría de los polímeros sintéticos tradicionales son inertes al ataque microbiano (Velasco *et al.*, 2012). Los recubrimientos comestibles son una fina capa de material comestible, aplicada en la superficie de un alimento como cubierta para extender la vida útil de alimentos frescos (Berta and Vargas, 2015). De este modo, el mecanismo de acción de los recubrimientos comestibles busca constituir una barrera semipermeable al vapor de agua, al oxígeno y al dióxido de carbono, retrasando el deterioro y manteniendo la calidad de los alimentos (Kalia and Parshad, 2015). La ventaja añadida que presentan los recubrimientos comestibles es que son productos naturales y no sintetizados químicamente.

Hoy en día los recubrimientos comestibles son considerados una tecnología prometedora y respetuosa con el medio ambiente ya que reduce la utilización del envasado tradicional como films plásticos. Además, son biopolímeros naturales y biodegradables, es decir, que pueden ser obtenidos a partir de los subproductos de las industrias agroindustriales (Elsabee and Abdou, 2013). Así mismo son envases activos cuando se incorporan en su matriz polimérica aditivos naturales con propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Ancos *et al.*, 2015).

El principal subproducto del procesamiento industrial del plátano es la cáscara, la cual representa aproximadamente el 30% del peso del fruto (González-Montelongo, Gloria Lobo and González, 2010). Sin embargo, es un material que se utiliza básicamente para la alimentación animal o en muchos casos no se utiliza, produciendo contaminación ambiental, a más de, ser rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio (Happi Emaga *et al.*, 2007). Además, se considera que puede ser una fuente potencial de sustancias antioxidantes y antimicrobianas (Mokbe, 2005).

El ácido salicílico (AS) es un compuesto natural y fenólico que exhibe un alto potencial para controlar pérdidas postcosecha en cultivos (Asghari and Aghdam, 2010). Previos estudios revelan que el AS mantiene la firmeza el kiwi y plátano durante su almacenamiento almacenados a temperatura ambiente. A pesar que también ya existen estudios sobre la elaboración y caracterización de películas comestibles a base de cáscara de plátano y AS (Anchundia, Santacruz and Coloma, 2016), ya se ha realizado la aplicación de estas películas comestibles en vegetales esto como una posible alternativa para mejorar la propiedad físico-mecánicas durante el almacenamiento (Anchundia, Santacruz and Coloma, 2016).

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es un cultivo climatérico perteneciente a la familia de las solanáceas. Tiene una vida postcosecha comparativamente más corta ya que numerosos factores físicos y biológicos como la transpiración, la tasa de producción de etileno y la senescencia vienen después de la cosecha. (Kumar and Saini, 2021). En las etapas finales del crecimiento y el desarrollo, ocurre el proceso de maduración en dos pasos: la madurez fisiológica, es cuando el fruto alcanza su máximo tamaño y el mayor vigor de las semillas; y segundo, la madurez de consumo, aquí los cambios del fruto incluyen 1) la modificación del color a través de la alteración en el contenido de clorofilas, carotenoides y la acumulación de los flavonoides; 2) la modificación de la textura vía alteración del turgor celular y de la estructura de la pared celular y por el metabolismo; 3) la modificación de azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles que afectan la calidad nutricional, el sabor y el aroma del fruto; y 4) aumento en la susceptibilidad al ataque de patógenos oportunistas que están asociados a la pérdida de integridad de la pared celular (Martínez *et al.*, 2017).

Según Hazera Genetics (2013) el tomate híbrido Daniela mejorado es la primera variedad de tomate indeterminado de larga vida, con excelente rendimiento y extremadamente adaptable a diferentes condiciones de cultivo, el cual contiene una madurez relativa- tardía. Las frutas y hortalizas frescas reciben el nombre de productos perecibles porque tienen una tendencia inherente a deteriorarse por razones fisiológicas y por la invasión de plagas, infecciones y enfermedades, las pérdidas postcosecha ocurren en cualquier etapa del proceso de mercadeo, se pueden iniciar durante la cosecha, después durante el acopio y distribución y finalmente cuando el consumidor compra y utiliza el producto (FAO, 2018).

El principal factor limitante de la vida útil de los vegetales frescos es su actividad metabólica, que continúa después de la recolección. Los procesos de respiración, transpiración y la producción de etileno deben controlarse exhaustivamente para prolongar el estado óptimo de maduración de estos alimentos hasta su consumo. Con respecto al desarrollo microbiano, es necesario distinguir entre el que se produce en los productos vegetales con un pH bajo (principalmente, las frutas) y aquellos que presentan un pH neutro, como la mayoría de las hortalizas. En estas últimas, es más frecuente la proliferación de bacterias mientras que en las frutas predominan las alteraciones causadas por mohos y levaduras. Además de los microorganismos, pueden aparecer insectos que dañen la integridad de los vegetales durante el periodo de almacenamiento cuando no se han sometido previamente a un tratamiento adecuado (Rostamabadi *et al.*, 2021).

El objetivo principal de la presente investigación fue determinar el efecto microbiológico de un recubrimiento comestible a base de cáscara de plátano y ácido salicílico en tomate (*Solanum lycopersicum*)

2. Materiales y Métodos.

La cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) fue recolectada en una empresa procesadora de chifles en la ciudad de Manta, de la variedad maqueño. Se realizó un examen visual para desechar producto en mal estado ya que la calidad de las cáscaras es fundamental para la elaboración de las películas (Anchundia, Santacruz and Coloma, 2016).

Posteriormente las cáscaras de plátano fueron lavadas con agua potable para retirar restos de suciedad y desinfectadas con una solución acuosa de hipoclorito de sodio para luego ser sumergidas por 5 minutos en solución de ácido cítrico con el fin de evitar el pardeamiento enzimático de las cáscaras de plátano durante el secado posterior. Finalmente se realizó el secado de las cáscaras en una estufa a 60 °C por 24 horas, seguida de molienda (molino Corona, México) y tamizado (serie de tamices ASTM de 80, 100 y 200 micras) hasta llegar a un tamaño de partícula menor a 200 micrómetros (Anchundia, Santacruz and Coloma, 2016).

La variedad de tomate que se usó fue Daniela Mejorado, ya que esta variedad cumple con los estándares demandados por los compradores a adquirir el producto. Siendo este de alta calidad, con un tamaño de fruto que va en un rango de 6.50 cm como mínimo, y como máximo 7.50 cm. También se consideró, forma y condiciones físicas óptimas (lesiones, golpes, magulladuras, ni enfermedades). (Amaya *et al.*, 2013).

2.1 Preparación de la solución formadora de película

La película se elaboró (2,5g de cáscara de plátano, 2,75g de ácido salicílico, 94,75g de agua destilada) mediante la disolución de harina de cáscara de plátano en agua destilada con calentamiento hasta 90 °C y agitación constante. Una vez alcanzada esta temperatura se adicionará el ácido acetilsalicílico manteniendo la temperatura durante 5 minutos. Finalmente se dejará enfriar la solución hasta 50 °C. Las muestras obtenidas fueron homogenizadas en ultraturrax (Polytron, Suiza) a 11.000 rpm por 4 minutos (Anchundia, Santacruz and Coloma, 2016).

Tabla 1. Muestras para el recubrimiento en los tomates.

Muestras	Composición
Control	Tomate sin recubrimiento comestible
M1	Cáscara de plátano 2,5% + Ácido salicílico 2,75mmol/L
M2	Cáscara de plátano 2,5% + Ácido salicílico 2,75mmol/L
M3	Cáscara de plátano 2,5% + Ácido salicílico 2,75mmol/L
M4	Cáscara de plátano 2,5% + Ácido salicílico 2,75mmol/L
M5	Cáscara de plátano 2,5% + Ácido salicílico 2,75mmol/L

3. Aplicación del recubrimiento

Para la aplicación del recubrimiento en el tomate, fue por un proceso de inmersión, es decir, durante 5 segundos con intervalos de 1 minuto para una total homogenización, operación que se realizó por triplicado proceso adaptado a (Amaya *et al.*, 2013).

Para la caracterización microbiológica se realizó un recuento de microorganismos aerobios a 37°C, mohos y levaduras en donde se evaluaron los días 0, 4, 8, 12 y 16 de almacenamiento a Temperatura ambiente.

Salmonella spp y *Listeria monocytogenes* se evaluaron el primer día de muestreo.

3.1 Determinación de parámetros microbiológicos de calidad en el tomate

Con el fin de conocer la calidad microbiológica del producto se realizó el recuento de los principales grupos de microorganismos que pueden contribuir al deterioro de su calidad fisicoquímica y sensorial (Barth *et al.*, 2009). En cada análisis se evaluaron 3 tomates.

Se llevaron a cabo las siguientes determinaciones de calidad microbiológicas:

3.1.1. Microorganismos aerobios mesófilos: se determinó el número de microorganismos por gramo mediante recuento en placas Petri de 1 ml de profundidad mediante diluciones seriadas a partir de 15g de muestra homogenizada en agua peptona, utilizando agar de recuento "Plate Count Agar" (PCA) e incubando las cajas Petri en posición invertida a 37°C durante 72 horas (Díaz *et al.*, 2017). Los resultados se expresaron mediante la siguiente ecuación.

$$N = \sum C / V \cdot 1,1 \cdot d$$

donde $\sum C$: Es la suma de las colonias contadas en dos placas de las diluciones consecutivas, de las cuales al menos una contiene un mínimo de 10 colonias;

V: Es el volumen del inóculo utilizado en cada placa, en mililitros;

d: Es la dilución correspondiente a la primera dilución elegida (d=1 cuando se utiliza el producto líquido sin diluir). (Díaz *et al.*, 2017).

3.1.2. Mohos y levaduras: se determinó el número total de mohos y levaduras por gramo mediante recuento en placas con agar Sabouraud de diluciones seriadas preparadas a partir de 15g de muestra homogenizada en agua triptona e incubando las placas sin invertir a temperatura ambiente (29°C), protegida de la luz durante 72 horas (Díaz *et al.*, 2017).

3.1.3. *Salmonella* spp: se comprobó el número total de salmonella en el tomate según (Nutrition, 2009). Donde, en una bolsa de plástico estéril o en otro recipiente adecuado. Añadiendo suficiente caldo universal para enriquecimiento previo para que el tomate pueda flotar. El volumen de caldo puede ser 1,0 veces el peso del tomate. Colocar la bolsa de plástico (si se utiliza), con el tomate y el caldo UP, en un vaso de precipitados estéril (el tamaño del vaso depende del tamaño del tomate), u otro recipiente apropiado, para que sirva de apoyo durante la incubación. Deje que la solapa del extremo abierto de la bolsa de plástico se "doble" para formar un cierre seguro, pero no hermético, durante la incubación. Dejando reposar durante 60 ± 5 minutos a temperatura ambiente. No ajustar el pH. Incubar la bolsa ligeramente abierta durante 24h a 35°C.

3.1.4. *Listeria monocytogenes*: se obtuvo mediante el dispositivo de Listeria que contiene anticuerpos monoclonales específicos del antígeno flagelar B4 que es común a las *Listeria spp*. El antígeno extraído se añade a la almohadilla de la ventana de muestras. Ésta contiene látex azul marcado con anticuerpos. El extracto rehidrata el complejo y el antígeno específico de los flagelos reacciona, si está presente, con el anticuerpo. Una nueva reacción entre cualquier complejo antígeno/látex y el anticuerpo fijado da lugar a una línea azul en la posición T de la ventana de resultados. Si no hay ningún complejo antígeno/látex de flagelos, no aparecerá ninguna línea azul en la posición T de la ventana de resultados. El dispositivo Listeria también proporciona una función de control interno. La aparición de una línea azul en la ventana de resultados en la posición C indica que la prueba se ha realizado correctamente. (AOAC-RI, 2009).

Diseño experimental: Los resultados fueron analizados por medio de ANOVA y un test de TUKEY, utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Amaya *et al.*, 2013).

4. Resultado y Discusiones

Aerobios mesófilos

Para la variedad de tomate estudiada, el análisis estadístico de los datos de aerobios mesófilos si presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) en las unidades formadoras de colonias (UFC) de la muestra control y con recubrimiento comestible (Figura 1). A lo largo del almacenamiento a temperatura ambiente todas las muestras de tomates estudiados presentaron un incremento significativo del recuento de microorganismos aerobios mesófilos. En el grupo control el incremento fue de $<10^1$ UFC/g (día 0) a 3×10^2 (día 12). A partir del día 8 se evidenció un mayor número de (UFC/g) manteniendo una tendencia hasta el día 12, al día 16 de almacenamiento, el tomate con recubrimiento presentó un mayor número de 300 colonias. La muestra control, al no tener el recubrimiento tuvo un crecimiento exponencial

a partir del día 4 (>20 colonias), manteniendo esa exponencia hasta el día 12 (>300 colonias), que ya se consideraron las UFC incontables. Este resultado se debe probablemente a las condiciones ambientales y la tasa de respiración del tomate. Estos resultados coinciden con lo reportado por (Ocaña-De Jesús *et al.*, 2015). Donde se determinó que la cantidad de microorganismos que pudieran representar riesgos a la salud fueron detectados hasta de muy baja concentración (<10) UFC al realizar un análisis del agua con la que eran tratadas frutas y hortalizas.

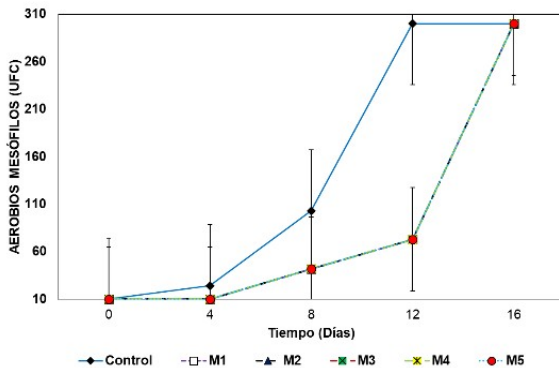


Fig. 1: Aerobios mesófilos en tomates recubiertos con una película comestible a base de cáscara de plátano y ácido salicílico.

Mohos y levaduras

En cuanto a los mohos y levaduras, si hubo una diferencia significativa ($p > 0,05$). El modelo de evolución de los tomates fue similar para todas muestras con recubrimiento (> 20 colonias). La muestra control tuvo un crecimiento exponencial a partir del día 4 manteniendo esa tendencia hasta el día 12 de almacenamiento que tuvo un incremento mayor del 7,67% con relación al tomate con recubrimiento comestible, sin embargo, ya se consideraron incontables al tener un número mayor de 300 colonias. A lo largo del almacenamiento a temperatura ambiente todas las muestras estudiadas presentaron un incremento significativo de mohos y levaduras. (Hernández, 2013) señala a *Geotrichum candidum* como uno de los mohos más frecuentemente desarrollados en tomates, el cual puede causar podredumbre ácida.

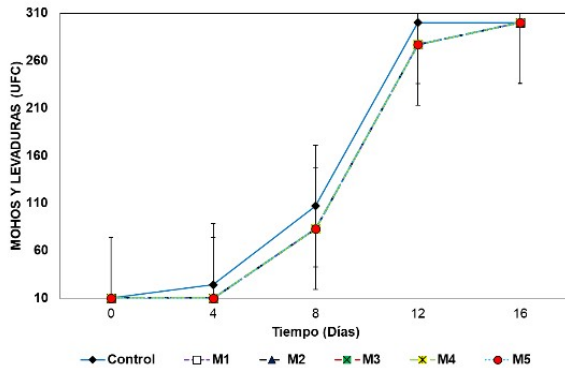


Fig. 2: Mohos y levaduras en tomates recubiertos con una película comestible a base de cáscara de plátano y ácido salicílico.

Salmonella spp

Las pruebas in vitro mostraron una ausencia en 25g de muestra en el crecimiento de *Salmonella spp* con recubrimiento comestible a base de cáscara de plátano y ácido salicílico en el tomate. Los resultados obtenidos concuerdan con lo que reporta Corrales et al. (2014), siendo que los polifenoles pueden atravesar la membrana bacteriana semipermeable y reaccionar con el citoplasma o proteínas celulares, desestabilizando las células microbianas. Parte de las propiedades antimicrobianas de los polifenoles se han atribuido a sus propiedades quelantes de complejos de iones metálicos que son esenciales para el crecimiento bacteriano, es decir que, al tener todos estos componentes, las UFC aumentarían con el pasar de los días. (Sotelo D., Casas F. and Camelo M., 2010).

Listeria monocytogenes

Las pruebas in vitro mostraron una ausencia en 25g de muestra en el crecimiento de *Listeria spp* con recubrimiento comestible a base de cáscara de plátano y ácido Salicílico en el tomate. Según (Hernández, 2013) evaluó el efecto por inmersión en agua con 200mg/l de película en la sobrevivencia de *Listeria monocytogenes* inoculada en la superficie del tomate, confirmando que es efectivo sobre los patógenos presentes en la superficie del vegetal.

5. Conclusiones

El recubrimiento comestible a base de cáscara de plátano y ácido salicílico reflejó ser una buena alternativa para la conservación microbiológica del tomate (*Solanum lycopersicum*) las cuales se vieron reflejadas en los resultados de aerobios mesófilos con mohos y levaduras que a pesar de que las muestras tengan el recubrimiento, pudieron tener un tiempo de duración de 16 días en comparación a la muestra control que solo duraron hasta el día 12 de muestreo al presentar un número mayor de 300 colonias que son consideradas como incontables y no aptas para el consumo humano. Así mismo, presentaron una ausencia de *Salmonella spp* y *Listeria spp* respectivamente; lo que se comprobó que la mezcla de cáscara de plátano (2,5g) y ácido salicílico (2,75mmol/L) muestra mejores características microbiológicas y no genera modificaciones en las propiedades del tomate. Por ende, la aplicación del recubrimiento a base de cáscara de plátano y ácido salicílico en el tomate es viable y debe ser estudiada con mayor profundidad en futuras tendencias.

Referencias

Amaya, P., Peña, L., Mosquera, A., Villada, H., & Villada, D. (2013). Efecto del uso de recubrimientos sobre la calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 9(2), 211–224. <https://doi.org/10.12816/0001104>

Anchundia, K., Santacruz, S. and Coloma, J. (2016) 'Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*)', *Revista Chilena de Nutricion*, 43(4), pp. 394–399. doi: 10.4067/S0717-75182016000400009.

Ancos, D., Peña, G.-, Coca, C.-, & Moreno, S.-. (2015). Uso De Películas/Recubrimientos Comestibles En Los Productos De Iv Y V Gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1), 8–17.

AOAC-RI (2009) 'Listeria Rapid Test', pp. 1–2. Available p?pr=FT0401&c=UK&lang=EN. Asghari, M. and Aghdam, M. S. (2010) 'Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops', *Trends in Food Science and Technology*, 21(10), pp. 502–509. doi: 10.1016/j.tifs.2010.07.009.

Barth, M., Hankinson, T. R., Zhuang, H., & Breidt, F. (2009). Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages. In *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1>

Berta, E. and Vargas, A. (2015) 'mínimamente procesada " "application of edible coatings in minimumly processed papaya (Carica papaya)"', *Rev. Ingeniería: Ciencia*, 2(1), pp. 2313–1926.

Díaz, A., Barrio, M., Darré, M., López, M., Cofre, M., Condorí, M., Lazarte, D., Trevisán, V., Peirano, C., del Bó, C., Cañate, A., & Alcaide, C. (2017). Análisis Microbiológico De Los Alimentos Microorganismos Indicadores. *Anmat*, 3, 1–14. http://www.anmat.gov.ar/renaloea/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf

Elsabee, M. Z. and Abdou, E. S. (2013) 'Chitosan based edible films and coatings: A review', *Materials Science and Engineering C*, 33(4), pp. 1819–1841. doi: 10.1016/j.msec.2013.01.010.

FAO (2018) '(P s i d i u m guajava L .) tratados con cloruro de calcio y agua caliente a dos temperaturas de almacenamiento .'

González-Montelongo, R., Gloria Lobo, M. and González, M. (2010) 'Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds', *Food Chemistry*, 119(3), pp. 1030–1039. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.08.012.

Happi Emaga, T., Andrianaivo, R. H., Wathélet, B., Tchango Tchango, J., & Paquot, M. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food Chemistry*, 103(2), 590–600. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.006>

Hernández, J. (2013) 'Caracterización físico-química y microbiológica del tomate margariteño (Lycopersicum esculentum var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre- envasado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente', *Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.*, p. 199.

Kalia, A. and Parshad, V. R. (2015) *Novel Trends to Revolutionize Preservation and Packaging of Fruits/Fruit Products: Microbiological and Nanotechnological Perspectives, Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. doi: 10.1080/10408398.2011.649315.

Kumar, A. and Saini, C. S. (2021) 'Edible composite bi-layer coating based on whey protein isolate, xanthan gum and clove oil for prolonging shelf life of tomatoes', *Measurement: Food*, 2(June), p. 100005. doi: 10.1016/j.meaf00.2021.100005.

Martínez, M., Balois, R., Alia, I., Cortes, M., Palomino, Y., & López, G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista*

Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(19), 4075–4087.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153823018>

Mokbe (2005) 'Antibacterial and Antioxidant Activities of Banana (Musa, AAA cv. Cavendish) Fruits Peel', *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(3), pp. 125–131. doi: 10.3844/ajbbbsp.2006.125.131.

Nutrition, C. for F. S. and A. (2009) 'Bacteriological Analytical Manual (BAM) - BAM: *Salmonella*', (December 2007). Available at:
<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm070149.htm>.

Ocaña-De Jesús, R. L., Gutiérrez-Ibáñez, A. T., Sánchez-Pale, J. R., Mariezcurrena-Berasain, M. D., Velázquez-Garduño, G., Laguna Cerda, A., & Rojas Puebla, I. (2015). Calidad microbiológica del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido bajo condiciones de invernáculo en 5 Municipios del Estado de México. *Phyton*, 84(1), 45–50.

Rostamabadi, H., Falsafi, S. R., Rostamabadi, M. M., Assadpour, E., & Jafari, S. M. (2021). Electro spraying as a novel process for the synthesis of particles/nanoparticles loaded with poorly water-soluble bioactive molecules. *Advances in Colloid and Interface Science*, 290. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102384>

Sotelo D., I., Casas F., N. and Camelo M., G. (2010) 'Borojón (Borojoa patinoi): Source of polyphenols with antimicrobial activity', *Vitae*, 17(3), pp. 329–336.

Velasco, R., Enriquez, M., Torres, A., Palacios, L., & Ruales, J. (2012). Caracterización morfológica de películas biodegradables a partir de almidón modificado de yuca, agente antimicrobiano y plastificante. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 152–159.