

## Aplicación de tecnología de barreras para la conservación de plátano (*Musa paradisiaca* L.) En patacón

### Application of barrier technology for conservation of plantain (*Musa paradisiaca* L.) In patacón

Gil Rodríguez, Cristian Camilo; Jiménez Aguilar, Lizeth Juliana

Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia, Armenia, Colombia

#### Resumen

Se realizó la aplicación de tecnología de barreras para la conservación del plátano (*Musa paradisiaca* L.). El cual se somete a tres tratamientos (ácido cítrico- microondas- fritura) y la respectiva combinación para un total de siete más un control, en un periodo de observación cada 3 días para un total de 9 días (día 0, día 1, día 2) donde se tomaron datos de la población en (UFC/g) para el día 0 a través de la siembra en dilución 10<sup>1</sup>:1, se realizó tinción de Gram para la observación microscópica (día 1- día 2). Se determinó que el mejor tratamiento de tecnología de barrera fue el del ácido cítrico más microondas y fritura teniendo una conservación de 4,8 días, la resistencia de bacilos cortos a las tecnologías de barreras utilizadas fue un parámetro para la baja tasa de vida útil de las muestras examinadas, además se muestra cómo la aplicación de tecnología de obstáculos es una conservación versátil, de fácil manejo y que no conlleva gastos elevados de recursos monetarios y energéticos.

**Palabras clave:** Conservación, reducción de actividad de aw, pardeamiento enzimático.

#### Abstract

It was carried out the application of barrier technology for conservation of banana (*Musa paradisiaca* L.); which was subjected to three treatments (citric acid, microwaving, frying) and the respective combination for a total of seven plus one control, in an observation period of every 3 days, for a total of 9 days (day 0, day 1, day 2), during which population data were taken in CFU/g for day 0 through culturing in dilution 10<sup>1</sup>:1; Gram stain was made for microscopic observation (day 1- day 2). It was determined that the best treatment of barrier technology was the citric acid plus microwave and frying, with a conservation of 4.8 days; the resistance of short bacilli to the used barrier technologies was a parameter for the low rate of useful life for the examined samples. It was also shown how the application of obstacle technology is a versatile conservation (resource), easy to use, and that does not entail high monetary or energy resources costs.

**Keywords:** Conservation, reduction of aw activity, enzymatic browning.

Doi: <http://10.18634/ugcj.23v.0i.790>

Recibido: 04/11/2016

Revisado: 17/03/2017

Aceptado: 10/12/2017

© 2017 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

#### Cómo citar:

Gil, C.C., Jiménez, L.J., Aplicación de tecnología de barreras para la conservación de plátano (*Musa paradisiaca* L.) En patacón. *UGciencia*, 23, 71-63-73.



## Introducción

El plátano Dominico Hartón Común (Triploide AAB, *Musa Paradisiaca Simmonds*) se utilizó en el proyecto, debido al amplio mercado, teniendo en cuenta que es una variedad de alto consumo en el país, además el departamento del Quindío se caracteriza por una alta producción y consumo de este plátano en diferentes presentaciones, por esto es importante resaltar la situación del cultivo a nivel nacional y regional.

El cultivo del plátano en Colombia se caracteriza por sus amplias extensiones de tierra utilizada con un total de hectáreas sembradas para el año 2010 de 368.392. Los rendimientos varían de acuerdo con las zonas ecológicas, la textura del suelo, la temperatura y el híbrido utilizado. Para el caso de la zona central cafetera del país, que corresponde a los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, Norte del Valle del Cauca y Norte del Tolima el rendimiento promedio se encuentra entre 8,6 y 12,9 ton. ha<sup>-1</sup>. Durante el mismo año el número de ocupados con empleo directo en el cultivo alcanzó los 160.033, lo que equivale a cerca de 32.000 familias beneficiadas en todo el territorio nacional.

En la zona central cafetera del país, el plátano se cultiva mayormente en asocio con café, maíz y frijol, los porcentajes de asocio varían para los departamentos de Risaralda, Caldas; Valle del Cauca y Tolima entre 79 y 90%, mientras que para el Quindío el porcentaje de asociación con otros cultivos es de 44,84% lo que lo hace un actor importante en la economía de la región. (Corpoica, 2010). Por lo anterior, se hace necesaria la aplicación de tecnologías de conservación que permitan mantener la estabilidad comercial de los productos procesados (patacones) y por consiguiente conservar su calidad nutricional.

Dentro de las tecnologías de conservación en vegetales cuarta gama cabe destacar a la ultracongelación (IQF), la impregnación al vacío, la utilización de conservantes químicos, y la aplicación de tratamientos combinados o tecnología de obstáculos, siendo esta última la de mayor interés por parte de las pequeñas y medianas empresas productoras de vegetales mínimamente procesados en Colombia, gracias a que los costos son relativamente bajos con respecto a las otras tecnologías, además cuenta con la gran ventaja de conservar las características nutricionales, funcionales y sensoriales de los vegetales mínimamente procesados (Wiley, 1997 y Galeano, 2002).

Es importante resaltar la tecnología de barreras y cómo se puede aplicar en diversos casos porque se evidencia que las técnicas de conservación se aplican para controlar el deterioro de la calidad de los alimentos. Este deterioro puede ser causado por microorganismos y/o por una variedad de reacciones físico-químicas que ocurren después de la cosecha. Sin embargo, la prioridad de cualquier proceso de conservación es minimizar la probabilidad de ocurrencia y de crecimiento de microorganismos deteriorativos y patógenos. Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil (por ejemplo, a uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte.

Ejemplos de tales factores son la acidez (por ejemplo, bajo pH), la limitación del agua disponible para el crecimiento (por ejemplo, reducción de la actividad de agua), la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la limitación de nutrientes, los recubrimientos comestibles, la utilización de desinfectantes, el envasado en atmósferas modificadas y controladas, las altas presiones hidrostáticas, el ultrasonido, la radiación ultravioleta, la irradiación, la impregnación a vacío y el uso de microorganismos competitivos (BAL). (Hernández, 2013)

La tecnología de barreras no solo se aplica a la estabilidad microbiológica, sino que se hace extensivo a la calidad total. También desde el punto de vista microbiológico, el concepto se ha tornado más amplio y se refiere no solo a la interferencia de la homeostasis por barreras sinérgicas o aditivas sobre un mismo microorganismo, sino a la aplicación selectiva de factores de conservación que puedan ser efectivos contra un organismo específico o un grupo de microorganismos solamente. Es así que en los últimos años, un gran número de publicaciones en la literatura internacional se refiere a la utilización de este concepto con distintas finalidades: optimizar tecnologías tradicionales; desarrollar nuevos productos y como medida de seguridad o “back-up” para asegurar la calidad microbiológica de alimentos mínimamente procesados (Alzamora, 2013).

Conociendo los conceptos de la tecnología de barreras, es importante resaltar los trabajos que se han realizado como el tratamientos de vegetales mínimamente procesados, donde se evidencia que entre los principales cambios en la composición química y física que sufren

los productos en fresco desde el momento que son procesados hasta el momento de ser almacenados se incluyen a: la pérdida de sólidos totales, carbohidratos, ácidos, proteínas, aminoácidos, vitaminas, deterioro de la textura, deshidratación y oscurecimiento enzimático. Muchos de estos cambios se inician como consecuencia de la pérdida de turgencia de los tejidos que lleva a una creciente deshidratación y por último a la muerte celular. Azúcares, ácidos orgánicos, lípidos y otros sustratos son utilizados por los tejidos como fuente primaria de energía química. Se ha observado que el nivel de azúcares cae y el nitrógeno soluble se incrementa, asociado a una mayor síntesis de enzimas relacionadas con la degradación. En cuanto al contenido de ácidos orgánicos generalmente son mínimos. Mientras que en las vitaminas C y A, así como riboflavina y tiamina se ha observado una disminución en su contenido durante su vida en estante, atribuyéndose este fenómeno a la temperatura de almacenamiento (Artés et al., 2007 y Hernández, 2014).

En este trabajo se estudiará el efecto de diferentes tratamientos de tecnologías de barreras (fritura – ácido cítrico y microondas), observando el comportamiento de las tecnologías nombradas sobre rodajas de plátano (patacones). Se pretende observar el proceso con un panel sensorial ejecutado cada 3 días a 9 personas diferentes, obteniendo información sobre los mejores tratamientos en comparación con el crecimiento microbiológico empleados en la tecnología de barreras para la conservación del plátano en forma de patacones.

## materiales y métodos

### Materia prima

Se utilizó plátano variedad Dominico Hartón *Musa paradisiaca L* en estado de madurez verde, comprados en el Olímpica SAO San Diego ubicado en la Calle 30 # 40-80, avenida 14 de octubre salida a Montenegro.

### Preparación de muestras

Los plátanos fueron seleccionados, teniendo en cuenta el porcentaje mínimo de daños en la cascara, color y tamaño, las muestras se pelaron y se cortaron en un tamaño de 5 cm, ya que se busca realizar patacones de tamaño medio.

## Tratamientos

**Ácido cítrico:** se utiliza en la tecnología de barreras por su calidad de conservación y la capacidad de actuar como un amortiguador del pH.

**Microondas:** Se utiliza este método para la reducción de la actividad de agua.

**Fritura:** permite una pre-cocción y una mayor conservación de los alimentos.

## Conteo de microorganismo PCA

Se utilizó este agar ya que es el adecuado para el recuento de placas en los alimentos, se prepararon 20 cajas de Petri para realizar el conteo por triplicado de cada tratamiento (fritura – ácido cítrico y microondas).

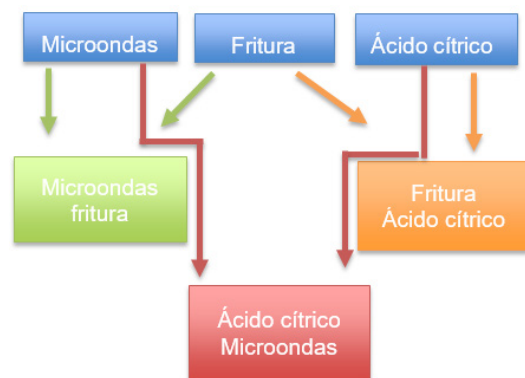
## Control

Control con agar PCA, se realiza sin ningún tratamiento.

## Métodos y equipo experimental

Los plátanos seleccionados se almacenaron a temperatura ambiente en el complejo científico José Galat de la Universidad La Gran Colombia – Campus Ciudadela del Saber La Santa María.

Los plátanos se pelaron manualmente y se medirá su espesor con un calibre o en su defecto con una regla, para identificar la posible desviación estándar.



## Tratamientos

Se realizan pruebas por triplicado.

## Peso

Para la determinación del peso se tomó el peso previo y posterior de cada prueba, este procedimiento se realizó por medio de una balanza analítica.

## Esquema experimental

Es importante saber que la población microbiana que generalmente coloniza los vegetales listos para consumir está constituida generalmente por *Pseudomonas spp*, *Xanthomonas spp*, *Enterobacter spp*, *Janthinobacterium spp*, levaduras, mohos, bacterias ácido lácticas, y con menor frecuencia *Aeromonas hidrófilas* y *Listeria monocitógenas*. (Serna, 2014 y Hernández, 2013).

## resultados

Las barreras utilizadas en el producto patacón fueron:

Ácido cítrico (A)

Fritura (B)

Microondas (C)

Se realizó el procedimiento con cada barrera, para identificar el comportamiento unitario, en el mismo lapso se realizan las combinaciones pertinentes para la realización de tecnología de barreras, con el objetivo de identificar la mejor barrera y cómo es el comportamiento de estas en la conservación de plátano, las tecnologías utilizadas fueron :(AB) – (AC) – (BC) y (ABC) más un control.

Para los resultados se evidencian la calidad microbiológica en los vegetales mínimamente procesados es un aspecto particularmente crítico debido a que la exposición de la superficie de corte, favorece la contaminación con bacterias, hongos y levaduras. El daño en los tejidos, con la consecuente disponibilidad de nutrientes, provee condiciones favorables para el desarrollo de patógenos. Los géneros y especies, así como la cantidad de microorganismos presentes en los productos mínimamente procesados, varía con la fruta u hortaliza de que se trate, las prácticas de cultivo y la higiene durante la manipulación y procesado (Brackett, 1994; Hernández, 2013; Artés et al., 2007 y Lobita, Soinga, Génardb, & Habibb, 2002).

A continuación se da una breve explicación de los resultados y los tratamientos utilizados.

Para la utilización de microondas el producto fue sometido a 5 minutos a temperatura constante, para la fritura fue a una temperatura de 375°F con tiempo de 60 segundos. El ácido cítrico fue utilizado al 5% ya que no se quiere adquirir un posible sabor ácido en el producto, los plátanos fueron sumergidos en ácido por 5 minutos, teniendo estos parámetros claros se da inicio la combinación de barreras.

Se realizaron muestreos cada 3 días, para identificar el comportamiento de las barreras, realizando una comparación de la conservación del producto, los tratamientos del día 0 se iniciaron el jueves 6 de noviembre en el complejo científico José Galat en el campus Ciudadela del Saber La Santa María de la Universidad La Gran Colombia – Armenia, donde se sembró en agar PCA (para el control microbiológico), se selecciona este agar ya que se puede observar el crecimiento de cualquier microorganismo que pudiese crecer en las muestras de plátano.

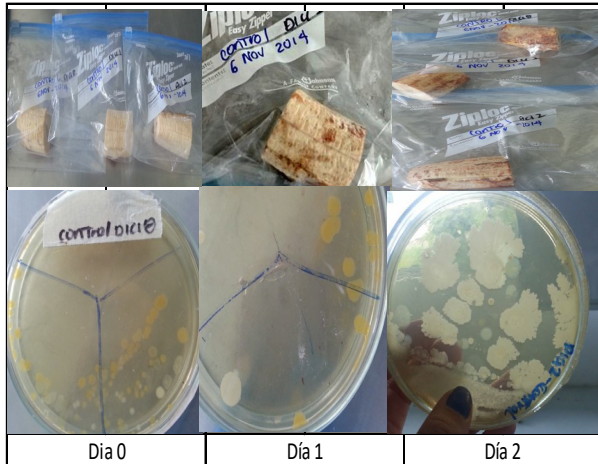
En el día lunes 10 de noviembre de 2014 se hace conteo de UFC, para identificar el número de colonias en cada barrera, los resultados de esta prueba serán ilustrados por las siguientes tablas donde se hace una comparación del día 0 al 2, posterior a los resultados del día 0 se realiza la siembra del día 1 en agar PCA. La revisión de resultados del día 2 se realizó el 14 de noviembre de 2014, se evidencia un crecimiento de colonias superior a 50 por lo cual se realiza una tinción de Gram para identificar la morfología de los microorganismos presentes en el agar. (Serna, 2014), se encontraron presencia de bacilos y levaduras, para la muestra final se realizó un tinción de Gram el 19 de noviembre del 2014, en estos resultados se evidencia la clara presencia de levaduras que pudieron ser obtenidas por la contaminación del medio en el laboratorio de microbiología del complejo científico de la Universidad Gran Colombia – Armenia, la presencia de bacilos cortos y largos al inicio de la prueba (control) es un factor de importancia y que en las tecnologías de barreras aplicadas el bacilo corto desaparece.

A continuación se evidencia en las tablas el comportamiento de los microorganismos, con las ilustraciones pertinentes y las observaciones para cada tecnología aplicada.

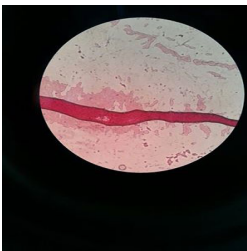


## Control

**Tabla 1** Control (siembra-comportamiento del producto)



**Ilustración 1** (Observación microscópica día 1)



**Ilustración 2** (Observación microscópica día 2)

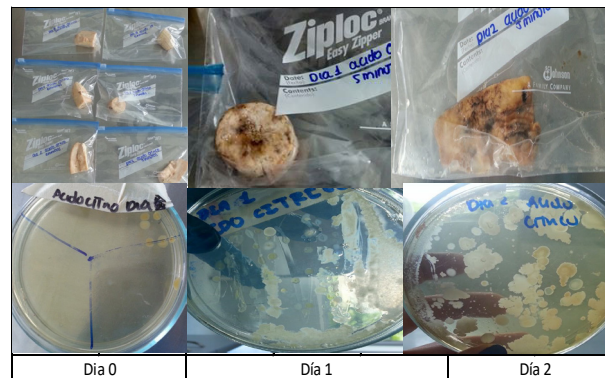


Se observan diferencias del día 10 de noviembre hasta el día 19 noviembre, donde se mira la acción del pardeamiento enzimático esto se hace debido a la acción rápida de polifenol oxidasa las cuales se combinan con el oxígeno formando compuestos coloridos, esto podría ser un mecanismo de defensa contra las infecciones con referencia a (Pardeamiento enzimático) donde se puede

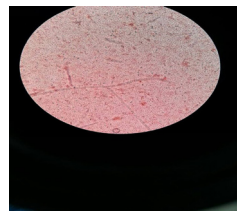
observar en la tabla 2 el seguimiento desde el día 0 hasta el día 2 donde su cambio en color, aroma, es notorio pasando de su color tradicional a un color marrón, teniendo en cuenta el contacto que tuvo el oxígeno, ya que acelera su proceso de deterioro y se consideran cambios relacionados con la degradación del almidón según (José Luis Barrera V1), se tuvo en cuenta el día 0 las unidades formadoras de colonias 2650 UFC/g comparado con la reglamentación de (D.) Donde parámetros permisibles están entre 1000-3000 ufc/g por lo tanto los resultados experimentales están en el rango óptimo para el consumo humano. En el día 1 y día 2 por observación microscópica en la ilustración 1 - ilustración 2 se evidencia una morfología de bacilos largo y corto donde la reducción de tamaño es ocasionada por el estrés causado por la temperatura del medio (temperatura ambiente).

## Ácido cítrico

**Tabla 3** (siembra- comportamiento del producto)



**Ilustración 3** (Observación microscópica día 1-2)



En el periodo de observación con respecto al tratamiento bioquímico no presentó diferencias significativas hasta el día nueve (día 2), en comparación del ácido

cítrico, se evidencia que el control obtiene un mejor comportamiento para la conservación de plátano, esto puede ser debido a la presencia de bacterias ácido lácticas, que inhiben la capacidad del ácido cítrico como lo evidencia (Laura V. Aquino), ya que se logró minimizar la velocidad de respiración empleando ácido cítrico 5% con bajas concentraciones según el *codex alimentarius*, donde en el día 2 se puede evidenciar la presencia de deshidratación viéndose alterado el color, apariencia, olor, esto se debe a las condiciones de almacenamiento (empaque), ya que está propenso a empardecer por oxidación química donde el pardeamiento enzimático afecta todos aspectos organolépticos del producto donde las unidades formadoras de colonias (UFC/g) no cumple con los parámetros permisibles 1000-3000 ufc/g ya que en el día 0 se evidenció 4000 UFC/g por lo tanto no cumple con los parámetros según (José Luis Barrera V1). En el día 1 y día 2 se hizo tinción de Gram en el cual puede hacer las observaciones con el fin de denotar la morfología celular de cada tratamiento en este caso ácido cítrico donde se encontraron bacilos cortos, ya que los largos encontrados en el control, fueron inhibidos por medio del ácido cítrico, esta población de bacilos cortos tiene un crecimiento exponencial como se muestra en la tabla 3.

### Fritura

En la tabla 4 se muestra la fritura en el empaque, este tratamiento se dejó a temperatura ambiente para evidenciar los cambios físicos que tiene en apariencia, se nota la presencia de hongos, mohos y levaduras en las muestras, este crecimiento es exponencial, ya que entre más días la contaminación y la población de estos es mayor.

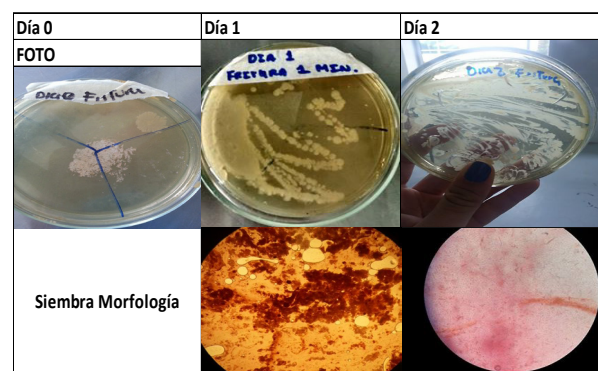
**Tabla 4** (observación de fritura)



Para conocer a fondo las bacterias que estaban presentes en este tratamiento, en el día 0 se realiza un conteo de UFC, donde se encontraron 3 colonias.  $UFC = 10^1$ , lo que comparado con las reglas dictadas por el *codex* alimentario indica que el valor es permitido.

Para los días 1 y 2 se realiza una tinción de Gram, con el objetivo de identificar la morfología de los microorganismos presentes en la muestra. (ver tabla 5)

**Tabla 5** (Siembra- observación microscópica fritura)



Para esta tecnología de barrera, el contenido de microorganismos se evidencia la presencia de un bacilo y un coco bacilo, la presencia del bacilo se puede atribuir a la contaminación en el momento de la siembra, la presencia del coco bacilo después de la fritura y la resistencia a 375°F se debe a que se pudieron encapsular en los glóbulos de grasa. (Serna, 2014)

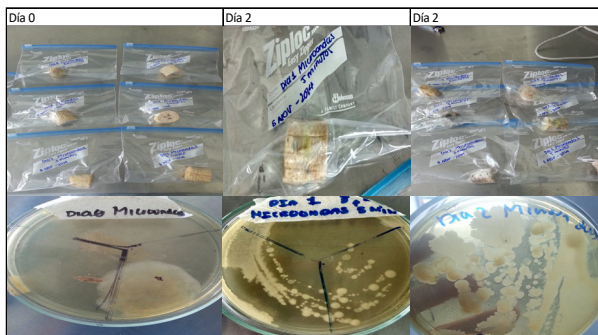
La aplicación de pre-fritura sin refrigeración no permite una conservación precedera, ya que a los dos días de la preparación de la muestra se evidenció la presencia de mohos y hongos, lo que altera completamente los componentes organolépticos del producto.

### Microondas

En la tabla 6 se muestra el seguimiento de las 3 muestras, en el día 0 se evidencia un producto al cual se le rebaja la actividad de agua por medio de la implementación de calor durante 5 minutos a temperatura constante. Como los alimentos se cuecen en su propio contenido de agua y a menos de 100 grados centígrados de temperatura, se pierden menos sales y se destruyen menos vitaminas. Los alimentos cocinados o calentados con microondas tienen menor concentración de sustancias cancerígenas

en comparación con los cocinados por otros métodos, se evidencia en (Mañas, 2005) que recubriendo el alimento durante el calentamiento, para favorecer una distribución del calor más uniforme y así alcanzar una temperatura adecuada para prevenir el desarrollo de microorganismos patógenos.

**Tabla 6** (Observación y siembra microondas)



En la tabla 6 se muestra el comportamiento del tratamiento de microondas en el almacenamiento a temperatura ambiente, para el día 0 se muestra cómo las muestras no tienen variación y la siembra en agar PCA se evidencia de un hongo, la cual se le atribuye a una contaminación en el momento de la siembra, para el día 1 y 2 el comportamiento de las muestras fue deterioro, ya que se evidencia moho acompañado de un color verde, estos tuvieron un crecimiento exponencial hasta llegar al punto de que el 100% de la superficie de la muestra se encontraba cubierta de una capa blanca, así mismo en el momento de la siembra, en las imágenes se demuestra el crecimiento de microorganismos.

**Ilustración 4** (observación microscópica microondas)

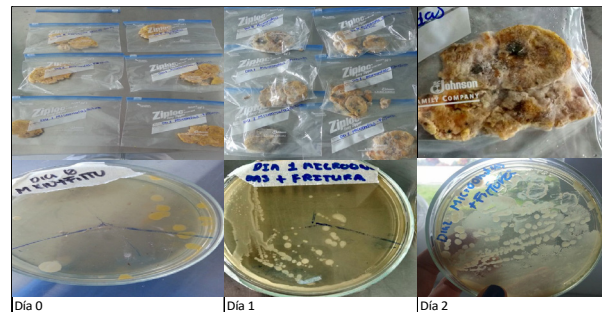


Para la determinación de los microorganismos, se realiza una tinción de Gram, evidenciando en el día 1 y 2 la presencia de bacilos cortos, por lo cual esta tecnología no cumple con los índices de conservación que se requirieren.

### Microondas más fritura

Para este procedimiento se realiza un proceso de fritura por 60 segundos a 375°F posteriormente, se realiza el ingreso al microondas de la muestra por 5 minutos. (ver tabla 7)

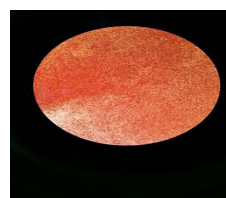
**Tabla 7** (observación y siembra de Microondas fritura)



En la imagen del día 0 la muestra se encuentra en perfectas condiciones y la siembra se realiza en PCA para que pueda crecer cualquier microorganismo, el conteo de UFC=10<sup>0</sup>1 lo que no muestra contaminación ni alteración física en el alimento, en el momento de la siembra se evidencia la presencia de otro microorganismo, el cual es una levadura, la cual es atribuida a una contaminación. (Artés & Allende, 2005).

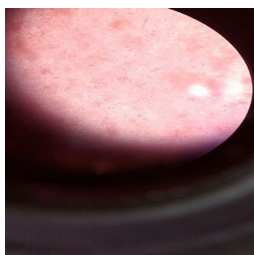
En el día 0 se evidencia la aparición de un color café en las muestras, lo que revela que el contacto con el oxígeno ha generado una oxidación enzimática de las muestras, las presencias de microorganismos se muestra tanto para el día 1 y 2 por puntos negros que se pueden vincular con hongos, para el día 2 se encuentra un pardeamiento que cubre alrededor del 60% de las superficies de las muestras, se evidencian presencias de levaduras, para identificar la presencia del microorganismo se realiza una tinción de Gram para el día 1 y 2, como se evidencia en la ilustración 5-6 l donde se muestra el resultado.

**Ilustración 5** (observación microscópica día 1)





### Ilustración 6 (observación microscópica día 2)



Realizada la tinción de Gram, el resultado concluye la presencia de un bacilo corto, este se reduce en tamaño por el calor suministrado por el efecto del microondas, pero es importante resaltar que esta prueba tiene una buena capacidad de conservación, también se evidencia que el bacilo corto fue eliminado en el momento de la fritura.

### Microondas más ácido cítrico

En la tabla 8 se muestra el seguimiento de las 3 muestras desde el día 0 hasta el día 2, en el cual se somete la muestra ácido cítrico al 5% por cinco minutos posteriormente 5 minutos microondas, donde la capacidad de absorción del plátano hacia el ácido cítrico es mejor, lo que conlleva a una mejor conservación del producto, esto se puede evidenciar en la tabla 4, donde el ácido cítrico funciona como amortiguador relacionando la degradación del almidón, reduciendo el pardeamiento enzimático y manteniendo una vida útil aproximadamente por 6 días. Los tratamientos combinados (Microondas-ácido cítrico) además de tardar el pardeamiento enzimático refuerza las paredes celulares donde se reduce la tasa de respiración obteniendo mejores resultados y esto se debe a la reducción de pérdida de agua, por lo que se entiende por tratamiento significativo por su capacidad de inhibir el pardeamiento enzimático, pero no cumple con inhibición de crecimiento de microorganismos que puedan afectar la calidad del producto. (Día 1) teniendo un descarte en el día 9, ya que se descarta la muestra por presencia de hongos, aspecto, aroma con referencia a (Hernández, 2013). Por otro lado el uso de agentes químicos y térmicos reduce la actividad microbiana para una mejor conserva del producto según (Hernández, 2013) haciendo la observación microscópica donde la presencia de bacilos largos sigue presente para el día 1 y día 2 (ilustración 7).

Tabla 8 (Observación y siembra microondas ácido cítrico)

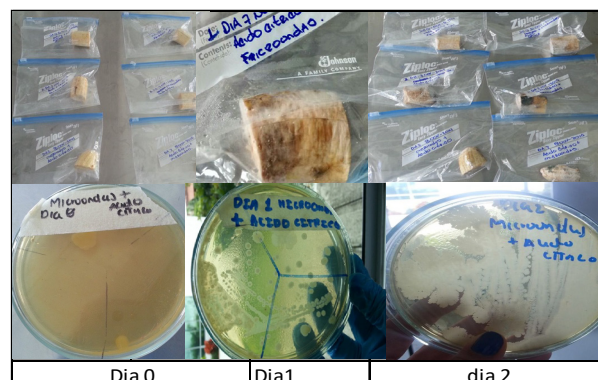
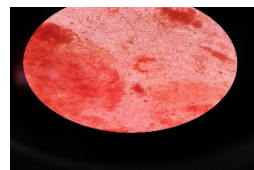


Ilustración 7 (Observación microscópica de microondas ácido cítrico)



### Fritura más ácido cítrico

Esta prueba se realiza colocando las muestras en ácido cítrico al 5% por 5 minutos, después se realiza el proceso de fritura por 1 minutos, en la tabla 9 se muestra cómo el tratamiento no afecta los parámetros físicos del producto y el baño químico no incide en el sabor ácido del producto, la contaminación y el daño para el día 1 son pocos, lo cual indica que la combinación de estas barreras puede ser empleada como un método de conservación, pero para el día 2 la muestra sufre daños considerables ya que la presencias de hongos es notoria.

Tabla 9 (Observación y siembra fritura más ácido cítrico)

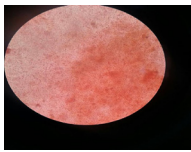




**Ilustración 8** (Observación microscópica fritura ácido cítrico día 1)



**Ilustración 9** (Observación microscópica fritura ácido cítrico día 2)



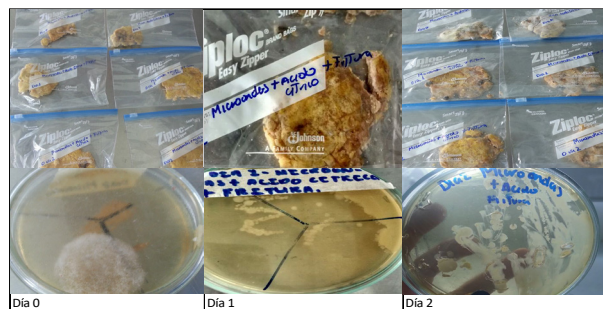
Como en las demás aplicaciones de tecnologías de barreras, en este caso también se evidencia la presencia de bacilos cortos, como se nota en las imágenes de la siembra en agar PCA el crecimiento de este bacilo es muy grande y es uno de los factores principales de la contaminación y de la poca conservación de las muestras de plátano.

### Ácido cítrico más microondas y fritura

Esta secuencia se realiza para que la absorción del ácido cítrico sea mejor, en la tabla 10 se muestran los resultados de las muestras. Los factores más importantes que controlan la velocidad de los cambios deteriorativos y la proliferación de los microorganismos en los alimentos son la disponibilidad de agua, el pH y la temperatura (Alzamora, 2004). Cuando estos factores son aplicados en conjunto a un alimento, se obtiene un efecto sinérgico, permitiendo que cada uno sea utilizado en una menor intensidad que cuando es empleado de forma independiente, esto da como resultado un alimento en el cual no se presentan cambios drásticos en su composición nutricional y en su calidad sensorial, conservando características muy similares a las del alimento fresco y con una vida útil más prolongada. Para que el concepto de barrera sea aplicado exitosamente, es necesario cuantificar la influencia de los distintos

factores sobre el crecimiento microbiano. Dentro de los criterios para seleccionar los factores de conservación a combinar que aseguren la estabilidad de las hortalizas, cabe destacar: los tipos de microorganismos que pueden estar presentes y pueden crecer, las reacciones bioquímicas y fisicoquímicas que pueden deteriorar la calidad del producto, la infraestructura disponible para la elaboración y el almacenamiento, las propiedades sensoriales, la vida útil y el tipo de envasado deseado (Alzamora, Guerrero, B., & S.L., 2013).

**Tabla 10** (Observación y siembra de ácido cítrico +microondas + fritura)



En la tabla 10 se muestra el resultado del día 0 donde no se presentan alteraciones en cambio de color y en el momento de la siembra no se evidencia la presencia de ningún microorganismo, lo único que se encontró posterior a la incubación de la muestra fue un hongo, el cual es atribuido por la contaminación del medio en el momento de la siembra.

Para el día 1 las muestras fueron revisadas completamente para verificar si había presencia alguna contaminación, se encontró un producto en óptimas condiciones y se realiza la siembra en PCA para identificar el crecimiento microbiológico, donde se encuentra la presencia de levaduras y hongos con alrededor de 600UFC/g y la reglamentación dice que este rango debe de estar entre 1000 – 3000 UFC/g resultados similares se evidenciaron (Hernández, 2013) donde el contenido de moho y levadura no es significativo.

En la última muestra se evidencia una presencia mayor de moho, lo que indica una alta contaminación, para identificar los microorganismos se realiza la tinción de Gram, evidenciando la presencia de bacilos cortos, los bacilos cortos sobreviven a los procesos térmicos y de fritura, ya que pueden tener la capacidad de encapsularse

en los glóbulos de grasa, además este bacilo es el encargado de contaminar totalmente la muestra y no permite que estos se puedan consumir, este fenómeno se puede atribuir a que : en el momento de la fritura y microondas se controla el bacilo largo y el bacilo corto tiene la capacidad de inhibir su población pero con el paso del tiempo este tiene un crecimiento exponencial y no tiene una competencia natural (bacilo largo) por el alimento, esto se puede explicar como un fenómeno de control natural de los microorganismos (Serna, 2014).

Se muestra como el contenido microbiológico fue reducido cuando se emplearon las combinaciones de barreras, siendo ácido cítrico + microondas + fritura la mejor, ya que tiene una conservación de 5 días, posterior a estos se da inicio a una degradación del producto, se logra controlar los microorganismos como bacilos por un lapso de 5 días.

### conclusión

Después de aplicar las tecnologías y las combinaciones pertinentes, se concluye que la combinación de (A + C + B) obtuvo la mejor conservación con un total de 4.8 días, la inhibición de bacilo largo por la fritura y el tratamiento térmico por microondas tiene resultados altamente significativos, pero el crecimiento del bacilo corto y de cómo aumenta su población es un factor que se no pudo controlar, por lo cual se recomienda a estas tecnologías de conservación añadir un empaque al vacío para evitar daños por contacto con el oxígeno y controlar el contenido de microorganismos aerobios, además se considera prudente la aplicación de una cadena de frío con el fin estudiar la conservación y si se pueble ampliar la vida útil del producto. En los productos elaborados, la aplicación de métodos combinados permite la conservación de los mismos a temperatura ambiente y se mantiene la seguridad microbiológica, por cual se recomienda la utilización de empaque al vacío.

Donde se concluye que la conserva de patacones obtenidos aplicando la tecnología propuesta es de bajo costo de producción, inocua, aceptable y puede ser preservada por 5 días a temperatura ambiente, donde el control tuvo mejores resultados ya que la superficie expuesta es menor a la de los demás tratamientos, en el que el baño químico solo favoreció a la muestras de ácido cítrico + microondas y ácido cítrico + microondas + fritura mínimamente procesado minimizando su velocidad de respiración y mostrando un comportamiento

de la calidad, en los demás casos el ácido cítrico no obtiene un control significativo, esto puede ser debido a bacterias ácido lácticas similar al de la muestra control.

Los microorganismos predominantes en frutas y hortalizas mínimamente procesadas difieren de acuerdo con el tipo de producto, de esta manera, para asegurar su calidad y seguridad microbiológica, es necesario llevar a cabo estudios sistemáticos de los cambios microbiológicos durante el almacenamiento.

Se determina que la aplicación de la tecnología de barreras, no conlleva gastos altamente significativos monetarios y energéticos, se recomienda la aplicación de estos tratamientos para empresas pequeñas y medianas, ya que la pérdida de materia prima es muy baja.

### Referencias bibliográficas

- Alzamora, S., Guerrero, S., B., N. A., & S.L., y. V. (25 de MARZO de 2013). *FAO* . Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/008/y5771s/y5771s02.htm#bm2.2>[Fecha
- Artés, F., & and Allende, A. (2005). *Minimal fresh processing of vegetables, fruits and juices*. San Diego, California: Elsevier Academic Press.
- Bioquímica(2010). Métodos de determinación de proteínas totales.
- Cadena productiva del platano. (s.f.). <http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/art-inicio-cadena-platano/?ide=25>.
- Corpoica.(2010). El Cultivo del Plátano en el Eje Cafetero. *Ministerio de Agroindustria*.
- Determinación de azúcares totales y reductores. (s.f.).
- (s.f.). *Determinación de Proteína – Método de Bradford*. Laboratorio Complejo Científico José Galat Numar.
- Determinación de vitamina C – Método colorimétrico de la 2-Nitroanilina. (s.f.).
- Galeano, S. C.-F. (2002). Comportamiento postcosecha y conservación del platano. *Universidad nacional de Colombia - interfacultades* .

- Hernández, A. E. (2013). Aplicación de la tecnología de barreras para la conservación individual y de mezclas de hortalizas mínimamente procesadas. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Lobita, P., Soinga, P., Génardb, M., & Habibb, R. (2002). *Journal of Plant Nutrition - Theoretical analysis of relationships between composition, ph, and titratable acidity of peach fruit*. Taylor & Francis.
- Mañas, J, R., & S, C. (2005). *alimentacion y nutricion*. Obtenido de alimentacion y nutricion. Tomado de : [https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDMQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.alimentacionynutricion.org%2Fes%2Findex.php%3Fmod%3Dcontent\\_detail%26id%3D97&ei=RihxVNT\\_A4SngwSq94Ag&usg=AFQjCNFQ4-ihbM\\_EQu\\_QjW4JbITDUvmpn](https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDMQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.alimentacionynutricion.org%2Fes%2Findex.php%3Fmod%3Dcontent_detail%26id%3D97&ei=RihxVNT_A4SngwSq94Ag&usg=AFQjCNFQ4-ihbM_EQu_QjW4JbITDUvmpn)
- Minagricultura . (2011). Cadena Productiva de platano. *inicio de cadena*. Tomado de: <http://sioc.minagricultura.gov.co/index.php/art-inicio-cadena-platano/?ide=25>.
- Payan Blanco, H.(s.f.). Investigación exploratoria del mercado potencial de pasabocas prefritos cogelados a base de maiz y platano en la ciudad de bogota especificamente en el barrio Cedritos . <http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/6858/1/125439.pdf>.
- Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. (s.f.), (pág. Fao.org).
- Serna, J. (14 de noviembre de 2014). analisis de resultados . (C. C. Gil, Entrevistador)
- Serna, J. (2014). microscopia . *micrrobiologia*.
- Serna, J. (19 de Noviembre de 2014). tinción de gram . (C. C. Gil, Entrevistador).
- Uboho, E. E. (2011). La espectrofotometría y su utilización para resolver problemas profesionales del Ingeniero Metalúrgico. Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).