

Efecto del empaque y conservantes en el aumento de la vida útil de una masa de maíz

Andrés Felipe Castañeda Peláez

Tutor

Katherin Castro Ríos, PhD

Universidad Católica De Manizales

Facultad de Ciencias de la Salud

Programa Maestría En Microbiología Agroindustrial

Manizales

2021

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a la Doctora Katherin Castro Ríos por su paciencia y por su aliento en todo el desarrollo del trabajo. A mi familia por su acompañamiento constante.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Planteamiento del problema.....	12
2 Justificación	14
3 Objetivos.....	17
3.1 Objetivo general	17
3.2 Objetivos específicos.....	17
4 Marco teórico	18
4.1 Maíz.....	18
4.2 Empanadas	18
4.3 Vida útil.....	20
4.4 Conservación de los alimentos	22
5 Metodología	28
5.1 Enfoque y tipo de estudio.....	28
5.2 Preparación de las muestras	28
6 Resultados y discusión.....	33
6.1 Evaluación del efecto de los empaques en masas de maíz.....	33
6.2 Evaluación del efecto de los conservantes en masas de maíz	41
6.3 Evaluación de la mejor combinación del mejor empaque y conservante.....	50
6.4 Identificación de especies de hongos	55
7 Conclusiones	59
8 Recomendaciones	60
9 Anexos	61

Referencias	85
-------------------	----

Lista de tablas

Tabla 1. Aditivos sugeridos en los alimentos según la norma para aditivos alimentarios del Codex Alimentarius para los conservantes utilizados en el estudio. Adaptado (FAO,2019).....	25
Tabla 2 Propiedades según las clases de Polipropilenos (PE) (Quintana et al., 2007)	27
Tabla 3 Resultados estadísticos del recuento total de aerobios mesófilos (UFC/g) según cada tipo de empaque.....	33
Tabla 4 Resultados estadísticos del recuento total de hongos (UFC/g) según cada tipo de empaque.	37
Tabla 5 Rangos óptimos de actividad de agua para el desarrollo microbiano	40
Tabla 6 Resultados estadísticos de las UFC/g totales para aerobios mesófilos	51
Tabla 7 Resultados estadísticos de recuento total de coliformes UFC/g.	52
Tabla 8 Resultados estadísticos de recuento total de hongos UFC/g.....	53

Lista de figuras

Figura 1 Temperaturas máximas de reproducción de los principales microorganismos de interés en la industria alimenticia. (Adaptado Food and safety innovation, n.d.).....	24
Figura 2 Procedimiento para el montaje experimental en la evaluación de empaques en masas de maíz.	29
Figura 3 Procedimiento para el montaje experimental en la evaluación de conservantes en masas de maíz	30
Figura 4 Procedimiento para el montaje experimental en la evaluación de conservantes más empaque	30
Figura 5 Promedio de UFC/g total de aerobios mesófilos en cada tipo de empaque.....	34
Figura 6 Promedio de UFC/g de coliformes totales en cada tipo de empaque	35
Figura 7 Promedio de UFC/g de hongos en cada tipo de empaque	37
Figura 8 Actividad de agua (a_w) en cada tipo de empaque	39
Figura 9 pH en cada tipo de empaque	41
Figura 10 Recuento de mesófilos aerobios con presencia del fenómeno de swarming.....	42
Figura 11 Promedio de UFC/g de aerobios mesófilos por cada tipo de conservante	42
Figura 12 Actividad de agua (a_w) en cada tipo de conservante.....	45
Figura 13 pH en cada tipo de conservante	46
Figura 14 Presencia de Coliformes en agar EMB. A) Bacterias que no fermentan la lactosa, B)Bacterias que fermentan la lactosa.	47
Figura 15 Conteo de Coliformes totales UFC/g con cada tipo de conservante	48
Figura 16 Presencia de levaduras en agar PDA	49
Figura 17 Promedio de hongos UFC/g en cada tipo de conservante	50
Figura 18 Actividad de agua en las muestras con conservantes y empaque PP	54
Figura 19 pH en las muestras con conservantes y empaque PP.....	55
Figura 20 Hongo #1 (<i>Aspergillus</i> spp). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.	56

Figura 21 Hongo #2 (<i>Fusarium</i> spp). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.	56
Figura 22 Hongo #3 (<i>Aspergillus</i> spp). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.	57
Figura 23 Hongo #4 (<i>Penicillium</i> spp). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.	57
Figura 24 Hongo #5 (<i>Mucor</i> spp). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.	58

Resumen

En la industria de los alimentos los empaques representan una parte de la conservación que los hace muy importantes, esto se debe a que su función principal es la de contener, proteger, informar y ser el canal entre el producto y el consumidor final. Uno de los principales problemas en la industria alimentaria es el deterioro de los alimentos, este puede ser producido por factores químicos, físicos y microbiológicos. En alimentos que contienen maíz, la relación entre el empaque y el uso adicional de sustancias conservantes para evitar su deterioro, no se ha desarrollado ya que en su mayoría estos productos se consumen recién preparados o sino con algunos días de conservación. Es por esto que este estudio se centró en determinar el efecto del empaque y conservantes en la vida útil de una masa maíz amarillo para la elaboración de empanadas, sirviendo como base para el establecimiento de procesos óptimos de almacenamiento. Para esto se evaluó el efecto de conservantes como Bicarbonato de sodio, benzoato de sodio, sorbato de potasio y ácido cítrico y tipos de empaques (Poliétileno de baja densidad (PEBD), polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP), Film de aluminio en el crecimiento de microorganismos que deterioran la calidad del alimento. Finalmente se seleccionó la mejor combinación y se preparó un ensayo final con el mejor empaque y conservante estableciendo la combinación más efectiva y su efecto en la vida útil. Las mejores características de preservación fueron generadas por la conservación en el empaque de PP y la respuesta antimicrobiana del ácido cítrico, los cuales proporcionan la prolongación de vida útil aproximadamente de 5 días más para la masa de maíz amarillo; sin embargo, se recomienda en futuros estudios evaluar sensorialmente este conservante, para validar el efecto en el sabor que pueda generar al producto final.

Palabras clave: Maíz, empanadas, conservantes, empaques

Abstract

In the food industry, packaging represents a part of conservation that makes it very important, this is because its main function is to contain, protect, inform and be the channel between the product and the final consumer. One of the main problems in the food industry is the deterioration of food, this can be produced by chemical, physical and microbiological factors. In foods containing corn, the relationship between packaging and the additional use of preservative substances to prevent their deterioration has not been developed since most of these products are consumed freshly prepared or with a few days of preservation. This is why this study focused on determining the effect of packaging and preservatives on the shelf life of a yellow corn dough for the preparation of empanadas, serving as a basis for the establishment of optimal storage processes. For this, the effect of preservatives such as sodium bicarbonate, sodium benzoate, potassium sorbate and citric acid and types of packaging (low-density polyethylene (LDPE), high-density polyethylene (HDPE), polypropylene (PP), aluminum film) on the growth of microorganisms that deteriorate the quality of the food was evaluated. Finally, the best combination was selected and a final test was prepared with the best packaging and preservative establishing the most effective combination and its effect on shelf life. The best preservation characteristics were generated by the preservation in the PP packaging and the antimicrobial response of citric acid, which provide the extension of shelf life of approximately 5 more days for the yellow corn dough; however, it is recommended in future studies to sensory evaluate this preservative, to validate the effect on the flavor that it can generate to the final product.

Keywords: Corn, empanadas, preservatives, packaging

Introducción

En la industria alimentaria los empaques representan una parte importante de conservación de los productos. Estos tienen la función de proteger, contener, informar y por último el de cautivar al público al cual están dirigidos los alimentos (Navia et al., 2014). Sin embargo, uno de los principales problemas en la industria alimentaria es el deterioro de los alimentos, este puede ser producido por factores químicos, físicos y microbiológicos. Estos últimos, mediante procesos aerobios y participando de reacciones de tipo enzimático generan descomposiciones y alteraciones de las vitaminas y los aromas (Flórez et al., 2012).

En Colombia la empanada se presenta como un plato típico de la gastronomía y se prepara a partir de una masa de maíz amarillo y un contenido proteico o no proteínico (L. E. Hernández et al., 2019). Para la conservación de este producto es necesario mantener una cadena de frío al momento de su comercialización por lo cual se utilizan dos métodos de conservación refrigeración y congelación para ayudar a la preservación estructural y prevenir el ataque de microorganismos causantes del deterioro (Rodríguez Sánchez, n.d.).

Por otra parte, al realizar los procesos de congelación de los productos, estos están relacionados con la velocidad de congelación ya que esta puede afectar de manera sustancial la estructura y calidad del producto debido a la formación de cristales de hielo. En este tipo de procesos la formación del tamaño y la forma de los cristales con un aire en movimiento (-20°C) lo que provoca que sean más grandes e irregulares provocando daños en el producto, mientras que usando aire forzado se realiza la congelación formando cristales más pequeños que no afectan la composición (Fabre et al., 2014).

Otro proceso para la conservación de los alimentos a baja temperatura es la refrigeración, las temperaturas en equipos domésticos pueden variar desde 2°C hasta 8°C y esta se considera uno de los puntos críticos al momento de asegurar que exista una inocuidad en los alimentos. Este proceso se realiza con el fin de evitar la proliferación de microorganismos mesófilos que tienen un rango de tolerancia al frío que se encuentra en las zonas críticas entre 10 y 50°C. Por otra parte, dentro de esta cadena de frío encontramos que los alimentos pueden perder su textura y su sabor o

incurrir en alteraciones directas en la calidad si la cadena no se controla en función del tiempo (Quiroz & Montes, 2011).

La importancia de establecer procesos de empaque y cadena de frío óptimos se hace indispensable al momento de buscar alianzas estratégicas de comercialización (Flórez et al., 2012), ya que el producto debe pasar por largos periodos de transporte lo que ocasiona que el movimiento constante de las unidades, además de esto los procesos de recristalización que se desarrollan durante las oscilaciones térmicas que se producen en el transporte y almacenamiento de congelados.

En los estudios realizados en harina de maíz, se han construido isotermas de adsorción las cuales presentan relevancia al momento de predecir los posibles cambios en la estabilidad de los productos, además de ser usadas para encontrar alternativas de optimización en el empaqueo de productos derivados (Arepas, empanadas, tortillas, entre otros) y optimizar o maximizar en ellos color, sabor, textura, nutrientes y estabilidad (Gálvez et al., 2006).

En otros estudios se ha determinado la vida útil de la arepa de huevo mediante la utilización de un proceso de vida útil acelerada la cual indicó que a mayor temperatura y tiempo de cocción el sabor de esta varía dándole un gusto a “rancio” (Correa et al., 2018); también se ha estudiado el efecto de diferentes tipos de conservantes en arepas refrigeradas, dando como resultado que el ácido sórbico es el mejor conservante al momento de limitar el recuento de mohos, además de compuesto conservante carece de toxicidad, efecto mutágeno o tumorigeno lo cual pone en manifiesto su funcionamiento para la conservación (Corpas-Iguarán & Tapasco-Alzate, 2012). Otro de los componentes que reduce la aparición microorganismos como hongos en las arepas, es el Kéfir este contiene ácido láctico y ácido acético los cuales presentan una característica antifúngica en los alimentos (Gamba et al., 2016), y adicionalmente se han desarrollado estudios de películas biodegradables que aumentan la vida útil de las empanadas, lo cual reduce significativamente los daños y mejora el tiempo de vida en anaquel, sin embargo dan un sabor a “Suero de leche” (Gianni et al., 2012).

El presente estudio evaluó la vida útil de una masa de maíz amarillo en refrigeración y el efecto de diferentes tipos de empaques y conservantes, dando como resultado un aumento en la prolongación de la vida útil de 5 días, respecto a las condiciones ideales de la masa que según estudios anteriores se presenta un tiempo de falla a los cinco días de almacenamiento.

1 Planteamiento del problema

En Colombia el 53% de la población opta por consumir alimentos de comida rápida, según un estudio realizado por la revista Dinero (2016), esto se debe a múltiples factores como son el cambio de los estilos de vida, la economía de adquisición, las prácticas culturales y la facilidad que tienen los consumidores al momento de adquirir estos productos (Torresani et al., 2007). Debido a este incremento de consumo de alimentos callejeros, también se ha visto un aumento de enfermedades, según el reporte del instituto nacional de salud, en el 2018 se presentaron alrededor de 11.502 casos provenientes de ETAS, por el consumo productos alimentarios contaminados, ya que las condiciones en las que se preparan además de las escasas normas de higiene hace que se puedan contaminar de microorganismos patógenos lo que puede desencadenar enfermedades gastrointestinales para los consumidores (Bayona, 2009).

Las buenas prácticas de manufactura son la mejor herramienta para prevenir las alteraciones en los alimentos ya que estas aseguran la calidad desde la parte de producción hasta preparación, manteniendo condiciones de conservación. Además de esto se reducen los costos al productor por cambios en productos defectuosos y acciones legales tomadas por los consumidores al momento de una intoxicación producida por estos alimentos (Salgado & Castro, 2007).

Dentro de las comidas rápidas se encuentran las empanadas, estas son un producto elaborado a base de una harina de maíz amarillo con un relleno conformado por proteínas (carne de res, pollo, cerdo hasta pescados y mariscos), carbohidratos (papa, arroz) y verduras como tomate cebolla entre otros el cual hace que sea una gran fuente de nutrientes para los microorganismos. Debido a su forma de preparación, los consumidores prefieren adquirirlas en pequeños establecimientos o congeladas en los supermercados para posterior consumo.

Las alteraciones que se presentan en los alimentos han llevado al desarrollo de diferentes técnicas que puedan prolongar la vida de los productos, sin embargo estas también se encuentran ligadas a un control riguroso de temperatura y humedad que sirven para realizar cadenas de transporte que no afecten el producto (Álvarez García, 2016). Según lo anterior, las reacciones alterativas más frecuentes para los alimentos por acción de los microorganismos son: hidrólisis y

fermentación de glúcidos (estos producen ácidos que generan cambios de sabor y olor), oxidaciones y reducciones (estos cambian la apariencia, olor y textura) y por último la producción de películas viscosas sobre el alimento (James M Jay, 1994). El contenido de humedad en los alimentos se traduce en un aumento del agua disponible lo que acelera la proliferación de microorganismos (mohos, levaduras y coliformes), lo que conlleva a un deterioro de la vida útil siendo este uno de los parámetros fundamentales al momento de monitorear la efectividad de las formas de almacenamiento (Montoya et al., 2019).

Entre las posibles soluciones planteadas para el aumento de vida útil en alimentos se han estudiado el uso de conservantes naturales tales como: orégano, vainilla, ajo, extracto de canela, pimienta negra para la conservación ofreciendo un producto más natural sin el uso añadido de químicos (Sauceda, 2011). También se ha estudiado el uso de ceras para aumentar la vida útil de productos vegetales tales como hortalizas, tubérculos hasta frutas las cuales son sometidas a un proceso de recubrimiento para evitar el daño mecánico y la penetración de microorganismos en su interior (Villagómez Melo, 2011). Para realizar una adecuada conservación en los productos a base de maíz se usa en la mayoría de los casos el ácido propiónico, el cual previene el desarrollo de hongos y levaduras los cuales proporcionan un mayor tiempo en anaquel (Farías et al., 2002). La oxidación de los lípidos es la segunda causa de deterioro de los alimentos después de la acción de los microorganismos. El ácido linoleico presente en la harina de maíz nixtamalizada presenta una fácil oxidación causando alteraciones en el aroma y sabor (López-Duarte & Vidal-Quintanar, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior es necesario establecer métodos que permitan la conservación de los alimentos y prolonguen la vida útil tanto en procesos de refrigeración, congelación y en anaquel.

2 Justificación

Según FENALCE (2019) los productos a base de maíz son de gran importancia en la alimentación de los colombianos, este se cultiva en 20 departamentos, alcanzando una producción de 409.313 toneladas, y sirve para realizar preparaciones que van desde postres hasta pasteles, rebosados, arepas, empañadas y bebidas frías o fermentadas (Hernández Montoya et al., 2019). Las empanadas se consideran un producto para todo tipo de estratos y se ve en todas las regiones del país siendo un producto de primera necesidad que se come en cualquier momento en el día y por su costo no representa un gasto mayor siendo muy asequible. Su preparación es a base de harina de maíz o trigo y el relleno va desde arroz, papa, carne molida, guiso, verduras, posteriormente se fríe en abundante aceite caliente (Davila et al., 2014).

El Colombiano (2018) afirma que en el país se consumen 12 millones de empanadas al día, esto hace que esta preparación sea una gran fuente de ingresos para los empresarios dado que en promedio una empanada se puede vender a 1800 pesos colombianos, lo cual genera una importante fuerza de trabajo informal gracias a la demanda que tienen en la industria alimenticia, con un tiempo mínimo de cocción de 5 minutos y no representan un gasto significativo en su preparación, estas son un buen alimento para comer a toda hora del día. Sin embargo, este tipo de alimentos, son altamente perecederos y su vida útil varía en refrigeración y congelación limitan su escala de comercialización.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen 250 tipos de enfermedades transmitidas por alimentos las cuales afectan la productividad, la economía y además de esto generan aumento en los costos de los servicios de salud. Esta problemática ha venido en aumento en los últimos años, debido a la situación socioeconómica del país, las malas prácticas de manufactura por parte del personal manipulador (Blanco-Ríos et al., 2011).

La conservación de los productos a base de maíz no ha sido ampliamente desarrollada y en general la conservación se lleva a cabo mediante la adición de conservantes (propionato de sodio, sorbato de potasio y propilparabeno) y que al ser un producto que por lo general se consume a pocas horas de ser preparado y que no representa grandes industrias no ha tenido la inversión

necesaria para ampliar los conocimientos en métodos que conlleven a la preservación a gran escala (Bautista Ramírez et al., 2018).

Uno de los productos a base de maíz más consumidos en México, son las tortillas, estas se consumen recién elaboradas, debido a su olor y sabor, a su color brillante y por ser fácil de cortar y enrollar. En encuestas realizadas, 8 de cada 10 consumidores habituales de tortillas indican que notan diferencias sensoriales entre las tortillas frescas y las empacadas, afirmando que las que son empacadas y contienen conservantes no saben a maíz sino a papel, son duras y se quiebran fácilmente (Vázquez Carrillo et al., 2011).

En Colombia uno de los alimentos que más se consume y que se denomina un producto esencial en la canasta familiar es la arepa de maíz, este alimento étnico presenta un inconveniente asociado con la conservación, esta se ve deteriorada por el crecimiento de mohos y levaduras que limitan su vida útil. Una de las formas de conservación es la aplicación de atmósferas de CO₂ y empaques de barrera intermedia los cuales evitan la adsorción de humedad del medio (Flórez et al., 2012).

En Perú, la humita es un producto a base de maíz el cual consiste en una pasta levemente aliñada envuelta y posteriormente cocida a la cual se le adiciona queso, pasas, carne o manjar blanco, este es considerado uno de los principales sustentos para muchas familias peruanas (Liceta et al., 2018). La humita posee gran cantidad de agua por lo que es susceptible al deterioro por la presencia de microorganismos, en ella se da la proliferación de mohos y levaduras (Ossa et al., 2010). Liceta (2018) afirma que el polietileno de baja densidad y los empaques metalizados son las mejores alternativas para prolongar su vida útil en los procesos de comercialización.

Sin embargo, en uno de los alimentos más comunes en la gastronomía latinoamericana como es la empanada de maíz, se tienen pocos estudios que señalen una combinación acertada para la preservación del producto (Matilde Suárez et al., 2010). Teniendo en cuenta que existe un desconocimiento de la alteración que generan los microorganismos en las empanadas y el éxito en los métodos de conservación, y que solamente se cuenta con los estudios realizados en arepas (Gálvez et al., 2006, Corpas-Iguarán & Tapasco-Alzate, 2012, Correa et al., 2018, Hernández et

al., 2019, Hernández et al., 2019, Hernández Montoya et al., 2019) por lo tanto este estudio pretende evaluar a un método en el que se evalúen diferentes tipos de conservantes y empaques que conserven las características de una masa de maíz amarillo y que pueda servir en la industria alimenticia para ampliar los canales de transporte y comercialización a grandes distancias sin perder la vida útil del producto.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar el efecto del empaque y conservantes en la vida útil de una masa maíz amarillo para la elaboración de empanadas.

3.2 Objetivos específicos

Evaluar el efecto de diferentes tipos de empaque y su influencia en la vida útil en una masa de maíz amarillo en refrigeración.

- Evaluar diferentes tipos de conservantes y su efecto en la vida útil en una masa de maíz amarillo en refrigeración.
- Determinar la combinación más efectiva de conservante y empaque para aumentar la vida útil en una masa de maíz amarillo en refrigeración

4 Marco teórico

4.1 Maíz

El maíz se considera uno de los cereales que más se consume a nivel mundial, esta planta (*Zea mays* L.) es un cereal de la familia de las gramíneas, y en Colombia se cultiva de dos formas, tecnificada y tradicional. Este cultivo se distribuye desde México hasta Argentina, y gracias a esto sus preparaciones han variado en cada uno de los países (Tovar & Colonia, 2013).

De la cantidad total de maíz que es producido en el tóxico, el 40% se diversifica para consumo animal, el 10% se utiliza en usos variados y el 50% es utilizado para consumo humano, al ser este último un porcentaje tan elevado indica que el gran medida el sostenimiento de las comunidades se ha basado en el consumo del maíz, haciendo que con forme pase el tiempo, se diversifique la forma en la que se consume (R L Paliwal, 2001).

Debido a que el maíz puede ser utilizado para consumo en cualquier estado vegetativo, estas en etapas tempranas son usadas como forraje, cuando ya se alcanza su madurez son utilizadas en diversos alimentos como ensaladas, encurtidos, en sopas y hasta directamente al fuego, también son consumidas hervidas, ya sea directamente desgranadas de la mazorca o en el caso de moler los granos se obtiene una masa con la cual se hacen potajes o cocidos. Por otra parte, cuando se realiza el proceso de molienda de los granos se obtienen algunos productos llamados intermedios como es el caso de harina de maíz (Sánchez Ortega & Pérez-Urria Carril, 2014) .

Siguiendo las preparaciones variadas del maíz, se dio uno de los procesos más importantes en nuestra época, este es la nixtamalización. Este proceso fue descubierto por los pueblos indígenas, en este se cuecen los granos de maíz en cal, para luego remover su cascara y moler los granos hasta formar una masa dando lugar a las tortillas, arepas y empanadas (R L Paliwal, 2001).

4.2 Empanadas

Las empanadas consisten en una masa de maíz o trigo rellena con proteínas, carbohidratos, frutas y verduras sometidas a un proceso de horneado o fritura en aceite, su nombre proviene del castellano empanar el cual se traduce como “encerrar algo en masa o pan para cocerlo en el horno”. El origen de la empanada se remonta a los grupos nómadas los cuales rellanaban panes con vegetales para sus viajes. Pasado los años se empezó a cocinar el pan junto al relleno (Davila et al.,

2014). Las empanadas aparecieron por primera vez documentadas en España durante la época de las invasiones árabes, el primer documento que muestra la elaboración de las empanadas se remonta a 1520 en el libro de guisados, manjares y potajes, escrito por Ruperto de Nola en este se describe la elaboración de empanadas rellenas de mariscos (De Nola, 2005). Cada una de las culturas realizaron variaciones de la típica empanada o pastel de carne; los griegos las preparaban con masa philo. En el caso de los españoles adoptaron esta práctica de envolver los alimentos y adicionarle especias de los árabes, se cree que las preparaban con carne de cordero y especias, en una harina llamada bulgur, a estas se les denominó esfígha y fatay (Guerrero, n.d.).

Según el gran libro de la cocina colombiana (Ordoñez, 2002), en Colombia las empanadas sufrieron variaciones muy regionalizadas desde la conquista española, estas se vieron enriquecidas gracias a la diversidad de productos propios del país, como es el caso de la papa, así mismo se probaron nuevas técnicas de cocción que fueron traídas por los esclavos africanos que acompañaron la conquista y por esto se construyó toda una tradición en torno a las empanadas, siendo esta relevante para el crecimiento de Colombia.

Los tipos de empanadas varían mucho según el toque que se le da en cada una de las regiones del país, esto muestra una tradición gastronómica directa con su elaboración. En primer lugar, se tiene la empanada de huevo (también conocida como arepa de huevo), esta se elabora de maíz amarillo o blanco y su origen se remonta a Cartagena, Luruaco y Sinú. En ella se deposita un huevo sin cocer el cual se cocina con la masa. Su popularidad es tal que es un plato insignia del Festival Gastronómico del Frito Cartagenero. Las empanadas de pipián son originarias del departamento del Cauca, estas se preparan con una masa fina, crujiente y delgada, la cual se rellena con guiso de papa colorada, hogao, huevo duro, achiote y maní tostado. Este es conocido como el plato típico de Popayán, la cual es acompañada con ají de maní. Las de añejo son típicas de Nariño, estas se conocen como añejadas o de añejo y son preparadas con una masa fina de maíz fermentado la cual se rellena de guiso de arroz, arvejas y carne de res, cerdo o pollo. Se dice que es un arte preparar este tipo de empanada ya que la consistencia de la masa es viscosa la cual se introduce en artefactos de madera para que sea más moldeable, después de conseguir la estructura deseada son introducidas en aceite caliente para que su consistencia sea crocante. En Antioquia, aunque la arepa ocupa el primer lugar dentro de los alimentos de maíz, la empanada es consumida en gran medida por su

masa crujiente, esta es sumamente delgada y el relleno generalmente es de carne y papa. Aunque esta es la más común de todas, también se han realizado variaciones tomando algunos platos de la región por lo que el relleno se hace de plátano o de frijol con chicharrón. Este plato es conocido en cada tienda de barrio y es acompañado con gaseosa o café y son una merienda rápida o en algunos casos una alternativa para el almuerzo.

En general los rellenos y formas de preparación son un reflejo de la cultura Colombiana y con el paso del tiempo se han realizado variaciones en todo el país, llegando a preparar empanadas con cualquier tipo de relleno por lo que la versatilidad de las empanadas se convierte en un patrimonio gastronómico popular, teniendo siempre a la masa de maíz como base para su elaboración (Gaviria Arbeláez, 2016).

4.3 Vida útil

Existen varios factores los cuales pueden influir en la vida útil de un alimento, estos son: tipo de materia prima, las características del producto, el proceso tecnológico aplicado, las buenas condiciones de manufactura, envasado, almacenamiento y distribución.

Según el libro caducidad de los alimentos del autor Mann (Dominic, 2004) en su sección 2, los alimentos se componen de productos químicos, los cuales son de origen biológico por lo cual sufren cambios dependiendo de las condiciones ambientales generando características indeseables, los cuales afectan su vida útil. Los procesos bioquímicos y químicos más importantes para los alimentos son “la oxidación, hidrólisis, pardeamiento no enzimático, pardeamiento enzimático, las interacciones entre alimentos y envases”.

Cabe resaltar que todos los alimentos y en general aquellos que poseen unos altos contenidos de humedad son ideales para que se desarrollen los microorganismos, los cuales ocasionan intoxicaciones de tipo alimentario o en general un cambio en las propiedades de los alimentos (Dominic, 2004). Dentro de los factores que pueden realizar alteraciones en los alimentos se presentan:” nutrientes, pH, acidez total, actividad de agua, estructura, presencia de conservantes y/o antimicrobianos naturales, potencial redox”, Algunos como: “La temperatura ambiental,

humedad relativa, atmósfera gaseosa”; otros se presentan en la fase de elaboración como: “características fisiológicas, velocidad de crecimiento del microorganismo y las interacciones microbianas” (Dominic, 2004).

Según Dominic (2004), los microorganismos que han sido parte de las alteraciones en los alimentos se dividen en 6 grupos:

Bacilos y bacterias no esporuladas Gram-negativas: Estas se presentan en ambientes con alto contenido de humedad, en presencia de aire (aerobios) y un pH alto. Su alteración se basa en la presencia de olores anormales, pigmenta y produce una mucosidad en el producto.

Bacterias esporuladas Gram-positivas: Crecen a bajas temperaturas (5 °C o menos) y sobreviven a los tratamientos térmicos. La alteración se caracteriza por producir gas y enzimas capaces de generar un corte en la leche.

Bacterias acidolácticas (LAB, en sus siglas en inglés): Son aquellas que pueden resistir bajos niveles de oxígeno (microaerobias), bajo pH y bajas temperaturas. Los cambios ocasionados por su aparición se evidencian en la aparición de ácido láctico, dióxido de carbono y mucosidad; alteran el pH, cambian el color y producen olores anormales.

Otras bacterias Gram-positivas: En este caso sólo se presenta una especie, *Brochothrix thermosphacta* la cual se encuentra en la carne cruda, y esta genera olores anormales.

Enterobacterias: Estas afectan de manera directa la salud pública ya que son capaces de generar enfermedades en la población que las consume en alimentos deteriorados. Poseen la capacidad de fermentar la lactosa y en carne producen un “olor a hueso”.

Mohos y levaduras: Estos son tal vez los que mejor toleran las condiciones ambientales ya que son capaces de desarrollarse en diferentes tipos de pH, temperatura y siendo expuestos a algunos tipos de conservantes y aunque en general su crecimiento es más lento, se encuentran en

gran cantidad de bebidas y alimentos. Su aparición genera: pudrición en frutas, modificación en el color de la matriz alimentaria, fermentan azúcares y desarrollan olores extraños.

Para contrarrestar la presencia de los efectos de los microorganismos en los ambientes controlados se utiliza para los procesados y en especial los procesados de maíz la técnica de enfriamiento, esta puede causar de manera significativa un aumento de la dureza y pérdida de humedad del producto generando cambios en las texturas (Hernández et al., 2019).

En la oxidación de las grasas y aceites (Dominic, 2004) sostiene que cuando este proceso ocurre se desarrollan olores y aromas no deseables para los alimentos (aroma rancio) lo cual genera una menor aceptación o en algunos casos rechazo por parte de los consumidores. Este proceso de rancidez oxidativa es una reacción química con una baja energía de activación, es por esto que no se detiene cuando se realiza la disminución de temperaturas en el almacenamiento. Esta genera una disminución en la calidad nutritiva de los alimentos debido a la cantidad de radicales libres y peróxidos generados, los cuales destruyen las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos poliinsaturados.

Otro proceso de deterioro en alimentos es la oxidación de las proteínas; esta es la modificación de las proteínas causadas por las especies reactivas del oxígeno (peróxido de hidrógeno). Son derivadas de reacciones oxidativas (Lipídica y de azúcares) y al ser más complejas que las de las grasas su oxidación es menos evidente por lo que sus estudios son más escasos, pero su afección se registra en la calidad de los alimentos y presenta una disminución de la capacidad de retención de agua o en la solubilidad.

4.4 Conservación de los alimentos

Los alimentos son necesarios para la fuente del desarrollo del hombre, estos proveen la energía y reposición de tejidos necesarios para el crecimiento. Es por esto que la conservación es de vital importancia para resolver la necesidad de tener los alimentos disponibles para su consumo

en todo momento, sin embargo, en algunos casos se realiza de forma empírica sin tener en cuenta los mecanismos de deterioro y cómo actúan sobre los alimentos.

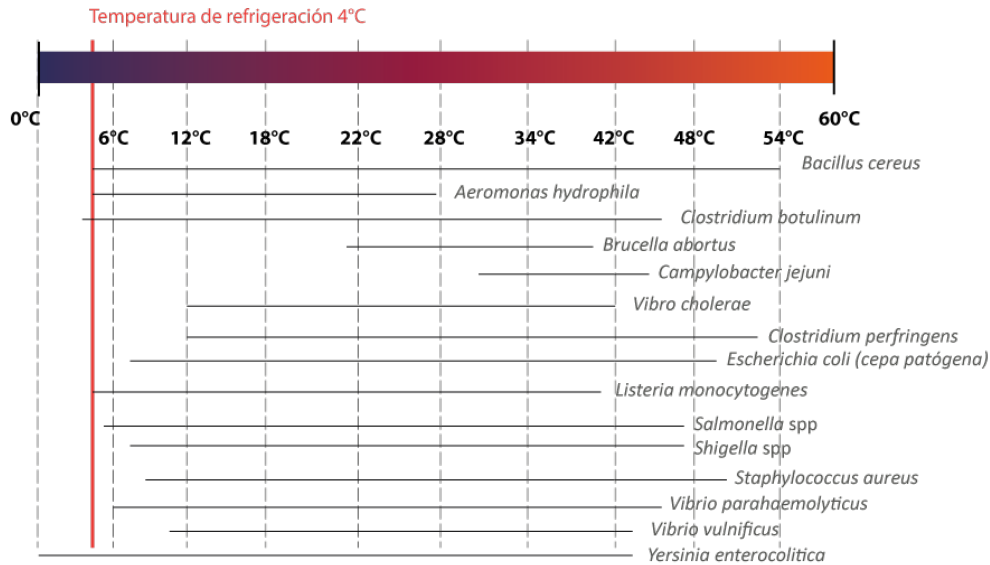
Existen varias técnicas primitivas de conservación que aún son utilizadas tales como: secado, ahumado, salado, encurtido las cuales ayudan a aumentar el tiempo de vida útil de los alimentos y reducir la carga microbiana presente en el alimento. Existen diferentes métodos de conservación que prolongan por un tiempo mayor los alimentos entre estos se encuentran: el escaldado, la pasteurización, la cocción, la fritura, el congelado, la refrigeración, la fermentación entre otras.

El principal factor que afecta la conservación de los alimentos es la temperatura ya que una variación en la temperatura puede desencadenar reacciones enzimáticas y no enzimáticas en el producto además de esto existe un rango de temperaturas en las cuales los microorganismos crecen en los alimentos (Juliarena & Gratton, 2003). Una de las más utilizadas por su facilidad es la refrigeración, esta consiste en la reducción de la temperatura del alimento, esta consiste en almacenar un alimento a temperaturas por debajo de los 15°C y por encima de su punto de congelación (Ibarz & Ribas, 2005). En consecuencia, la temperatura es un factor que contribuye a que se desarrollen los microorganismos (patógenos y no patógenos), a medida que esta disminuye se reduce su actividad biológica y por tanto la velocidad en la que pueden reproducirse. Mediante esta técnica de someter los alimentos a bajas temperaturas se incrementa la vida útil del producto (James Monroe Jay, 2002).

No obstante, algunas bacterias se desarrollan y multiplican a bajas temperaturas, esta es la razón por la que algunos alimentos en refrigeración después de un periodo de tiempo prolongado sufren deterioro (**Figura 1**), para contrarrestar este efecto por lo que los alimentos son sometidos a congelación (-18°C), esta no destruye los microorganismos, solo inhibe su desarrollo.

Figura 1

Temperaturas máximas de reproducción de los principales microorganismos de interés en la industria alimenticia. (Adaptado Food and safety innovation, n.d.)



La acción microbiana que generan los microorganismos sobre los alimentos se basa en la generación de enzimas que reducen los sustratos alimenticios los cuales son incorporados para célula microbiana y al excretar las sustancias de desecho generan efectos sobre los productos que pueden afectar la salud del hombre, puede ser lento o pasar rápidamente, un ejemplo de ello es el deterioro que se produce en el pescado fresco al estar en temperatura ambiente (Borbolla-Sala et al., 2004). Para contrarrestar el efecto producido por los microorganismos se utilizan algunas sustancias que ayudan a conservar las características de los alimentos por un tiempo prolongado, estos son llamados aditivos, los cuales según la FAO (Alimentarias, 2007) son sustancias que se adicionan intencionalmente a los productos en las “fases de producción, fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte directa o indirectamente por sí o sus subproductos” los cuales no poseen valor nutritivo ni afectan sus características.

Por otra parte, existen compuestos químicos que al ser añadidos en los alimentos provocan un efecto antimicrobiano estos se denominan conservantes. La principal característica es retrasar o impedir que exista una proliferación de microorganismos en los productos. Sin embargo al ser

componentes importantes en la conservación de los alimentos, estos reaccionan de forma diferente en relación al producto, y el envase que lo contiene (Lemmel, 2008).

Los que se encuentran relacionados para alimentos según la norma Codex Alimentarius para aditivos alimentarios (FAO, 2019), se presentan en la **Tabla 1**.

Tabla 1.

Aditivos sugeridos en los alimentos según la norma para aditivos alimentarios del Codex Alimentarius para los conservantes utilizados en el estudio. Adaptado (FAO, 2019).

ÁCIDO CÍTRICO				
SIN	330	Ácido cítrico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Agentes de retención de color, Secuestrantes
BENZOATOS				
SIN	210	Ácido benzoico	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	211	Benzoato de sodio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	212	Benzoato de potasio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	213	Benzoato de calcio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
BICARBONATO				
		Bicarbonato	Clases Funcionales:	Leudante generalmente para pastelería
SORBATOS				
SIN	200	Ácido sórbico	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	202	Sorbato de potasio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	203	Sorbato de calcio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras

Nota. Elaboración propia. Adaptado de FAO (2019).

La utilización de conservantes en la industria de los alimentos según el INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, 2016) se ha desarrollado frecuentemente para inhibir el crecimiento de mohos y levaduras (En arepas) dentro de los más utilizados están: “el ácido sórbico y sus sales, y el ácido benzoico y sus sales”. Sin embargo, en mayor cantidad se utilizan los sorbatos por ser menos tóxicos que los benzoicos.

En el caso de las empanadas no se cuenta con alguna recomendación que indique el uso de aditivos o conservantes para influir en el periodo de vida útil, no obstante, en algunas masas de

maíz se cuenta con estudios que sugieren los siguientes aditivos: Benzoato de sodio, Sorbato de potasio, Bicarbonato de sodio, Ácido ascórbico y Ácido cítrico.

Según Proexport (Colombia, 2016), otro de los elementos importantes que influyen dentro de la conservación de los alimentos son los empaques, estos son recipientes que son utilizados para la protección en el transporte y venta de los alimentos. Dentro de estos se tienen los envases primarios, envases secundarios y envases terciarios.

Los envases primarios son aquellos que están en contacto directo con el producto, son elaborados de papel, cartón, vidrio, metal, madera o plásticos flexibles y rígidos. Las principales características son: que protegen e identifican el producto, son establecidos de acuerdo con las necesidades del consumidor, deben ser adaptables a las líneas destinadas para el envase en especial si son automáticas, debe contener la información que es exigida por la legislación vigente para cada país.

Dentro de los más utilizados en la industria de los alimentos se tienen (**Tabla 2**)

HDPE (Polietileno alta densidad)

Es un plástico opaco y duro, liviano pero resistente, este es usado en contenedores de leche y jugos, botellas de vinagre y mantequilla untada, jarabe de chocolate y bolsas para compras. Se considera reciclable.

LDPE (Polietileno baja densidad)

Son de bajo costo y tienen buena resistencia química y térmica, son fáciles de producir, tienen una buena resistencia al impacto y a bajas temperaturas, tienen propiedades de aislamiento eléctrico, tienen baja absorción del agua, son más flexibles que el polietileno de alta densidad.

Dentro de su uso habitual están los envases de plástico films, tapas flexibles, botellas, bolsas, cartones de leche, aplicaciones de alambre y cable entre otros.

Y por último se tiene un polietileno de media densidad MDPE el cual es más caro y es utilizado generalmente en casos en los que se requiera una mayor rigidez o un punto de mayor ablandamiento.

Tabla 2

Propiedades según las clases de Polipropilenos (PE) (Quintana et al., 2007)

Tipo de PE	Humedad, índice de transmisión*	Transmisión de gases**		Resistencia a la ruptura***
		O ₂	CO ₂	
LDPE	1,4	500	1350	1700
MDPE	0,6	225	500	2500
HDPE	0,3	125	350	4000

Nota: Unidades:

* G7100 pulgadas cuadradas/24h/1 mil

** cc/100 pulgadas cuadradas/24h/1 mil

***lb/pulgada cuadrada/1 mil

Los envases secundarios o empaques colectivos son aquellos que contienen a los envases primarios para ser exhibidos, por lo general son usados para agrupar las unidades de venta. Y por último los envases terciarios son aquellos que se utilizan para distribuir el producto a lo largo de la cadena de transporte y distribución y evitar los daños en la manipulación desde el centro de fabricación hasta su consumidor final. Este debe cumplir los siguientes requisitos: soportar la carga de arrume y debe ser identificable para su posterior localización.(Navia et al., 2014).

5 Metodología

5.1 Enfoque y tipo de estudio

Para determinar el efecto del empaque y conservantes en la vida útil de una masa de maíz amarillo se tuvo en cuenta un enfoque investigativo - cuantitativo en el que se evaluó el efecto de conservantes y tipos de empaques. Al concluir cual conservante y cual empaque se ajustaba mejor a las necesidades de preservación se realizó un ensayo final con el mejor empaque y conservante estableciendo su efecto en la vida útil.

5.2 Preparación de las muestras

Con el fin de obtener la mezcla de masa de maíz amarillo necesaria para la fase experimental se realizó una preparación con una premezcla comercial, en una relación de 100 g de harina por 140 mL de agua. Después de obtener la masa, se realizó el pesaje en una balanza electrónica (Kern) de 10 g de con el fin de tener muestras iguales para la fase experimental, esta fue realizada por duplicado para evitar errores aleatorios y realizando dos tratamientos.

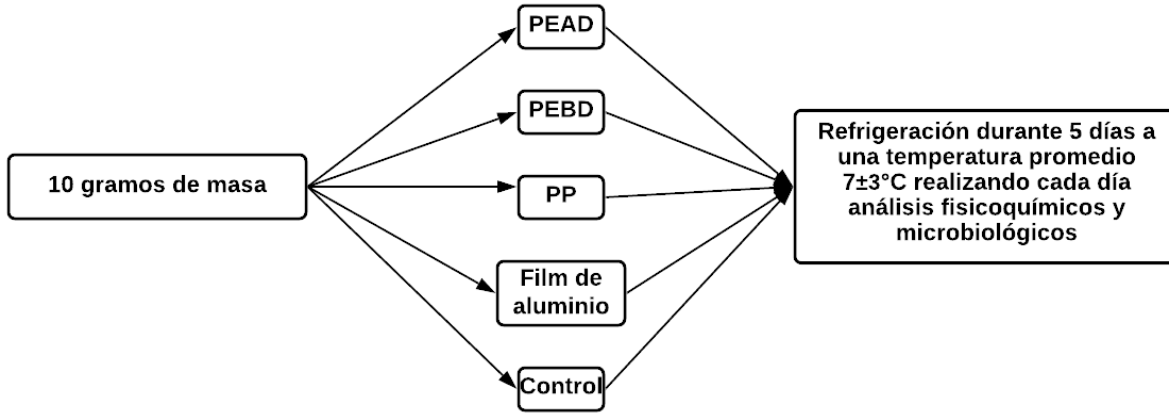
Se seleccionaron estos microorganismos de estudio ya que en la industria de los alimentos son indicadores de calidad comercial.

Para la selección de los empaques se tuvo en cuenta cuáles de ellos eran los más utilizados en la industria alimenticia (Navia et al., 2014); estos fueron: polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno de alta densidad (PEAD), polipropileno (PP), Film de aluminio, los cuales pertenecían a marcas genéricas.

A cada uno de estos empaques seleccionados se adicionó 10 gramos de masa y fueron llevados a refrigeración entre $7 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 5 días el montaje experimental se realizó por duplicado y realizando 2 tratamientos (**Figura 2**). Por otra parte, se estableció una muestra control (10 g de masa envasados en un empaque tipo hermético) para determinar cambios en la textura, pérdida de humedad, presencia de olores extraños, presencia de hongos y bacterias.

Figura 2

Procedimiento para el montaje experimental en la evaluación de empaques en masas de maíz.



Nota. Elaboración propia.

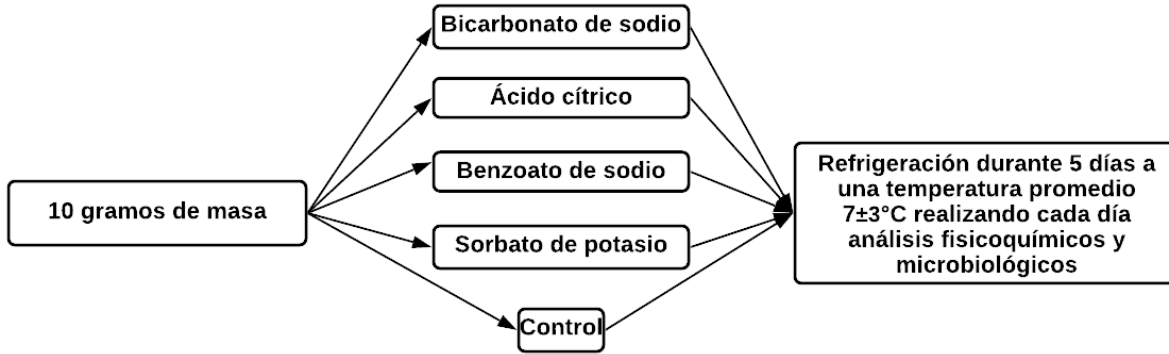
Evaluación del efecto de Conservantes en masas de maíz

En el caso de los conservantes se estableció según la resolución 4125 de 1991 de Ministerio de salud y protección social (Ministerio de Salud, 1991), la utilización de 4 productos para masas de maíz en las concentraciones establecidas por ley: bicarbonato de sodio (concentración de 1,8 g/kg) benzoato de sodio (se usó la relación de 1 g/1 kg de producto) sorbato de potasio (relación 0.5 g/1 kg de producto) y ácido cítrico (concentraciones de 1,8 g/kg).

Posteriormente a 10 gr de la masa de maíz amarillo se le adicionó cada uno de los conservantes mencionados fueron llevados a refrigeración entre $7 \pm 3^{\circ}\text{C}$ por 5 días todos los procedimientos fueron realizados por duplicado y con 2 tratamientos, teniendo en cuenta los resultados de Montoya et al., (2019) y se realizó un segundo control de muestras bajo las mismas especificaciones (**Figura 3**).

Figura 3

Procedimiento para el montaje experimental en la evaluación de conservantes en masas de maíz



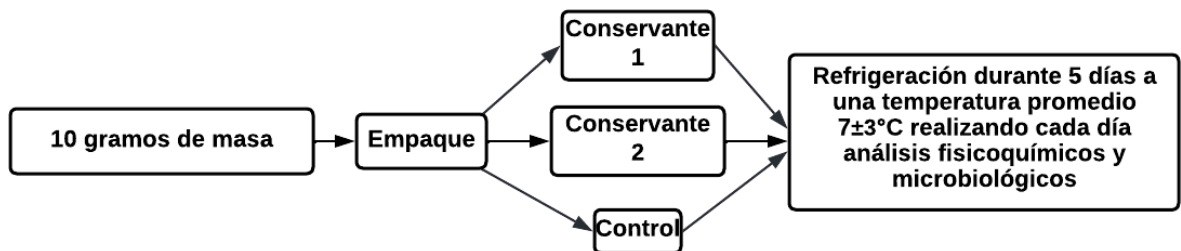
Nota. Elaboración propia.

Evaluación del efecto de la combinación de empaque y conservante en masas de maíz

Para determinar el comportamiento de los empaques y los conservantes, se seleccionó el empaque que presentó mejores características de conservación y los conservantes que presentaron una mejor inhibición microbiana. Posteriormente, se procedió a realizar el montaje experimental en el que se incluyeron 10 g de masa en el empaque y se adicionó ácido cítrico (concentraciones de 1,8 g/kg) y benzoato de sodio (se usó la relación de 1 g/1 kg de producto). Estas combinaciones fueron llevadas a refrigeración durante 5 días para evaluar su efectividad (**Figura 4**).

Figura 4

Procedimiento para el montaje experimental en la evaluación de conservantes más empaque



Análisis fisicoquímicos

Se empleó la técnica de potenciometría para determinar el pH de las muestras en el pHmetro (Schott SI Analytics), para la actividad de agua se usó un equipo medidor de la AW (Schaller Humimeter).

Análisis microbiológicos

Se empleó el método de recuento en placa, se pesaron 10 g de las muestras, las cuales fueron llevadas a 90 mL de agua peptonada estéril en un erlenmeyer, después de realizada la primera dilución se realizaron las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} . De estas diluciones se tomaron alícuotas de 1 mL y se procedió a realizar una siembra en profundidad en 3 tipos de agar: agar Papa Dextrosa (PDA, Scharlau) para el recuento de mohos y levaduras, agar Plate count (PCA, Scharlau) para el recuento de aerobios, y agar chromatic coli/coliform (Liofilchem) para el recuento de coliformes totales, todas estas muestras se realizaron por duplicado. Posteriormente fueron llevadas a incubación a 35°C para aerobios mesófilos y coliformes, por último 25 °C para hongos (Incubadora marca redLINE by BINDER modelo RI 53 L). Las muestras fueron incubadas para mesófilos y coliformes por un periodo de tiempo de 24 horas, en el caso de mohos y levaduras durante 5 días según la NTC 5372 (2007).

Adicional a esto se realizó una identificación morfológica de las estructuras de los hongos encontrados. Esta se realizó utilizando basó en la tinción de azul de lactofenol, la cual resalta las estructuras de los hongos (Hifas, tubos germinativos y esporas) y facilita su visualización en el microscopio. El método consistió en colocar una gota de azul de lactofenol en un portaobjetos y con el método de cinta adhesiva (la parte pegante de la cinta dirigida hacia el cultivo del hongo, de donde se toma la muestra), se presionó suavemente en el cultivo para extraer parte del micelio y se depositó en el portaobjetos, se dejó reposar por un minuto para que las estructuras absorbieran el colorante y posteriormente se observaron en el microscopio (Olympus CX - 31) variando desde el menor objetivo hasta llegar a 40X (Estrada Salazar, 2019).

Por otra parte, se realizó una tinción de gram para determinar bacterias aerobias, esta se basó en un tipo de tinción diferencial que agrupa las bacterias en dos grupos: gram negativas y gram positivas. Las bacterias se diferenciaron dependiendo de la coloración que adquirieran su pared celular (Rosa – gram negativas y violeta – gram positivas). Para realizar la tinción se tomó con un asa de argolla una colonia extraída del cultivo, y se pasó a un portaobjetos con una gota de agua destilada, este montaje fue fijado en calor. Posteriormente a esta placa fijada se le adicionó reactivo cristal violeta por 1 min y se procedió a enjuagar para retirar excesos, después a la misma placa se le adicionó Lugol por 1 min y enjuagado, alcohol acetona por 5 s y enjuagado, safranina por 10 s y enjuagado. Esta placa se observó en el microscopio (Olympus) con el objetivo 100X.

Análisis estadístico

En primer lugar, para determinar si los datos tenían un comportamiento normal se aplicó una prueba de normalidad (Shapiro Wilk), al no presentar este comportamiento, se analizaron mediante una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (una vía) y un análisis de comparación múltiple con la prueba Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF) (Jamovi versión 1.6.23.0). Los factores evaluados en el análisis estadístico fueron: tipos de empaque y tipos de conservantes, las variables de respuesta: recuento total de aerobios mesófilos, recuento total de coliformes totales, recuento total de mohos y levaduras, actividad de agua (a_w) y pH. Todos los análisis se realizaron con un nivel de significancia del 95% ($p < 0,005$), usando dos softwares estadísticos: Statgraphics versión 18 con el fin de obtener las tablas de resumen estadísticos y desviaciones estándar y JAMOVI (Versión 1.6.23.0) para realizar el análisis de varianza no paramétrico y las pruebas de normalidad y la de comparación múltiple. Para este estudio los tratamientos fueron realizados por duplicado.

6 Resultados y discusión

6.1 Evaluación del efecto de los empaques en masas de maíz

Después de realizar el seguimiento de las muestras en refrigeración por un periodo de 5 días, se realizó un recuento en placa de diferentes microorganismos, con el fin de establecer las variaciones en la vida útil de las masas de maíz.

Recuento de Mesófilos aerobios

Según la prueba de Kruskal Wallis hay diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tipos de empaque y su efecto en el recuento de mesófilos aerobios ($p < 0.05$), las diferencias se encontraron entre: PEAD y el PP ($p=0,035$), entre el PP y el control ($p=0,003$) y el Film y el control ($p=0,001$). El promedio del recuento de mesófilos (UFC/g) por cada tipo de masa de maíz sometida al empaque se presenta en la **Tabla 3**, obteniendo como resultado del análisis que el empaque control es el que contribuye a un mayor crecimiento de UFC/g a las 120 h ($6,0 \times 10^4$ UFC/g), seguido por el empaque PEAD ($5,0 \times 10^4$ UFC/g). Se encontró además que el mejor empaque seleccionado en el cual se presenta un bajo crecimiento de UFC/g es el Polipropileno (PP) con un promedio de $1,0 \times 10^3$ UFC/g de aerobios mesófilos, seguido por el film con $4,0 \times 10^3$ UFC/g (**Figura 5**), iniciando con un control el cual mostró en el tiempo 0 un promedio de 3×10^2 UFC/g.

Tabla 3

Resultados estadísticos del recuento total de aerobios mesófilos (UFC/g) según cada tipo de empaque.

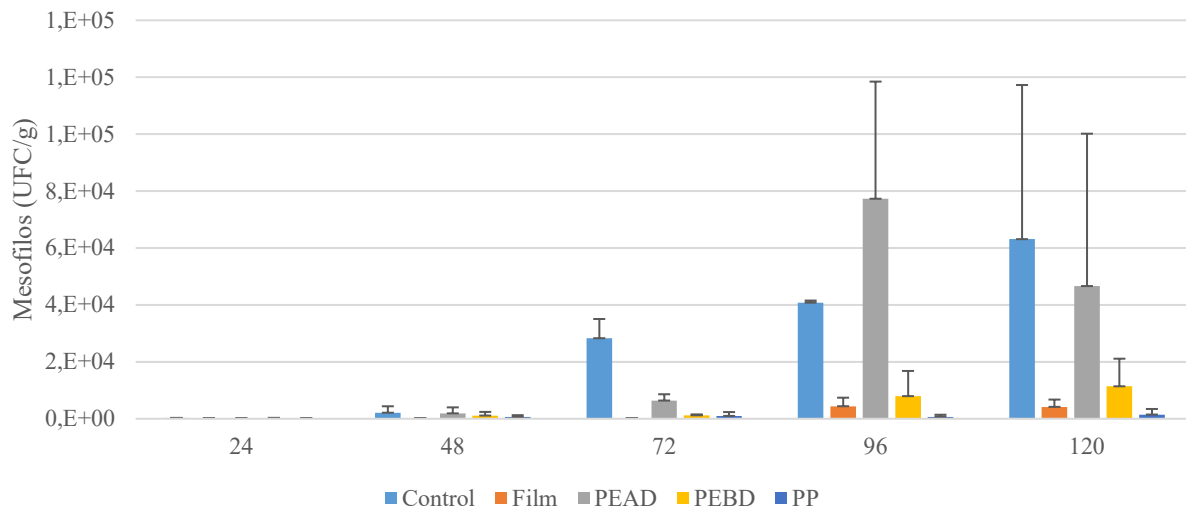
Tratamientos	Tiempo de crecimiento de aerobios mesófilos (UFC/g)					
	0	24	48	72	96	120
Control	$3 \times 10^2 \pm 6 \times 10^1$	$3 \times 10^2 \pm 6 \times 10^1$	$2 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$	$3 \times 10^4 \pm 7 \times 10^3$	$4 \times 10^4 \pm 7 \times 10^2$	$6 \times 10^4 \pm 5 \times 10^4$
Film	0	$2 \times 10^2 \pm 1 \times 10^2$	$1 \times 10^2 \pm 8 \times 10^1$	$2 \times 10^2 \pm 6 \times 10^1$	$4 \times 10^3 \pm 3 \times 10^3$	$4 \times 10^3 \pm 3 \times 10^3$
PEAD	0	$1 \times 10^2 \pm 8 \times 10^1$	$2 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$	$6 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$	$8 \times 10^4 \pm 4 \times 10^4$	$5 \times 10^4 \pm 5 \times 10^4$
PEBD	0	$2 \times 10^2 \pm 1 \times 10^2$	$1 \times 10^3 \pm 1 \times 10^3$	$1 \times 10^3 \pm 3 \times 10^2$	$8 \times 10^3 \pm 9 \times 10^3$	$1 \times 10^4 \pm 1 \times 10^4$
PP	0	$1 \times 10^2 \pm 8 \times 10^1$	$6 \times 10^2 \pm 7 \times 10^2$	$1 \times 10^3 \pm 1 \times 10^3$	$7 \times 10^2 \pm 7 \times 10^2$	$1 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$

El recuento de la microflora total en las matrices alimenticias no necesariamente supone un peligro para el consumidor o indica que los productos sean de mala calidad; cabe señalar que los mesófilos, se pueden encontrar de forma natural en algunos productos, siendo indicadores de deterioro en los alimentos, pero no necesariamente de patogenicidad. La necesidad de realizar análisis se basa en elaborar controles en procesos y productos para determinar si existe o no contaminación dentro de la cadena de fabricación (Alonso Nore & Poveda Sánchez, 2008).

Según Hernández Montoya et al (2019) la vida útil de un alimento se ve afectada por parámetros de elaboración, almacenamiento, composición y manipulación. En estos se desarrollan mohos, levaduras y bacterias que encuentran su óptimo de desarrollo a los 30 °C; sin embargo pueden mostrar rangos más amplios para su estado de latencia (Ramírez Cruz, 2017). La proliferación de este tipo de microorganismos provoca cambios enzimáticos que degradan la masa de maíz y generan compuestos adicionales que pueden ser negativos sobre la salud humana (Calle, 2016). En concordancia con lo anterior, es necesario establecer modelos que permitan mitigar los efectos producidos por enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) (Hernández Montoya et al., 2019).

Figura 5

Promedio de UFC/g total de aerobios mesófilos en cada tipo de empaque



Nota. Elaboración propia

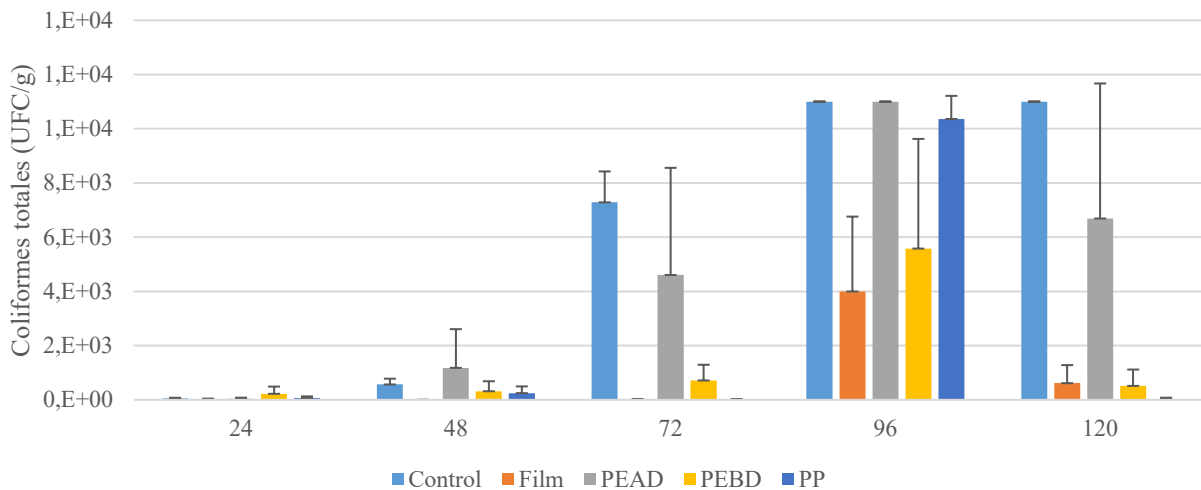
En el presente estudio se determinó una reducción del crecimiento microbiano bajo condiciones de almacenamiento con PP mostrando valores de 1×10^3 UFC/g lo cual se encuentra dentro del rango permitido por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5372, que sostiene que para elementos refrigerados de maíz (arepas) el rango de microorganismos permitidos como tolerables dentro de la calidad del producto es de: 1×10^4 UFC/g. Esto concuerda con lo expuesto por Da Luz Castro (2015) quien sostiene que el empaque PP presenta “alta resistencia a la tensión, buenas propiedades de aislamiento térmico y tiene baja permeabilidad al vapor de agua”, lo que impide el crecimiento acelerado de microorganismos.

Coliformes totales

Como se observa en la **Figura 6** el crecimiento de los coliformes totales presentó un aumento pasados 5 días de incubación (120 h), alcanzando un promedio de $1,0 \times 10^4$ UFC/g de coliformes totales en el tratamiento control y un total promedio de $7,0 \times 10^3$ UFC/g de coliformes totales en el PEAD, resultando diferencias significativas entre PEAD y el Film ($p=0,028$) según la prueba de Kruskal Wallis ($p < 0.05$).

Figura 6

Promedio de UFC/g de coliformes totales en cada tipo de empaque



Nota. Elaboración propia

Los resultados obtenidos concuerdan con lo obtenido por Ares-Pernas (2006), en este estudio el PEAD presenta valores de $10,6 \cdot 10^{10} \times (\text{cm}^3 \text{ mm}) / (\text{s. cm}^2 \cdot \text{cm de Hg})$ de permeabilidad de oxígeno lo que significa que proporciona un ambiente aerobio para el desarrollo de los coliformes; sin embargo en este estudio también se evaluó el PEBD y al tener valores de $55 \cdot 10^{10} \times (\text{cm}^3 \text{ mm}) / (\text{s. cm}^2 \cdot \text{cm de Hg})$ debería tener los valores más altos en el conteo de UFC/g pero no se presentó dicha característica.

El manejo inadecuado de los alimentos procesados se basa en su mayoría en una manipulación errónea, puede incluir desde “tratamiento térmico incompleto y deficiencias en el almacenamiento” (Arias, 1989). El crecimiento de coliformes en la masa de maíz se presenta como un indicador de la calidad del producto, siendo relevante la aparición de géneros como: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*, ya que estos indican la fuente de contaminación (fecal-humana, fecal-animal) lo cual representa un riesgo en especial en personas menores de edad (Chavarri et al., 2014). Estos coliformes fecales tienen la particularidad de ser termotolerantes ($44 \text{ }^\circ\text{C}$) lo que propicia un rango muy amplio para su desarrollo (Von Sperling, 2007); además de ser considerados por su fácil identificación como microorganismos indicadores (Páez Delgado, 2009).

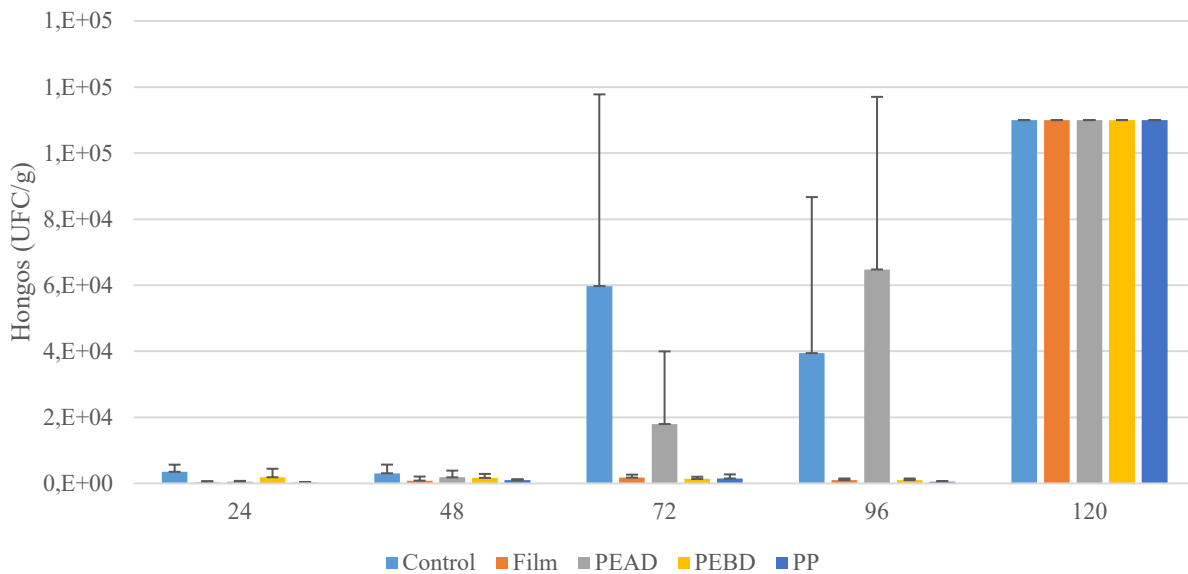
Según Zúñiga Carrasco & Caro Lozano (2017), la Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que cada año en el mundo se presentan unos 600 millones de casos de intoxicaciones con alimentos y el número de muerte asciende a los 420.000 habitantes. Por lo que identificar estos patógenos a tiempo se hace necesario para mitigar los efectos de microorganismos patógenos.

Hongos

Según el recuento de hongos y tras aplicar la prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los tipos de empaques (**Tabla 4**). Todos mostraron un incremento promedio a las 120 h $> 1100 \text{ UFC/g}$ (**Figura 7**).

Figura 7

Promedio de UFC/g de hongos en cada tipo de empaque



Nota. Elaboración propia

Tabla 4

Resultados estadísticos del recuento total de hongos (UFC/g) según cada tipo de empaque.

Tratamiento	Tiempo de crecimiento de aerobios mesófilos (UFC/g)					
	0	24	48	72	96	120
Control	$1 \times 10^2 \pm 8 \times 10^1$ 1	$4 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$ 3	$3 \times 10^3 \pm 3 \times 10^3$ 3	$6 \times 10^4 \pm 6 \times 10^4$ 4	$4 \times 10^4 \pm 5 \times 10^4$ 4	$1 \times 10^5 \pm 0 \times 10^0$ 0
Film	0	$4 \times 10^2 \pm 3 \times 10^1$ 2	$9 \times 10^2 \pm 1 \times 10^1$ 3	$2 \times 10^3 \pm 9 \times 10^1$ 2	$1 \times 10^3 \pm 5 \times 10^1$ 2	$1 \times 10^5 \pm 0 \times 10^0$ 0
PEAD	0	$5 \times 10^2 \pm 3 \times 10^1$ 2	$2 \times 10^3 \pm 2 \times 10^1$ 3	$2 \times 10^4 \pm 2 \times 10^1$ 4	$6 \times 10^4 \pm 5 \times 10^1$ 4	$1 \times 10^5 \pm 0 \times 10^0$ 0
PEBD	0	$2 \times 10^3 \pm 3 \times 10^1$ 3	$2 \times 10^3 \pm 1 \times 10^1$ 3	$1 \times 10^3 \pm 7 \times 10^1$ 2	$1 \times 10^3 \pm 5 \times 10^1$ 2	$1 \times 10^5 \pm 0 \times 10^0$ 0
PP	0	$2 \times 10^2 \pm 2 \times 10^1$ 2	$1 \times 10^3 \pm 3 \times 10^1$ 2	$2 \times 10^3 \pm 1 \times 10^1$ 3	$5 \times 10^2 \pm 2 \times 10^1$ 2	$1 \times 10^5 \pm 0 \times 10^0$ 0

Nota. Elaboración propia

Según lo anterior, dentro de las características normales de los procesos de producción y empaque de los alimentos se presentan contaminaciones de hongos, estos pueden crecer en ambientes en los que no se lleve a cabo un proceso de secado adecuado (de Marín et al., 2011). En el maíz los géneros de hongos que más frecuentemente aparecen son: *Alternaria*, *Aspergillus*,

Cladosporium, *Fusarium*, *Penicillium* y *Eurotium* (Espinoza et al., 2007); estos datos concuerdan con lo obtenido por este estudio, ya que sin tener en cuenta el tipo de empaque se presentaron 3 géneros de hongos reconocidos en la industria alimenticia (*Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium*) y algunas especies de levaduras (**Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23**).

Esto puede significar que, aunque en todas las muestras se contaba con películas protectoras, la capacidad de intercambio gaseoso de los polímeros permitía un ambiente propicio para el desarrollo de hongos y levaduras.

Los cambios que se producen por la aparición de levaduras no se consideran significativos en la composición nutricional de los alimentos; sin embargo, los signos visibles pueden ir desde la decoloración del alimento y la producción de películas mucosas, hasta la aparición de colonias color rosa rojizo (Martorell Guerola, 2006). En Colombia según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 5372, los niveles de mohos y levaduras permitidos en alimentos son de: 10×10^2 UFC/g, significando para este estudio que desde las 48 h todas las muestras de masa de maíz presentaron niveles superiores al permitido, dando como resultado un rechazo del producto.

Actividad de agua (a_w)

En la Figura 7 se observa como la actividad de agua (a_w) presentó un aumento en el tiempo, registrando a las 120 h sus mayores valores. Los empaques con mayor actividad fueron PEAD con 0,979 (a_w), seguido por Film con 0,968 (a_w) (**Figura 8**); sin embargo, ninguno de ellos presentó en la prueba de Kruskal-Wallis diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza.

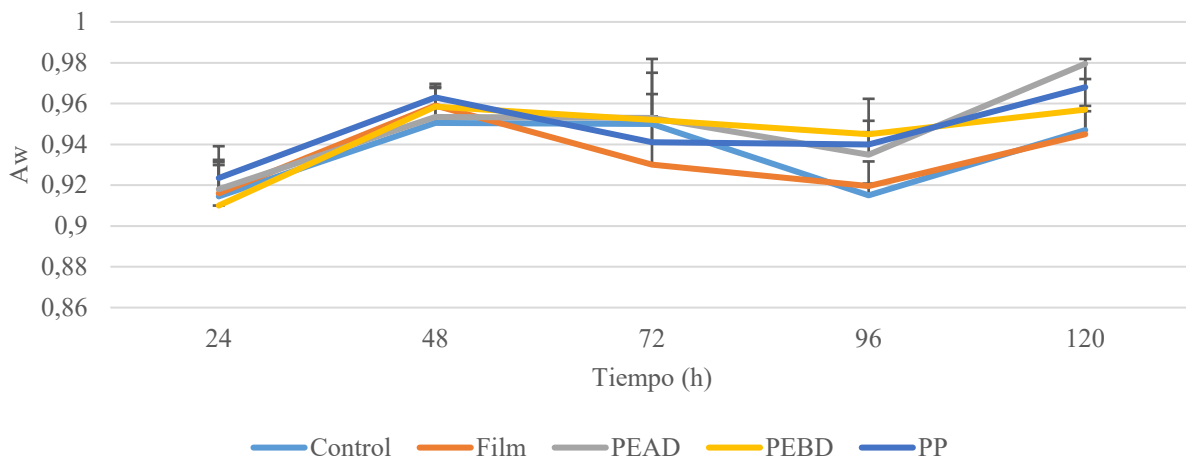
La textura de los alimentos depende en gran medida del contenido de agua existente en el mismo, lo cual determina las reacciones físicas, enzimáticas, químicas y microbiológicas que pueden predecir la estabilidad del alimento (Becerra Cuba, 2016). La actividad de agua (a_w) inicial en la muestra de masa de maíz amarillo fue de 0.95, esta se obtuvo en la fase inicial de formación de la masa en la cual no se había aplicado ningún tratamiento y se encontraba en estabilidad

respecto al contenido de agua. Transcurridos los 5 días del experimento se pudo observar una ganancia de agua en todas las muestras que estaban en cada empaque.

Esto se debe a que los procesos de transferencia que se producen entre el ambiente y el producto son determinados por la permeabilidad de los empaques plásticos produciendo un flujo capilar que permite la entrada de agua desde el exterior (Huanchi Sierra, 2013). Es por esto, que al estar sometidas las muestras a un ambiente con mayor humedad, como es el caso del refrigerador, se generaron diferenciales entre la concentración de agua en el ambiente y el interior de la muestra (Arbeláez, 1990).

Figura 8

Actividad de agua (a_w) en cada tipo de empaque



Nota. Elaboración propia

En general, para el óptimo crecimiento microbiano se necesita condiciones especiales de pH, nutrientes, oxígeno, temperatura y actividad de agua (a_w). Sin embargo, cuando los parámetros son menos favorables se necesita un incremento del a_w para el desarrollo de microorganismos patógenos: bacterias se requiere valores $>0,91$, para las levaduras $>0,88$ y por último en el caso de los hongos se requiere valores superiores a $0,80$ (Tabla 5). En concordancia con lo anterior según Badui Dergal (2016), una baja disponibilidad de agua ayuda a la inhibición del crecimiento microbiano, pero incrementa la resistencia térmica.

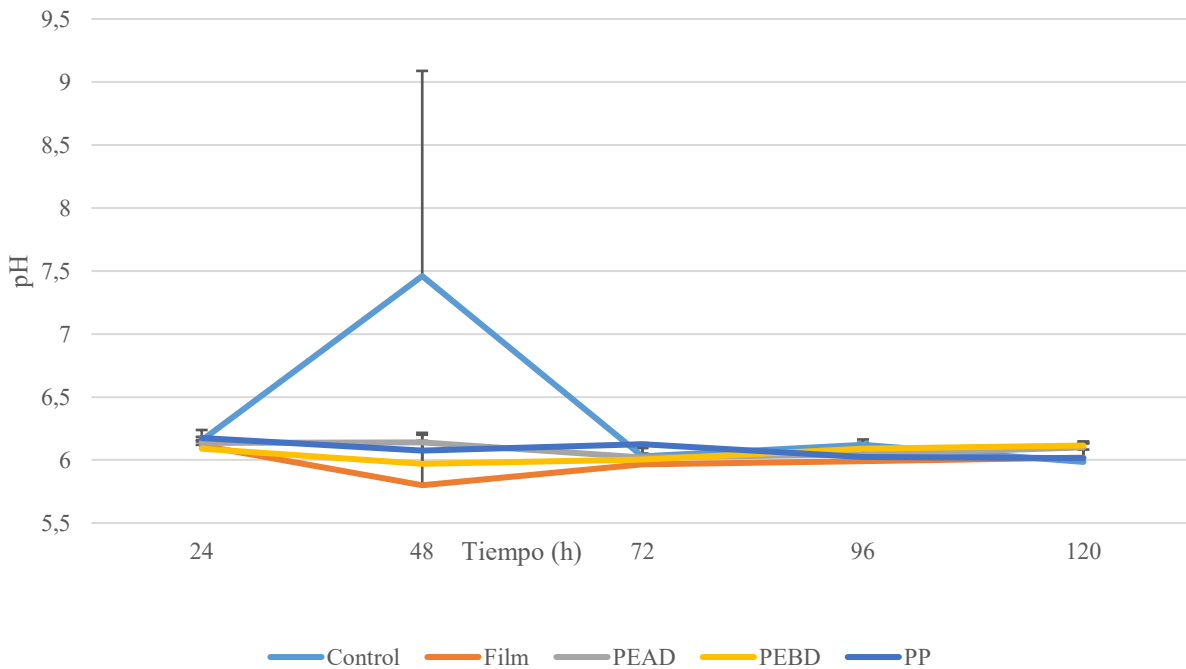
Tabla 5*Rangos óptimos de actividad de agua para el desarrollo microbiano*

Aw	Crecimiento de aerobios mesófilos (UFC/g)
0,91	Mayoría de bacterias dañinas
0,88	Mayoría de levaduras dañinas
0,80	Mayoría de hongos dañinos
0,75	Bacteria halófila.
0,60	Levadura osmófila
0,95	<i>Salmonella</i>
0,95	<i>Clostridium botulinum</i>
0,95	<i>Bacillus subtilis</i>
0,96	<i>Escherichia coli</i>
0,86	<i>Staphylococcus aureus</i>

Nota. Valores tomados de: (Badui Dergal, 2016)

pH

Como se observa en la **Figura 8** hubo un descenso de pH en todos los empaques, pero el control obtuvo la mayor ganancia de iones de hidrógeno, mostrando una variación a las 48 h hasta 6,3; por el contrario, el Film presentó una pérdida hasta 5,91 a las 120 h mostrando una acidificación de la matriz alimenticia pero estadísticamente las diferencias no fueron significativas (**Figura 8**). El incremento de pH se debe a la producción de metabolitos (p.ej. Ácidos orgánicos) y otras sustancias secretados por los microorganismos en su etapa de crecimiento y desarrollo; cabe señalar que los niveles ácidos pueden inhibir el crecimiento de microorganismos perjudiciales en los alimentos; sin embargo aunque estos procesos son efectivos no son un determinante para inhibir todas las colonias que puedan presentarse, los microorganismos pueden seguir latentes hasta que las condiciones sean propicias para su desarrollo (Velásquez & Marcillo, 2013). Aunque algunos alimentos poseen ácidos naturales que ayudan en este proceso, la utilización de ácidos artificiales, como es el caso del ácido cítrico puede retardar el proceso de crecimiento (Velásquez & Marcillo, 2013).

Figura 9*pH en cada tipo de empaque*

Nota. Elaboración propia

6.2 Evaluación del efecto de los conservantes en masas de maíz

Con el fin de establecer la influencia de los conservantes en la vida útil de la masa de maíz amarillo, se determinó mediante un recuento en placa, cuales conservantes preservaban las condiciones y se acercaban a las condiciones iniciales de la matriz alimentaria.

Mesófilos

Según la prueba de Kruskal Wallis los conservantes presentaron diferencias significativas entre el bicarbonato y el sorbato ($p < 0,001$), entre el ácido cítrico y el sorbato ($p = 0,003$) y el ácido cítrico y el control ($p = 0,034$) con un 95% de confianza. El resultado que se presenta en la Figura 11 muestra que en el control presentó un número mayor de $4,0 \times 10^3$ UFC/g de aerobios mesófilos a las 120 h. Los dos conservantes que tienen los valores más bajos fueron el ácido cítrico ($8,0 \times 10^1$ UFC/g) y el bicarbonato ($3,0 \times 10^1$ UFC/g).

Para el conteo de mesófilos usando los conservantes se observó fenómeno de swarming, este se basa en la aparición de una “película fina de crecimiento expansivo” (Hernández & Rodríguez, 1993), algunas veces se encontraba una sola colonia y en otras estas colonizaban toda la caja (**Figura 10**). Este fenómeno, se presenta gracias a un comportamiento grupal de las bacterias que se encuentran en la zona periférica, las cuales se empiezan a desplazar hacia las zonas contiguas alejadas de las colonias (Hernández & Rodríguez, 1993).

Figura 10

Recuento de mesófilos aerobios con presencia del fenómeno de swarming.

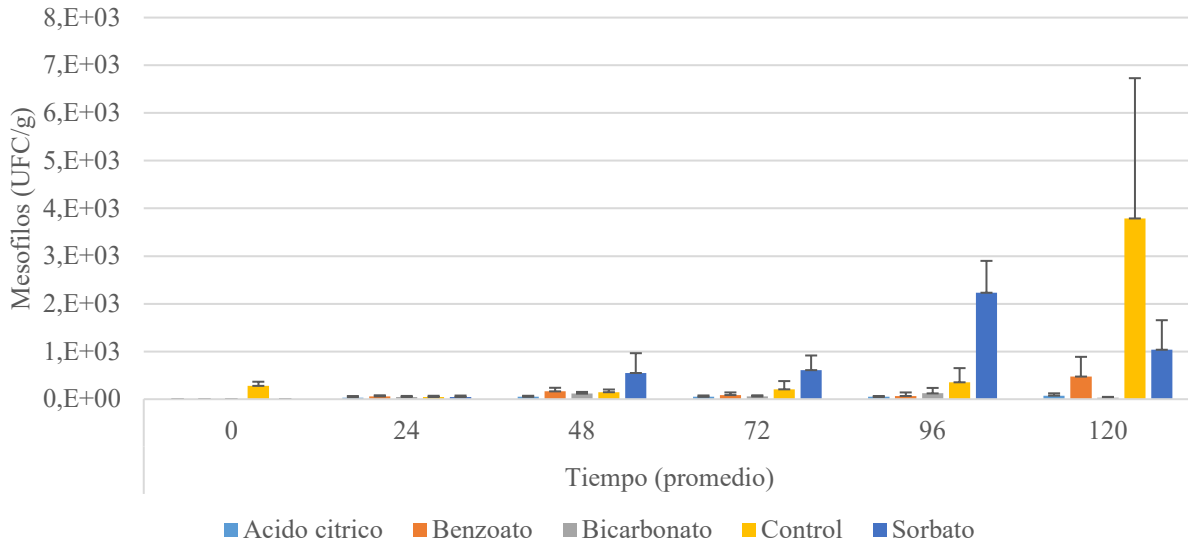


Nota. Elaboración propia

La utilización del conservante ácido cítrico fue la que arrojó un mejor rendimiento respecto a los demás conservantes y la muestra que presentó un aumento de colonias fue la que contenía sorbato de potasio; esto difiere con lo que cita Villada Moreno & Fuentes Lara (2010) ya que el sorbato de potasio no presentó un comportamiento inhibitorio ante los microorganismos mesófilos siendo el más alto en el conteo de UFC/g en cada tipo de muestra; sin embargo su acción está influenciada directamente por el pH mostrando que en valores superiores a 7 se inhibe su efecto como conservante, mostrando que para este estudio el pH a las 120 horas con conservante sorbato fue de 6,03 acercándose a valores ácidos

Figura 11

Promedio de UFC/g de aerobios mesófilos por cada tipo de conservante



Nota. Elaboración propia

Por otra parte, el benzoato como conservante contiene propiedades antifúngicas y antimicrobianas haciéndolo un inhibidor potencial de microorganismos, algo que se evidenció en este estudio ya que se seleccionó como el segundo más efectivo con valores de 5.0×10^2 UFC/g. (Méndez Sahamuel & Cobaleda Acosta, 2018). Esta acción inhibidora está influenciada por el pH, mostrando que en condiciones ácidas presenta un mayor efecto (León Moreno, 2017), y para este estudio los valores de pH se mantuvieron para el benzoato entre 6,07 a las 24 horas y 6,12 a las 120 h.

El compuesto que con mejor acción microbiana fue el ácido cítrico; este no es categorizado dentro de los conservantes, ya que su uso es el de acidificar y controlar el pH en un producto, también se utiliza como emulsificante (Muñoz-Villa et al., 2014). Sin embargo, presentó la mejor respuesta para la inhibición de las colonias de bacterias mesófilas, esto se debe a que actúa como agente quelante de los iones metales, los cuales son esenciales para el crecimiento de los microorganismos, además altera la estructura de las proteínas y ácidos nucleicos y fosfolípidos de las células microbianas por lo que la alteración del equilibrio de pH interno de estas células provoca

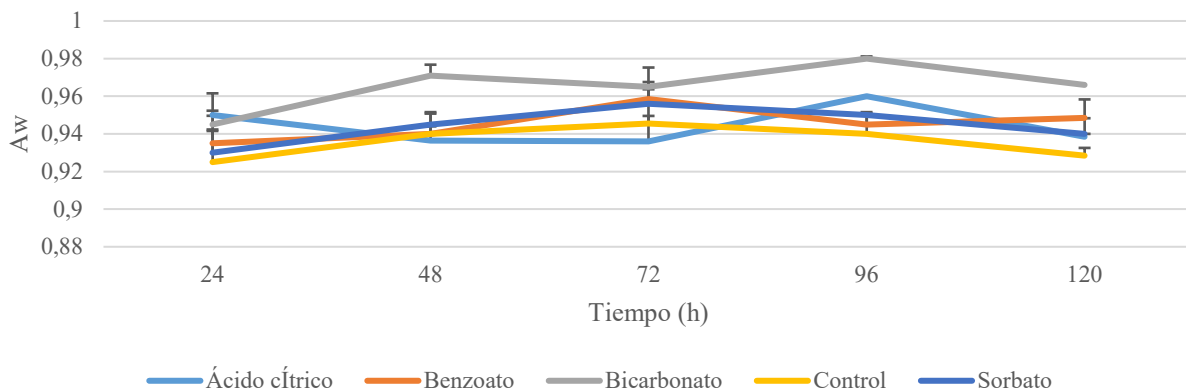
su muerte (Canul et al., 2014). En este estudio se comprobó su efectividad en todos los tratamientos, en especial para el desarrollo de coliformes, mostrando una inhibición total.

Actividad de agua (a_w)

Respecto a la actividad de agua no se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los conservantes (**Figura 12**), sin embargo, el conservante con mayor acción de ganancia de agua fue el que contenía bicarbonato de sodio, mientras que el ácido cítrico fue el que mejor conservó las características de la masa de maíz amarillo en su estado inicial (**Figura 12**), sin embargo la muestra control indicó una mejor conservación de la actividad de agua inicial variando desde 0,92 a 0,93 a_w .

Aunque existan diferencias sobre el contenido de agua en las muestras, los microorganismos que pueden exhibir las matrices alimenticias presentan valores altos de a_w (superando los 0,85); Meneses & Valenzuela (2008). afirman que cuando se presentan sustancias inhibidoras se ve reducido el espacio de valores de a_w presente en las muestras.

El conservante que presentó un bajo nivel de a_w fue el ácido cítrico con valores de (0,939), esto concuerda con lo obtenido por Vergara (2016), quien sostiene que en términos de la concentración de ácido, cuando los valores son altos crean un ambiente que no es propicio para el desarrollo microbiano. Además de indicar una la sinergia que se presenta entre la a_w y un alimento ácido logra inhibir el desarrollo de los microorganismos.

Figura 12*Actividad de agua (a_w) en cada tipo de conservante*

Nota. Elaboración propia

Por otra parte, dentro de los resultados se identificó que al adicionar el bicarbonato de sodio se presentaron valores después de las 120 h de a_w (0,966) sin embargo no se tiene descrita una relación directa entre el aumento de agua en la masa y la presencia de bicarbonato de sodio.

pH

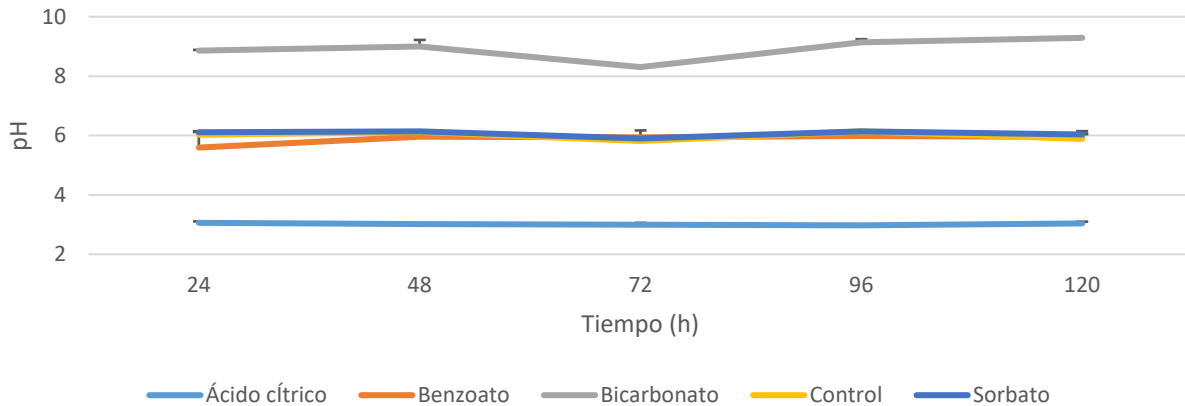
Según los valores de la **Figura 13** no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), sin embargo, los que mostraron valores más altos en el pH, fueron las muestras con bicarbonato de sodio, esto se debe a que al ser una base débil presenta un aumento de los iones de hidrógeno modificando las características de la matriz alimentaria aumentando su pH, mientras que el ácido cítrico, acidificó la masa reduciendo así el pH (Multon, 1999).

El efecto del pH sobre el crecimiento microbiano se basa en la modificación del medio para favorecer las condiciones necesarias para su establecimiento y proliferación. En ambientes básicos con pH bajo, entre 1,0 y 3,0 las bacterias presentan un mejor comportamiento, en los que poseen rangos entre 6,0 y 8,5 se presenta el óptimo para la proliferación de bacterias, y por otra parte, los hongos presentan predilección por ambientes ácidos $>8,5$ sin embargo, son tolerantes en ambientes medios (Cervantes-Martínez et al., 2017).

Según la Resolución 4126 de 1991 los reguladores de acidez se denominan como “las sustancias o mezclas de sustancias capaces de mantener un pH determinado en los alimentos, esto

concuera a lo obtenido en masas de maíz, ya que la al adicionar estas sustancias el pH no presenta grandes variaciones (**Figura 13**).

Figura 13
pH en cada tipo de conservante



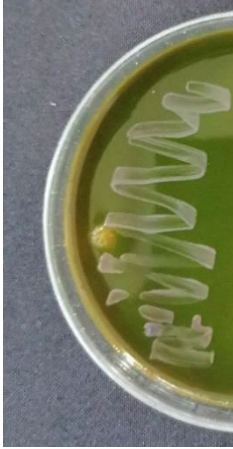
Nota. Elaboración propia

Coliformes totales

Para verificar la existencia de coliformes fecales se procedió a realizar una siembra en agar EMB (**Figura 14**), este es un medio selectivo utilizado para la identificación de enterobacterias, en este “Las bacterias fermentadoras dan colonias de color azulado-negro con cierto brillo metálico. Las bacterias no fermentadoras dan colonias incoloras” (Schlegel & Zaborosch, 1997); en concordancia con lo anterior el crecimiento de coliformes totales se presenta en un rango de pH entre 4,4 y 9, lo cual es evidenciado por este estudio en el que el bicarbonato de sodio obtuvo valores de pH 9,29 pasadas las 120 h y el ácido cítrico un pH de 3,03; estos oscilaron por fuera del rango de crecimiento y mostraron el mejor efecto inhibitor (Morales, 2007).

Figura 14

Presencia de Coliformes en agar EMB. A) Bacterias que no fermentan la lactosa, B) Bacterias que fermentan la lactosa.

**A)**

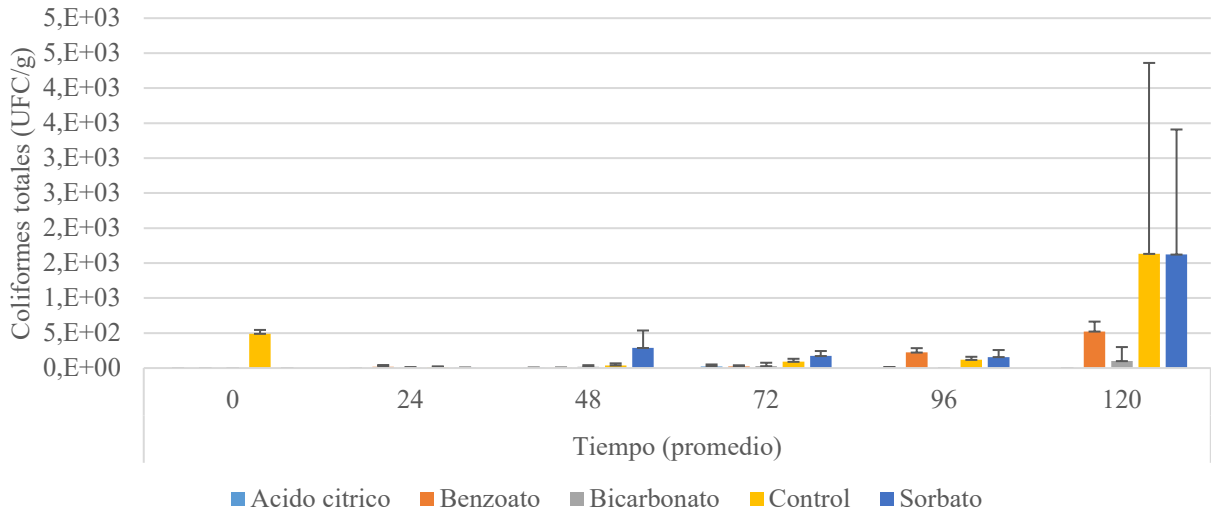
Bacterias que no fermentan la lactosa: color transparente.

**B)**

Bacterias que fermentan la lactosa: color metálico.

Nota. Elaboración propia

Para el conteo de coliformes totales en las muestras con conservantes se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el bicarbonato y el control ($p=0,003$), el ácido cítrico y el control ($p=0,003$), el bicarbonato y el sorbato ($p=0,003$), entre el ácido cítrico y el sorbato ($p=0,003$). La muestra control presentó el mayor crecimiento de UFC/g ($2,0 \times 10^3$ UFC/g de coliformes totales), por el contrario, en aquellas que contenían ácido cítrico y bicarbonato mostraron una baja tasa de crecimiento (**Figura 15**).

Figura 15*Conteo de Coliformes totales UFC/g con cada tipo de conservante**Nota.* Elaboración propia

En concordancia con lo anterior el crecimiento de coliformes totales se presenta en un rango de pH entre 4,4 y 9, lo cual es evidenciado por este estudio en el que el bicarbonato de sodio obtuvo valores de pH 9,29 pasadas las 120 h y el ácido cítrico un pH de 3,03; estos oscilaron por fuera del rango de crecimiento y mostraron el mejor efecto inhibitorio (Morales, 2007).

Hongos

En el caso de los hongos se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre bicarbonato y el control ($p=0,002$), ácido cítrico y control ($p=0,002$), control y benzoato ($p=0,009$) y ácido cítrico y sorbato ($p=0,007$). La muestra que mayor presentó un conteo de colonias fue el control $6,0 \times 10^4$ UFC/g de mohos y levaduras (**Figura 17**), mientras que el ácido cítrico $4,0 \times 10^1$ UFC/g de mohos y levaduras y el benzoato de sodio $3,0 \times 10^2$ UFC/g de mohos y levaduras fueron los que presentaron mejores resultados en la inhibición de hongos (**Figura 17**).

Esto concuerda con lo obtenido por Dionysio & Meirelles (2003) quienes afirman que los ácidos orgánicos (ácido cítrico) y el benzoato de sodio (Adarme Vega & Rincones Lizarazo, 2008) mantienen un efecto de inhibición de crecimiento en los hongos y actúan contra levaduras y mohos.

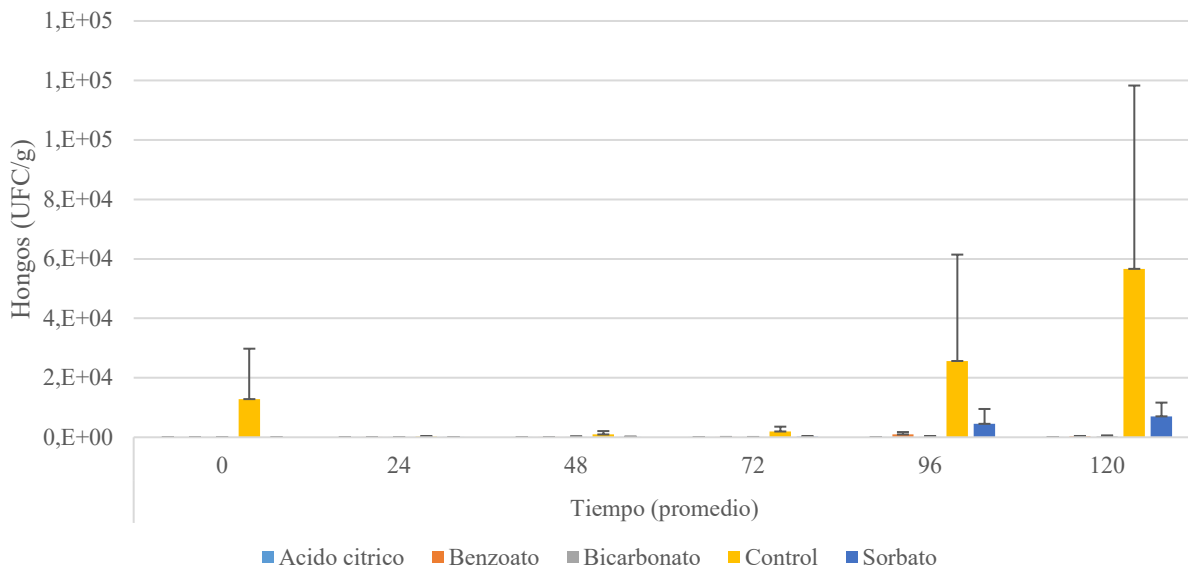
Según Corpas Iguarán & Tapasco Alzate (2013) el recuento de mohos presentes en arepa, muestra que el ácido sórbico “se ubica en el nivel más bajo del área de recuento, en contraste con el sorbato de potasio” el cual se posiciona con los valores más altos. Esto concuerda con lo obtenido en este estudio, ya que los valores obtenidos en el recuento de hongos posicionan el sorbato de potasio como el menos efectivo de los 4 conservantes usados mostrando un valor de $7,0 \times 10^3$ UFC/g (120 horas) usando la dilución 10^{-2} . Por otra parte, en la masa se observó una alta presencia de levaduras (**Figura 16**) mientras que la contaminación de mohos se presentó en menor cantidad.

Figura 16

Presencia de levaduras en agar PDA



Nota. Elaboración propia

Figura 17*Promedio de hongos UFC/g en cada tipo de conservante*

Nota. Elaboración propia

6.3 Evaluación de la mejor combinación del mejor empaque y conservante

Después de determinar cuáles de los empaques y conservantes presentaron las mejores características de conservación en la masa de maíz amarillo, se concluyó que: en empaques PP presentó un mejor comportamiento tras 5 días de refrigeración y en los conservantes, 2 exhibieron mejores resultados en el control microbiano (ácido cítrico y benzoato de potasio). Por lo tanto, para este objetivo se evaluó la combinación del empaque PP con ácido cítrico, PP con benzoato de sodio y un control sin tratamiento.

Mesófilos

Al realizar el análisis estadístico (Kruskal Wallis, $p < 0.05$), se determinó que existen diferencias significativas entre el ácido cítrico y control ($p=0,002$) y benzoato y control ($p=0,041$). Esto se evidenció en la **Tabla 6** mostrando que en la combinación del PP y ácido cítrico retrasaba el crecimiento de aerobios mesófilos dando un crecimiento a las 120 horas de 3×10^2 UFC/g seguido del benzoato con un crecimiento de 1×10^3 UFC/g.

La utilización de ácidos en algunos alimentos proporciona un ambiente con pH bajo, lo cual proporciona un bajo crecimiento de microorganismos, también reduce la esterilización y proporciona una mejor protección por parte de los antioxidantes convirtiéndolo en un compuesto valioso en la conservación alimenticia (Muñoz-Villa et al., 2014). En este estudio, pudo comprobarse la efectividad de la adición de ácido cítrico a la masa de maíz amarillo concordando con estudios como los de Torres Chacón & Chávez Montes (2016) en la disminución de microorganismos fue optima hasta el día 9 de almacenamiento.

Por otra parte, Vásconez Albán (2016), sostiene que el benzoato de sodio mantiene un ambiente óptimo para inhibir el desarrollo de microorganismos en maíz, lo cual evidencia los valores obtenidos 1×10^3 UFC/g en este estudio indicando la efectividad del benzoato de sodio.

Tabla 6

Resultados estadísticos de las UFC/g totales para aerobios mesófilos

Tratamientos	Tiempo de crecimiento de aerobios mesófilos (UFC/g)					
	0	24	48	72	96	120
Ácido cítrico	0	$4 \times 10^1 \pm 1 \times 10^1$	$4 \times 10^1 \pm 2 \times 10^1$	$6 \times 10^1 \pm 6 \times 10^1$	$7 \times 10^1 \pm 5 \times 10^1$	$3 \times 10^2 \pm 4 \times 10^2$
Benzoato	0	$3 \times 10^1 \pm 6 \times 10^0$	$3 \times 10^1 \pm 2 \times 10^1$	$9 \times 10^1 \pm 5 \times 10^1$	$4 \times 10^2 \pm 4 \times 10^2$	$1 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$
Control	$6 \times 10^2 \pm 5 \times 10^2$	$6 \times 10^3 \pm 6 \times 10^3$	$3 \times 10^2 \pm 5 \times 10^2$	$5 \times 10^2 \pm 4 \times 10^2$	$2 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$	$2 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$

Coliformes totales

En el caso de los coliformes totales se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el control y el ácido cítrico ($p < 0,001$), y benzoato de sodio y ácido cítrico ($P=0,045$). En la **Tabla 7** se muestra que el ácido cítrico inhibió totalmente el crecimiento microbiano, mientras que el benzoato de sodio presentó un mayor crecimiento comparado con los tratamientos $6,0 \times 10^2$ UFC/g.

En resultados obtenidos por Tuñón & Saned (2019), la adición de ácido cítrico y mediante el conteo de coliformes en placas de petrifilm resultó en la inhibición del crecimiento de las unidades formadoras de colonias, lo cual indica que es un compuesto que obtiene una gran

efectividad, esto puede evidenciarse en lo obtenido para este estudio en el cual, la capacidad de mantener un ambiente en el que no se desarrollen coliformes pasadas 120 h es óptimo.

Tabla 7

Resultados estadísticos de recuento total de coliformes UFC/g.

Tratamientos	Tiempo de crecimiento de coliformes totales (UFC/g)					
	0	24	48	72	96	120
Ácido cítrico	0	0	0	0	0	0
Benzoato	0	$3 \times 10^1 \pm 4 \times 10^1$	0	0	0	$6 \times 10^2 \pm 1 \times 10^2$
Control	$8 \times 10^1 \pm 8 \times 10^1$	$6 \times 10^2 \pm 2 \times 10^2$	0	$4 \times 10^1 \pm 7 \times 10^1$	0	$4 \times 10^2 \pm 5 \times 10^2$

Hongos

En los hongos no se presentaron cambios significativos en el crecimiento según la prueba estadística de Kruskal Wallis ($p < 0.05$), en todos los tratamientos se mostró un incremento en el crecimiento microbiano a las 120 h con un promedio de $4,0 \times 10^3$ UFC/g de mohos y levaduras, esto se visualiza en la **Tabla 8**.

En estudios relacionados a la adición de ácido cítrico para inhibir el crecimiento fúngico, Huerta et al., (2018), generaron que la masa adquiriera unas condiciones con propiedades antifúngicas que inhiben en altas concentraciones hasta un 93.77% del crecimiento microbiano. Para este estudio, la incorporación de ácido cítrico en la masa de maíz amarilla de 5×10^3 UFC/g siendo el valor rechazado dentro de los parámetros de hongos según la NTC 5372.

Por otra parte el que mejor presentó una acción antimicrobiana en este estudio fue el benzoato de sodio pasadas las 120 horas 3×10^3 UFC/g este compuesto actúa sobre el sistema enzimático y ha registrado mejores efectividades para el control de hongos (Bastidas, 2013).

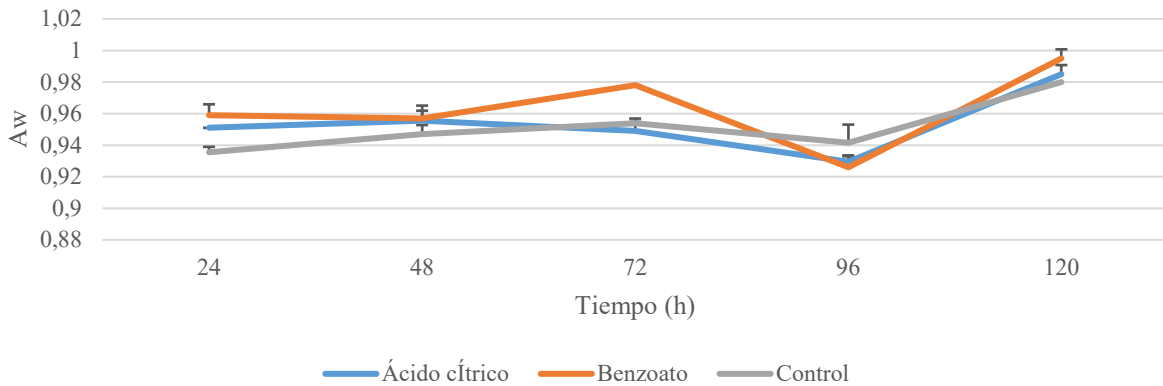
Tabla 8*Resultados estadísticos de recuento total de hongos UFC/g*

Tratamientos	Tiempo de crecimiento de mohos y levaduras (UFC/g)					
	0	24	48	72	96	120
Ácido cítrico	0	$9 \times 10^1 \pm 4 \times 10^1$	$5 \times 10^1 \pm 2 \times 10^1$	$5 \times 10^2 \pm 3 \times 10^2$	$3 \times 10^2 \pm 3 \times 10^0$	$5 \times 10^3 \pm 7 \times 10^2$
Benzoato	0	$2 \times 10^2 \pm 3 \times 10^2$	$1 \times 10^2 \pm 1 \times 10^2$	$2 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$	$2 \times 10^3 \pm 1 \times 10^3$	$3 \times 10^3 \pm 5 \times 10^2$
Controla	$2 \times 10^2 \pm 1 \times 10^2$	$6 \times 10^1 \pm 3 \times 10^1$	$4 \times 10^2 \pm 4 \times 10^2$	$1 \times 10^3 \pm 1 \times 10^3$	$2 \times 10^3 \pm 2 \times 10^3$	$6 \times 10^3 \pm 5 \times 10^3$

Actividad de agua (a_w)

Para la actividad de agua no se registraron diferencias significativas ($p < 0.05$); sin embargo, el benzoato arrojó valores de a_w de 0,99 y el Ácido cítrico de 0,98; mientras que el control presentó una pérdida de humedad pasando de 0,97 a 0,95 a_w (**Figura 18**).

Respecto a la capacidad de absorción de agua por parte del prolipropileno (Karger-Kocsis, 2012) su variación en la actividad agua en este material se presenta desde 0.93 a 0,98 en la muestra control no presentando un rango amplio, lo cual concuerda con lo obtenido por este estudio ya que la variación de actividad de agua para todas las combinaciones fue poca. Sin embargo, la adición de benzoato generó un mayor valor 0,99 a_w respecto al 0,98 a_w para el ácido cítrico, pero esta no fue significativa en el crecimiento. El benzoato de sodio realiza un efecto micoestático el cual actúa sobre las enzimas interfiriendo en su permeabilidad lo cual produce una acidificación de la célula, además de esto presenta una mejor efectividad en condiciones con aumento de agua, es por esto que para los resultados obtenidos como inhibidores en hongos fueron aceptables. (León Moreno, 2017).

Figura 18*Actividad de agua en las muestras con conservantes y empaque PP*

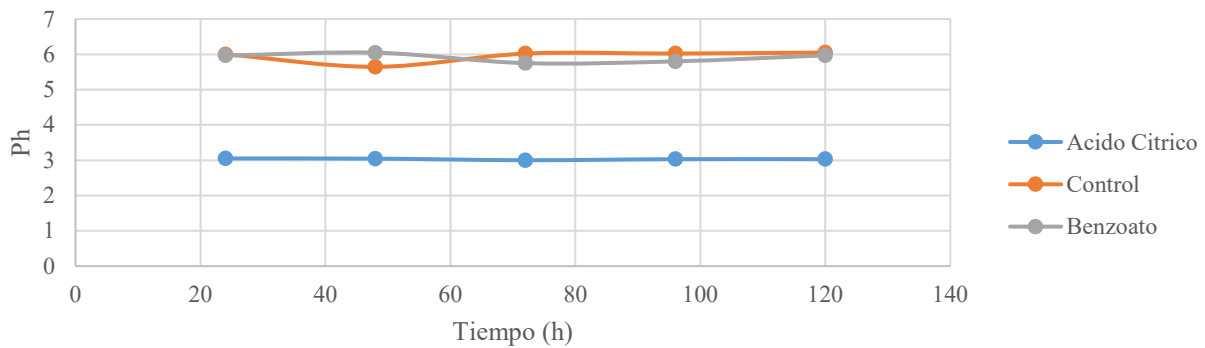
Nota. Elaboración propia

pH

En el pH no se observaron diferencias significativas en el análisis estadístico ($p < 0.05$); sin embargo, cabe resaltar que el Ácido cítrico mantuvo su valor inicial de pH de 3.0 en los 5 días de evaluación (**Figura 19**), mientras que el Benzoato y el Control presentaron variaciones durante el proceso, pero al final del experimento presentaron el mismo valor inicial.

Lo obtenido anteriormente concuerda con Franco-Tobón et al., (2016), en el que pasados 60 días de congelamiento en productos derivados del fruto del agraz no presentan efectos significativo en el pH de las muestras almacenadas, mostrando que el pH se mantiene estable en un alimento.

Figura 19
pH en las muestras con conservantes y empaque PP.



Nota. Elaboración propia

6.4 Identificación de especies de hongos

El maíz contiene altas reservas de carbohidratos lo cual lo hace susceptible al ataque de hongos especialmente toxigénicos, principalmente *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* (López Naranjo, 2013). Para este estudio se reportó el crecimiento de tres especies de *Aspergillus*, una especie de *Fusarium* y una de *Penicillium*, lo cual soporta lo anteriormente encontrado en la literatura.

Hongos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, según la especie pueden ser productores de micotoxinas, algunas de estas como las aflatoxinas (producidas por *A. flavus* y *A. parasiticus*), son de alta peligrosidad para el ser humano y su repetida ingesta puede causar efectos” mutagénicos, teratogénicos y cancerígenos en animales, además de ser letales a dosis altas”. También, se ha relacionado su consumo con cáncer hepático en algunas poblaciones de Asia y África. Este impacto, no está bien documentado por la poca información de muertes relacionadas, así como las políticas inexistentes para el control de estos microorganismos (Marleny Coromoto et al., 2012).

Figura 20

Hongo #1 (*Aspergillus spp.*)

A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.



A)

Características macroscópicas: colonias en agar PDA con un color verde oliva, aspecto seco, textura aterciopelada, plana, filamentosos

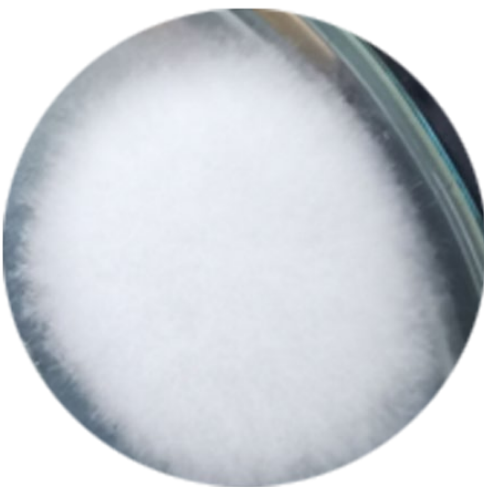


B)

Características microscópicas: hifas hialinas, conidióforos cortos y lisos, vesículas con forma ovalada, fiálides uniseriadas.

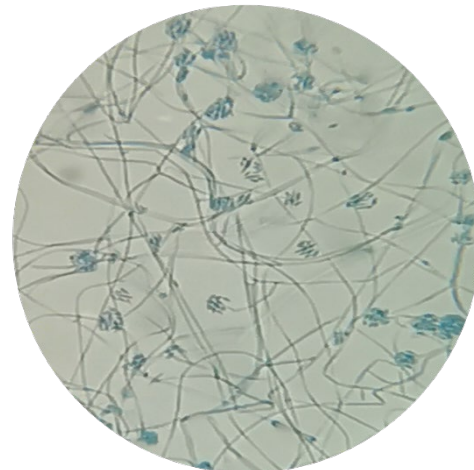
Figura 21

Hongo #2 (*Fusarium spp.*) A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.



A)

Características macroscópicas: colonias en agar PDA con un color blanco, textura algodonosa, elevada, filamentosos.



B)

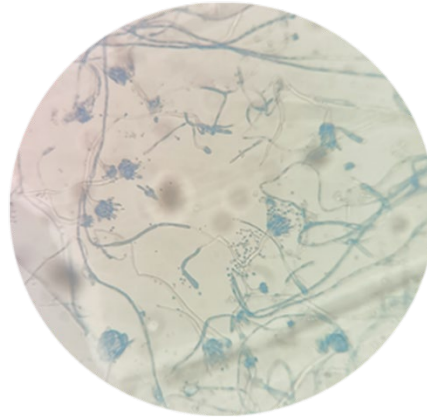
Características microscópicas: hifas largas, hialinas, la fiálide fina, ramificada. los macroconidios presentaron forma de medialuna, hialinos y septados.

Figura 22

Hongo #3 (*Aspergillus spp.*). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.

**A)**

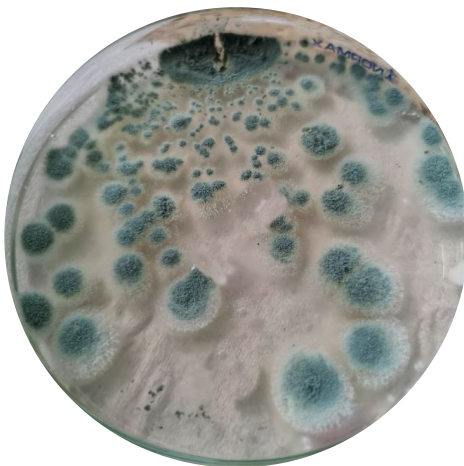
Características macroscópicas: colonias en agar PDA con un color “ladrillo”, textura aterciopelada. Umbonado, filamentosos.

**B)**

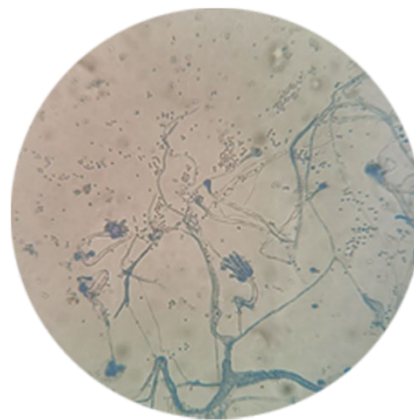
Características microscópicas: Hifas hialinas, con cabezas conidiales biseriadas, vesículas con forma de globo.

Figura 23

Hongo #4 (*Penicillium spp.*). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.

**A)**

Características macroscópicas: micelio color verde oscuro, formas concéntricas, textura polvorienta, plano.

**B)**

Microscópicas: hifas hialinas septadas. Los conidioforos presentan metulas de forma cilíndrica, con paredes lisas, fiálides largas formando su forma de “mano”.

Figura 24

Hongo #5 (Mucor spp). A) Características macroscópicas, B) Características microscópicas.

**A)**

Características macroscópicas: micelio color negro, seca, textura pulvurulenta, filamentoso, elevado.

**B)**

Microscópicas hifas hialinas, vesícula globosa, conidios globosos y negros.

7 Conclusiones

Debido a la alta permeabilidad que presentan los empaques seleccionados (PEBD, PEAD), estos proporcionan un ambiente propicio para el desarrollo microbiano en la masa de maíz, debido a la ganancia de agua en ambientes de refrigeración.

Según los análisis experimentales, el empaque que presentó un mejor comportamiento en la inhibición de los microorganismos en la masa de maíz fue el Polipropileno, el cual gracias a sus propiedades físicas proporciona una mejor cualidad de barrera entre el alimento y el exterior.

El film de aluminio, aunque presenta características deseables en la inhibición del crecimiento microbiano, no es utilizado comúnmente en la preservación de alimentos a consumidores finales, ya que no permitiría visualizar el producto, en este caso en la masa de maíz, ya que es importante determinar sus características físicas para corroborar su estado de calidad.

La adición de conservantes en los productos a base de maíz contribuye al aumento de la vida útil, en este caso, la utilización de ácido cítrico en las masas de maíz amarillo logró una disminución en el crecimiento microbiano, lo que permitiría aumentar la vida útil en refrigeración a nivel comercial.

Respecto a la interacción conservante empaque se tiene que las mejores características de preservación del Polipropileno y la respuesta antimicrobiana del ácido cítrico, proporcionan la prolongación de vida útil para la masa de maíz amarillo.

8 Recomendaciones

El sabor que genera el ácido cítrico puede generar un sabor indeseable en el producto, por lo que se recomienda a futuro evaluar el impacto del conservante en las características sensoriales finales.

Aunque para este estudio se utilizaron concentraciones máximas para cada tipo de conservantes y empaques comerciales de calibres variables, se recomienda realizar más combinaciones de concentraciones y diluciones entre los conservantes, además de incluir variabilidad entre los calibres de los empaques.

9 Anexos

Anexo 1. Aditivos sugeridos en los alimentos según la norma para aditivos alimentarios del Codex Alimentarius. Adaptado (FAO,2019).

ACEITE DE RICINO				
SIN	1503	Aceite de ricino	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes de glaseado
ACEITE DE SOJA OXIDADO CON PROCEDIMIENTO TÉRMICO INTERACCIONADO CON MONO Y DIGLICÉRIDOS DE ÁCIDOS GRASOS				
SIN	479	Aceite de soja oxidado con procedimiento térmico interaccionado con monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos	Clases Funcionales:	Emulsionantes
ACEITE MINERAL DE ALTA VISCOSIDAD				
SIN	905d	Aceite mineral de alta viscosidad	Clases Funcionales:	Antiespumantes, Agentes de glaseado
ACEITE MINERAL, VISCOSIDAD MEDIA				
SIN	905e	Aceite mineral, viscosidad media	Clases Funcionales:	Agentes de glaseado
ACESULFAME DE POTASIO				
SIN	950	Acesulfame de potasio	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor, Edulcorantes
ACETATO DE ALMIDÓN				
SIN	1420	Acetato de almidón	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ACETATO DE CALCIO				
SIN	263	Acetato de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sustancias conservadoras, Estabilizadores
ACETATO DE POTASIO				
SIN	261(i)	Acetato de potasio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sustancias conservadoras
ACETATO DE SODIO				
SIN	262(i)	Acetato de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sustancias conservadoras, Secuestrantes
ACETATO ISOBUTIRATO DE SACAROSA				
SIN	444	Acetato isobutirato de sacarosa	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL				
SIN	260	Ácido acético, glacial	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sustancias conservadoras
ÁCIDO ALGÍNICO				

SIN	400	Ácido alginico	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Espumantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
ÁCIDO ASCÓRBICO, L-				
SIN	300	Ácido ascórbico, L-	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Secuestrantes
ÁCIDO CÍTRICO				
SIN	330	Ácido cítrico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Agentes de retención de color, Secuestrantes
ÁCIDO CLORHÍDRICO				
SIN	507	Ácido clorhídrico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
ÁCIDO ERITÓRBICO (ACIDO ISOASCÓBICO)				
SIN	315	Ácido eritórbico (Ácido isoascórbico)	Clases Funcionales:	Antioxidantes
ÁCIDO FUMÁRICO				
SIN	297	Ácido fumárico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
ÁCIDO GLUTÁMICO, L(+)-				
SIN	620	Ácido glutámico, L(+)-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
ÁCIDO GUANÍLICO, 5'-				
SIN	626	Ácido guanílico, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
ÁCIDO INOSÍNICO, 5'-				
SIN	630	Ácido inosínico, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
ÁCIDO LÁCTICO, L-, D- y DL-				
SIN	270	Ácido láctico, L-, D- y DL-	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
ÁCIDO MÁLICO, DL-				
SIN	296	Ácido málico, DL-	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Secuestrantes
ÁCIDO PROPIONICO				
SIN	280	Ácido propionico	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
ADIPATO DE DIALMIDÓN ACETILADO				
SIN	1422	Adipato de dialmidón acetilado	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ADIPATOS				
SIN	355	Ácido adípico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
AGAR				
SIN	406	Agar	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes gelificantes, Agentes de

				glaseado, Humectantes, Estabilizadores, Espesantes
ALCOHOL POLIVINÍLICO				
SIN	1203	Alcohol polivinílico	Clases Funcionales:	Agentes de glaseado, Espesantes
ALFA-AMILASA DE <i>Aspergillus oryzae</i>				
SIN	1100(i)	alfa-Amilasa de <i>Aspergillus oryzae</i> var.	Clases Funcionales:	Agentes de tratamiento de las harinas
ALFA-AMILASA DE <i>Bacillus subtilis</i>				
SIN	1100(iii)	alfa-Amilasa de <i>Bacillus subtilis</i>	Clases Funcionales:	Agentes de tratamiento de las harinas
ALGA EUCHEUMA ELABORADA				
SIN	407a	Alga eucema elaborada	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Estabilizadores, Espesantes
ALGINATO DE AMONIO				
SIN	403	Alginato de amonio	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Espumantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
ALGINATO DE CALCIO				
SIN	404	Alginato de calcio	Clases Funcionales:	Antiespumantes, Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Espumantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
ALGINATO DE POTASIO				
SIN	402	Alginato de potasio	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Espumantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
ALGINATO DE PROPILENGLICOL				
SIN	405	Alginato de propilenglicol	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Espumantes, Agentes gelificantes, Estabilizadores, Espesantes
ALGINATO DE SODIO				
SIN	401	Alginato de sodio	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Espumantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes,

Secuestrantes,
Estabilizadores, Espesantes

ALITAME				
SIN	956	Alitame	Clases Funcionales:	Edulcorantes
ALMIDÓN ACETILADO OXIDADO				
SIN	1451	Almidón acetilado oxidado	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ALMIDÓN BLANQUEADO				
SIN	1403	Almidón blanqueado	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ALMIDÓN HIDROXIPROPÍLICO				
SIN	1440	Almidón hidroxipropílico	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ALMIDÓN OXIDADO				
SIN	1404	Almidón oxidado	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ALMIDÓN TRATADO CON ÁCIDO				
SIN	1401	Almidón tratado con ácido	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ALMIDÓN TRATADO CON ÁLCALIS				
SIN	1402	Almidón tratado con álcalis	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ALMIDONES TRATADOS CON ENZIMAS				
SIN	1405	Almidones tratados con enzimas	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
AMARANTO				
SIN	123	Amaranto	Clases Funcionales:	Colorantes
AMARILLO DE QUINOLEÍNA				
SIN	104	Amarillo de quinoleína	Clases Funcionales:	Colorantes
AMARILLO OCASO FCF				
SIN	110	Amarillo ocaso FCF	Clases Funcionales:	Colorantes
ASCORBATO DE CALCIO				
SIN	302	Ascorbato de calcio	Clases Funcionales:	Antioxidantes
ASCORBATO DE SODIO				
SIN	301	Ascorbato de sodio	Clases Funcionales:	Antioxidantes
ASPARTAMO				
SIN	951	Aspartamo	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor, Edulcorantes
AZODICARBONAMIDA				
SIN	927a	Azodicarbonamida	Clases Funcionales:	Agentes de tratamiento de las harinas
AZORRUBINA (CARMOISINA)				
SIN	122	Azorrubina (Carmoisina)	Clases Funcionales:	Colorantes
AZUL BRILLANTE FCF				
SIN	133	Azul brillante FCF	Clases Funcionales:	Colorantes

BENZOATOS				
SIN	210	Ácido benzoico	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	211	Benzoato de sodio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	212	Benzoato de potasio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	213	Benzoato de calcio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
BROMELINA				
SIN	1101(iii)	Bromelina	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor, Agentes de tratamiento de las harinas, Estabilizadores
BUTILHIDROXIANISOL				
SIN	320	Butilhidroxianisol (BHA)	Clases Funcionales:	Antioxidantes
BUTILHIDROXITOLUENO				
SIN	321	Butilhidroxitolueno (BHT)	Clases Funcionales:	Antioxidantes
CANTAXANTINA				
SIN	161g	Cantaxantina	Clases Funcionales:	Colorantes
CARAMELO I - CARAMELO PURO				
SIN	150a	Caramelo I – caramelo puro	Clases Funcionales:	Colorantes
CARAMELO II - CARAMELO AL SULFITO				
SIN	150b	Caramelo II - caramelo al sulfito	Clases Funcionales:	Colorantes
CARAMELO III - CARAMELO AL AMONÍACO				
SIN	150c	Caramelo III - caramelo al amoníaco	Clases Funcionales:	Colorantes
CARAMELO IV - CARAMELO AL SULFITO AMÓNICO				
SIN	150d	Caramelo IV - caramelo al sulfito	Clases Funcionales:	Colorantes amónico
CARBOHIDRASA DE BACILLUS LICHENIFORMIS				
SIN	1100(vi)	Carboidrasa de Bacillus licheniformi	Clases Funcionales:	Agentes de tratamiento de las harinas
CARBONATO ÁCIDO DE AMONIO				
SIN	503(ii)	Carbonato ácido de amonio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Leudantes
CARBONATO ÁCIDO DE MAGNESIO				
SIN	504(ii)	Carbonato ácido de magnesio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Sustancias inertes, Agentes de retención de color
CARBONATO ÁCIDO DE POTASIO				
SIN	501(ii)	Carbonato ácido de potasio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Leudantes, Estabilizadores
CARBONATO ÁCIDO DE SODIO				
SIN	500(ii)	Carbonato ácido de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes
CARBONATO DE AMONIO				
SIN	503(i)	Carbonato de amonio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Leudantes

CARBONATO DE CALCIO				
SIN	170(i)	Carbonato de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Colorantes, Agentes endurecedores, Agentes de tratamiento de las harinas, Estabilizadores
CARBONATO DE MAGNESIO				
SIN	504(i)	Carbonato de magnesio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Agentes de retención de color
SIN	501(i)	Carbonato de potasio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Estabilizadores
CARBONATO DE SODIO				
SIN	500(i)	Carbonato de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Sales emulsionantes, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes
CARBOXIMETILCELULOSA SÓDICA (GOMA DE CELULOSA)				
SIN	466	Carboximetilcelulosa sódica (Goma de celulosa)	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Emulsionantes, Agentes endurecedores, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Estabilizadores, Espesantes
CARMINES				
SIN	120	Carmines	Clases Funcionales:	Colorantes
CAROTENOIDES				
SIN	160a(i)	Carotenos, beta-, sintético	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	160a(iii)	Carotenos, beta-, Blakeslea trispora-	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	160e	Carotenal, beta-apo-8'-	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	160f	Éster etílico del ácido beta-apo-8'	Clases Funcionales:	Colorantes
CAROTENOS, BETA-, VEGETALES				
SIN	160a(ii)	Carotenos, beta-, vegetales	Clases Funcionales:	Colorantes
CARRAGENINA				
SIN	407	Carragenina	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Estabilizadores, Espesantes
CELULOSA EN POLVO				
SIN	460(ii)	Celulosa en polvo	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Incrementadores del volumen, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Estabilizadores, Espesantes
CELULOSA MICROCRISTALINA (GEL DE CELULOSA)				

SIN	460(i)	Celulosa microcristalina (Gel de celulosa)	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Espumantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
CERA CANDELILLA				
SIN	902	Cera candelilla	Clases Funcionales:	Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Espesantes
CERA CARNAUBA				
SIN	903	Cera carnauba	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Agentes de glaseado
CERA DE ABEJAS				
SIN	901	Cera de abejas	Clases Funcionales:	Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
CERA MICROCRISTALINA				
SIN	905c(i)	Cera microcristalina	Clases Funcionales:	Antiespumantes, Agentes de glaseado
CICLAMATOS				
SIN	952(i)	Ácido ciclámico	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SIN	952(ii)	Ciclamato de calcio	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SIN	952(iv)	Ciclamato de sodio	Clases Funcionales:	Edulcorantes
CICLODEXTRINA, BETA-				
SIN	459	Ciclodextrina, beta-	Clases Funcionales:	Sustancias inertes, Estabilizadores, Espesantes
CITRATO DE AMONIO FÉRRICO				
SIN	381	Citrato de amonio férrico	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes
CITRATO DE ESTEARILO				
SIN	484	Citrato de estearilo	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Emulsionantes, Secuestrantes
CITRATO DE TRIETILO				
SIN	1505	Citrato de trietilo	Clases Funcionales:	Sustancias inertes, Emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
CITRATO DÍACIDO DE POTASIO				
SIN	332(i)	Citrato diácido de potasio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sales emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
CITRATO DÍACIDO DE SODIO				
SIN	331(i)	Citrato diácido de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
CITRATO TRICÁLCICO				

SIN	333(iii)	Citrato tricálcico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sales emulsionantes, Agentes endurecedores, Secuestrantes, Estabilizadores
CITRATO TRIPOTÁSICO				
SIN	332(ii)	Citrato tripotásico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sales emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
CITRATO TRISÓDICO				
SIN	331(iii)	Citrato trisódico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
CITRATOS DE ISOPROPILO				
SIN	384	Citratos de isopropilo	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Sustancias conservadoras, Secuestrantes
CLORO				
SIN	925	Cloro	Clases Funcionales:	Agentes de tratamiento de las harinas
CLOROFILAS Y CLOROFILINAS, COMPLEJOS CÚPRICOS				
SIN	141(i)	Clorofilas, complejos cúpricos	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	141(ii)	Clorofilinas, complejos cúpricos, sales de potasio y sodio	Clases Funcionales:	Colorantes
CLORURO DE CALCIO				
SIN	509	Cloruro de calcio	Clases Funcionales:	Agentes endurecedores, Estabilizadores, Espesantes
CLORURO DE MAGNESIO				
SIN	511	Cloruro magnésico	Clases Funcionales:	Agentes de retención de color, Agentes endurecedores, Estabilizadores
CLORURO DE POTASIO				
SIN	508	Cloruro de potasio	Clases Funcionales:	Agentes endurecedores, Acentuadores del sabor, Estabilizadores, Espesantes
CLORURO ESTAÑOSO				
SIN	512	Cloruro estañoso	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Agentes de retención de color
COPOLÍMERO CON INJERTO DE POLIVINILALCOHOL (PVA)-POLIETILENGLICOL (PEG)				
SIN	1209	Copolímero con injerto de polivinilalcohol (PVA)- Polietilenglicol	Clases Funcionales:	Agentes de glaseado, Estabilizadores
CURCUMINA				
SIN	100(i)	Curcumina	Clases Funcionales:	Colorantes
CURDLAN				

SIN	424	Curdlan	Clases Funcionales:	Agentes endurecedores, Agentes gelificantes, Estabilizadores, Espesantes
DEXTRINAS, ALMIDÓN TOSTADO				
SIN	1400	Dextrinas, almidón tostado	Clases Funcionales:	Sustancias inertes, Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
DIACETATO DE SODIO				
SIN	262(ii)	Diacetato de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sustancias conservadoras, Secuestrantes
DIMETIL DICARBONATO				
SIN	242	Dimetil dicarbonato	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
DIMETILPOLISILOXANO				
SIN	900a	Polidimetilsiloxano	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Antiespumantes, Emulsionantes
DIOCTIL SULFOSUCCINATO DE SODIO				
SIN	480	Diocetil sulfosuccinato de sodio	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Humectantes
DIÓXIDO DE CARBONO				
SIN	290	Dióxido de carbono	Clases Funcionales:	Gasificantes, Espumantes, Gases de envasado, Sustancias conservadoras, Propulsores
DIÓXIDO DE SILICIO AMORFO				
SIN	551	Dióxido de silicio amorfo	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Antiespumantes, Sustancias inertes
ERITORBATO DE SODIO (ISOASCORBATO DE SODIO)				
SIN	316	Eritorbato de sodio (Isoascorbato de sodio)	Clases Funcionales: de sodio)	Antioxidantes
ERITROSINA				
SIN	127	Eritrosina	Clases Funcionales:	Colorantes
ESTEARATOS DE POLIOXIETILENO				
SIN	430	Estearato de polioxietileno (8)	Clases Funcionales:	Emulsionantes
SIN	431	Estearato de polioxietileno (40)	Clases Funcionales:	Emulsionantes
ESTEAROIL LACTILATOS				
SIN	481(i)	Estearoil lactilato de sodio	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Espumantes, Estabilizadores
SIN	482(i)	Estearoil lactilato de calcio	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Espumantes, Estabilizadores
ÉSTERES ACÉTICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL				

SIN	472a	Ésteres acéticos y de ácidos grasos de glicerol	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
ÉSTERES CÍTRICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL				
SIN	472c	Ésteres cítricos y de ácidos grasos de glicerol	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Emulsionantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Secuestrantes, Estabilizadores
ÉSTERES DE ASCORBILO				
SIN	304	Palmitato de ascorbilo	Clases Funcionales:	Antioxidantes
SIN	305	Estearato de ascorbilo	Clases Funcionales:	Antioxidantes
ÉSTERES DE GLICEROL DE COLOFONIA				
SIN	445(iii)	Ésteres de glicerol de colofonia de madera	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
ÉSTERES DE PROPILENGLICOL DE ÁCIDOS GRASOS				
SIN	477	Ésteres de propilenglicol de ácidos grasos	Clases Funcionales:	Emulsionantes
ÉSTERES DE SORBITÁN DE ÁCIDOS GRASOS				
SIN	491	Monoestearato de sorbitán	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
SIN	492	Triestearato de sorbitán	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
SIN	493	Monolaurato de sorbitán	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
SIN	494	Monooleato de sorbitán	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
SIN	495	Monopalmitato de sorbitán	Clases Funcionales:	Emulsionantes
ÉSTERES DIACETILTARTÁRICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL				
SIN	472e	Ésteres diacetiltartáricos y de ácidos grasos de glicerol	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
ÉSTERES LÁCTICOS Y DE ÁCIDOS GRASOS DE GLICEROL				
SIN	472b	Ésteres lácticos y de ácidos grasos de glicerol	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
ÉSTERES POLIGLICÉRIDOS DE ÁCIDO RICINOLÉICO INTERESTERIFICADO				
SIN	476	Ésteres poliglicéridos de ácido ricinoléico interesterificado	Clases Funcionales:	Emulsionantes
ÉSTERES POLIGLICÉRIDOS DE ÁCIDOS GRASOS				
SIN	475	Ésteres poliglicéridos de ácidos grasos	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
ETILEN DIAMINO TETRA ACETATOS				
SIN	385		Clases Funcionales:	

		Etilendiaminotetracetato de calcio disódico		Antioxidantes, Agentes de retención de color, Sustancias conservadoras, Secuestrantes
SIN	386	Etilendiaminotetracetato disódico	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Agentes de retención de color, Sustancias conservadoras, Secuestrantes, Estabilizadores
ETIL-LAUROIL ARGINATO				
SIN	243	Etil-lauroil arginato	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
ETILMALTOL				
SIN	637	Etilmaltol	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
EXTRACTO DE PIEL DE UVA				
SIN	163(ii)	Extracto de piel de uva	Clases Funcionales:	Colorantes
EXTRACTO DE PIMENTÓN				
SIN	160c(ii)	Extracto de pimentón	Clases Funcionales:	Colorantes
EXTRACTOS DE ANNATO, BASE DE BIXINA				
SIN	160b(i)	Extractos de annato, base de bixina	Clases Funcionales:	Colorantes
EXTRACTOS DE ANNATO, BASE DE NORBIXINA				
SIN	160b(ii)	Extractos de annato, base de norbixina	Clases Funcionales:	Colorantes
EXTRACTOS DE QUILAYA				
SIN	999(i)	Extracto de quilaya, tipo 1	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Espumantes
SIN	999(ii)	Extracto de quilaya, tipo 2	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Espumantes
FERROCIANUROS				
SIN	535	Ferrocianuro de sodio	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes
SIN	536	Ferrocianuro de potasio	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes
SIN	538	Ferrocianuro de calcio	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes
FOSFATO DE DIALMIDÓN				
SIN	1412	Fosfato de dialmidón	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
FOSFATO DE DIALMIDÓN ACETILADO				
SIN	1414	Fosfato de dialmidón acetilado	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
FOSFATO DE DIALMIDÓN FOSFATADO				
SIN	1413	Fosfato de dialmidón fosfatado	Clases Funcionales:	

				Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
FOSFATO DE HIDROXIPROPIL DIALMIDÓN				
SIN	1442	Fosfato de hidroxipropil dialmidón	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
FOSFATO DE MONOALMIDÓN				
SIN	1410	Fosfato de monoalmidón	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
FOSFATOS				
				Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Secuestrantes Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Humectantes, Sustancias conservadoras, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Sales emulsionantes, Agentes endurecedores, Agentes de tratamiento de las harinas, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Sales emulsionantes, Agentes endurecedores, Agentes de tratamiento de las harinas, Humectantes, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez,
SIN	338	Ácido fosfórico	Clases Funcionales:	
SIN	339(i)	Ortofosfato monosódico	Clases Funcionales:	
SIN	339(ii)	Hidrogenfosfato disódico	Clases Funcionales:	
SIN	339(iii)	Fosfato trisódico	Clases Funcionales:	
SIN	340(i)	Fosfato diácido de potasio	Clases Funcionales:	
SIN	340(ii)	Hidrogenfosfato dipotásico	Clases Funcionales:	
SIN	340(iii)	Fosfato tripotásico	Clases Funcionales:	
SIN	341(i)	Fosfato diácido de calcio	Clases Funcionales:	
SIN	341(ii)	Hydrogenfosfato de calcio	Clases Funcionales:	
SIN	341(iii)	Fosfato tricálcico	Clases Funcionales:	
SIN	342(i)	Fosfato diácido de amonio	Clases Funcionales:	

				Antiaglutinantes, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Agentes endurecedores, Agentes de tratamiento de las harinas, Humectantes, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Agentes de tratamiento de las harinas, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes
SIN	SIN	342(ii)	Hydrogenofosfato diamónico	
SIN	SIN	343(i)	Fosfato diácido de magnesio	Clases Funcionales: Clases
SIN	SIN	343(ii)	Hydrogenofosfato de magnesio	Funcionales: Clases
SIN	SIN	343(iii)	Fosfato trimagnésico	Funcionales:
SIN	SIN	450(i)	Difosfato disódico	Clases Funcionales:
SIN	SIN	450(ii)	Difosfato trisódico	Clases Funcionales:
				Reguladores de la acidez, Agentes de tratamiento de las harinas, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Sales emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Sales emulsionantes, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales

				emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
Empaques	450(iii)	Difosfato tetrasódico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
SIN	450(ix)	Difosfato diácido de magnesio	Clases Funcionales:	emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
SIN				Reguladores de la acidez, Leudantes, Estabilizadores
				Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
				emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
				Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
				emulsionantes, Agentes endurecedores, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
				Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
				emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores
SIN	450(v)	Difosfato tetrapotásico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
SIN	450(vi)	Difosfato dicálcico	Clases Funcionales:	emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores
SIN	450(vii)	Difosfato diácido de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
SIN	451(i)	Trifosfato pentasódico	Clases Funcionales:	emulsionantes, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
SIN	451(ii)	Trifosfato pentapotásico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
SIN	452(i)	Polifosfato de sodio	Clases Funcionales:	emulsionantes, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
SIN	452(ii)	Polifosfato de potasio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
SIN	452(iii)	Polifosfato de sodio y calcio	Clases Funcionales:	emulsionantes, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
SIN	452(iv)	Polifosfatos de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
SIN	452(v)	Polifosfatos de amonio	Clases Funcionales:	emulsionantes, Humectantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
SIN	542	Fosfato de huesos	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
				emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
				Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
				emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
				Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
				emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
				Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales
				emulsionantes, Humectantes, Leudantes, Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
				Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales

Emulsionantes, Humectantes,
Leudantes, Secuestrantes,
Estabilizadores
Reguladores de la acidez,
Emulsionantes, Sales
emulsionantes, Humectantes,
Leudantes, Secuestrantes,
Estabilizadores, Espesantes
Reguladores de la acidez,
Emulsionantes, Sales
emulsionantes, Humectantes,
Secuestrantes, Estabilizadores,
Espesantes
Antiaglutinantes,
Emulsionantes, Humectantes

FOSFATOS DE ALUMINIO Y SODIO				
SIN	541(i)	Fosfato de aluminio y sodio, ácido	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Leudantes, Estabilizadores, Espesantes
SIN	541(ii)	Fosfato de aluminio y sodio, básico	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
FUMARATO DE SODIO				
SIN	365	Fumarato de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
GALATO DE PROPILO				
SIN	310	Galato de propilo	Clases Funcionales:	Antioxidantes
GLICEROL				
SIN	422	Glicerol	Clases Funcionales:	Humectantes, Espesantes
GLICÓSIDOS DE ESTEVIOL				

SIN	960a	Glicósidos de esteviol de Stevia rebaudiana Bertoni (glicósidos de esteviol de estevia)	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SIN	960b(i)	Rebaudiósido A de múltiples donadores de genes expresado en Yarrowialipolytica	Clases Funcionales:	Edulcorantes
GLUCONATO DE SODIO				
SIN	576	Gluconato de sodio	Clases Funcionales:	Secuestrantes, Estabilizadores, Espesantes
GLUCONATO FERROSO				
SIN	579	Gluconato ferroso	Clases Funcionales:	Agentes de retención de color
GLUCONO-DELTA-LACTONA				
SIN	575	Glucono-delta-lactona	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Leudantes, Secuestrantes
GLUTAMATO DE CALCIO, DI-L-				
SIN	623	Glutamato de calcium, di-L-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
GLUTAMATO DE MAGNÉSIO, DI-L-				
SIN	625	Glutamato de magnesio, di-L-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
GLUTAMATO MONOAMÓNICO, L-				
SIN	624	Glutamato monoamónico, L-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
GLUTAMATO MONOPOTÁSICO, L-				
SIN	622	Glutamato monopotassium, L-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
GLUTAMATO MONOSÓDICO, L-				
SIN	621	Glutamato monosódico, L-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
GOMA ARÁBIGA (GOMA DE ACACIA)				
SIN	414	Goma arábica (Goma de acacia)	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
GOMA DE SEMILLAS DE ALGARROBO				
SIN	410	Goma de semillas de algarrobo	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
GOMA GELLAN				
SIN	418	Goma gellan	Clases Funcionales:	Agentes gelificantes, Estabilizadores, Espesantes
GOMA GUAR				
SIN	412	Goma guar	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
GOMA KARAYA				
SIN	416	Goma karaya	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
GOMA LACA, BLANQUEADA				
SIN	904	Goma laca, blanqueada	Clases Funcionales:	Agentes de glaseado

GOMA TARA				
SIN	417	Goma tara	Clases Funcionales:	Agentes gelificantes, Estabilizadores, Espesantes
GOMA TRAGACANTO				
SIN	413	Goma tragacanto	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
GOMA XANTANA				
SIN	415	Goma xantana	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Espumantes, Estabilizadores, Espesantes
GUANILATO DE CALCIO, 5'-				
SIN	629	Guanilato de calcio, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
GUANILATO DIPOTÁSICO, 5'-				
SIN	628	Guanilato dipotásico, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
GUANILATO DISÓDICO, 5'-				
SIN	627	Guanilato disódico, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
HARINA KONJAC				
SIN	425	Harina konjac	Clases Funcionales:	Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Humectantes, Estabilizadores, Espesantes
HEXAMETILENTETRAMINA				
SIN	239	Hexametilentetramina	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
HIDROXIBENZOATOS, PARA-				
SIN	214	Etil para-hidroxibenzoato	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	218	Metil para-hydroxibenzoato	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
HIDRÓXIDO DE AMÓNIO				
SIN	527	Hidróxido de amónio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
HIDRÓXIDO DE CALCIO				
SIN	526	Hidróxido de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Agentes endurecedores
HIDRÓXIDO DE MAGNESIO				
SIN	528	Hidróxido de magnesio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Agentes de retención de color
HIDRÓXIDO DE POTASIO				
SIN	525	Hidróxido de potasio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
HIDRÓXIDO DE SODIO				
SIN	524	Hidróxido de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez
HIDROXIPROPILCELULOSA				

SIN	463	Hidroxipropilcelulosa	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Espumantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
HIDROXIPROPILMETILCELULOSA				
SIN	464	Hidroxipropilmetilcelulosa	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
INDIGOTINA (CARMÍN DE ÍNDIGO)				
SIN	132	Indigotina (Carmín de índigo)	Clases Funcionales:	Colorantes
INOSINATO DE CALCIO, 5'-				
SIN	633	Inosinato de calcio, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
INOSINATO DE POTASIO, 5'-				
SIN	632	Inosinato de potasio, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
INOSINATO DISÓDICO, 5'-				
SIN	631	Inosinato disódico, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
LACTATO DE CALCIO				
SIN	327	Lactato de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sales emulsionantes, Agentes endurecedores, Agentes de tratamiento de las harinas, Espesantes
LACTATO DE POTASIO				
SIN	326	Lactato de potasio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Emulsionantes, Humectantes
LACTATO DE SODIO				
SIN	325	Lactato de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Incrementadores del volumen, Emulsionantes, Sales emulsionantes, Humectantes, Espesantes
LACTATO FERROSO				
SIN	585	Lactato ferroso	Clases Funcionales:	Agentes de retención de color
LECITINA				
SIN	322(i)	Lecitina	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Emulsionantes
LUTEIN DE TAGETES ERECTA				
SIN	161b(i)	Lutein de Tagetes erecta	Clases Funcionales:	Colorantes
LYSOZYME				
SIN	1105	Hidrocloruro de lisozima	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras

MALATO DE SODIO, DL-				
SIN	350(ii)	Malato de sodio, DL-	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Humectantes
MALTOL				
SIN	636	Maltol	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
MANITOL				
SIN	421	Manitol	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Incrementadores del volumen, Humectantes, Estabilizadores, Edulcorantes, Espesantes
MARRÓN HT				
SIN	155	Marrón HT	Clases Funcionales:	Colorantes
METILCELULOSA				
SIN	461	Metilcelulosa	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
METILETILCELULOSA				
SIN	465	Metiletilcelulosa	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Espumantes, Estabilizadores, Espesantes
MONOGLICÉRIDOS Y DIGLICÉRIDOS DE ÁCIDOS GRASOS				
SIN	471	Monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos	Clases Funcionales:	Antiespumantes, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores
NATAMICINA (PIMARICINA)				
SIN	235	Natamicina (Pimaricina)	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
NEGRO BRILLANTE (NEGRO PN)				
SIN	151	Negro brillante (Negro PN)	Clases Funcionales:	Colorantes
NEOTAMO				
SIN	961	Neotamo	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor, Edulcorantes
NISINA				
SIN	234	Nisina	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
NITRATOS				
SIN	251	Nitrato de sodio	Clases Funcionales:	Agentes de retención de color, Sustancias conservadoras
SIN	252	Nitrato de potasio	Clases Funcionales:	Agentes de retención de color, Sustancias conservadoras
NITRITOS				

SIN	249	Nitrito de potasio	Clases Funcionales:	Agentes de retención de color, Sustancias conservadoras
SIN	250	Nitrito de sodio	Clases Funcionales:	Agentes de retención de color, Sustancias conservadoras
NITRÓGENO				
SIN	941	Nitrógeno	Clases Funcionales:	Espumantes, Gases de envasado, Propulsores
OCTENILSUCCIONATO SÓDICO DE ALMIDÓN				
SIN	1450	Octenilsuccionato sódico de almidón	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores, Espesantes
ORTO-FENILFENOLES				
SIN	231	Ortofenilfenol	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	232	Ortofenilfenol de sodio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
ÓXIDO DE CALCIO				
SIN	529	Óxido de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Agentes de tratamiento de las harinas
ÓXIDO DE MAGNESIO				
SIN	530	Óxido de magnesio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes
ÓXIDO NITROSO				
SIN	942	Óxido nitroso	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Espumantes, Gases de envasado, Propulsores
ÓXIDOS DE HIERRO				
SIN	172(i)	Óxido de hierro, negro	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	172(ii)	Óxido de hierro, rojo	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	172(iii)	Óxido de hierro, amarillo	Clases Funcionales:	Colorantes
PECTINAS				
SIN	440	Pectinas	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Agentes gelificantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
PERÓXIDO DE BENZOÍLO				
SIN	928	Peróxido de benzoílo	Clases Funcionales:	Decolorantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Sustancias conservadoras
POLI-1-DECENOS HIDROGENADOS				
SIN	907	Poli-1-deceno hidrogenado	Clases Funcionales:	Agentes de glaseado
POLIDEXTROSA				
SIN	1200	Polidextrosa	Clases Funcionales:	Incrementadores del volumen, Agentes de glaseado, Humectantes, Estabilizadores, Espesantes
POLIETILENGLICOL				
SIN	1521	Polietilenglicol	Clases Funcionales:	Antiespumantes, Sustancias inertes, Emulsionantes,

				Agentes de glaseado, Espesantes
POLISORBATOS				
		Monolaurato de sorbitán polioxietilado (20)		
SIN	432	Monooleato de sorbitán polioxietilado (20)	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
SIN	433	Monopalmitato de sorbitán polioxietilado (20)	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
SIN	434	polioxietilado (20)	Clases Funcionales:	Emulsionantes
SIN	435	Monoesterato de sorbitán polioxietilado (20)	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
	436	Triesteato de sorbitán polioxietilado (20)	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Estabilizadores
POLIVINILPIRROLIDONA				
SIN	1201	Polivinilpirrolidona	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores, Espesantes
PONCEAU 4R (ROJO DE COCHINILLA A)				
SIN	124	Ponceau 4R (Rojo de cochinilla	Clases Funcionales:	Colorantes A)
PROPILENGLICOL				
SIN	1520	Propilenglicol	Clases Funcionales:	Sustancias inertes, Emulsionantes, Agentes de glaseado, Humectantes
PROPIONATO DE CALCIO				
SIN	282	Propionato de calcio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
PROPIONATO DE SODIO				
SIN	281	Propionato de sodio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
PROTEASA DE <i>Aspergillus oryzae</i>				
SIN	1101(i)	Proteasa de <i>Aspergillus oryzae</i> var.	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor, Agentes de tratamiento de las harinas, Estabilizadores
PULLULAN				
SIN	1204	Pullulan	Clases Funcionales:	Agentes de glaseado, Espesantes
RESINA DE GUAYACO				
SIN	314	Resina de guayaco	Clases Funcionales:	Antioxidantes
RIBOFLAVINAS				
SIN	101(i)	Riboflavina, sintéticas	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	101(ii)	Riboflavina 5', fosfato de sodio	Clases Funcionales:	Colorantes
SIN	101(iii)	Riboflavina de <i>Bacillus subtilis</i>	Clases Funcionales:	Colorantes
RIBONUCLEÓTIDOS DE CALCIO, 5'-				

SIN	634	Ribonucleótidos de calcio, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
RIBONUCLEÓTIDOS DE SODIO, 5'-				
SIN	635	Ribonucleótidos de sodio, 5'-	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor
ROJO ALLURA AC				
SIN	129	Rojo allura AC	Clases Funcionales:	Colorantes
SACARINAS				
SIN	954(i)	Sacarina	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SIN	954(ii)	Sacarina de calcio	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SIN	954(iii)	Sacarina de potasio	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SIN	954(iv)	Sacarina de sodio	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SAL DE ÁCIDO OLEICO CON CALCIO, POTASIO Y SODIO				
SIN	470(ii)	Sal de ácido oleico con calcio, potasio y sodio	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Emulsionantes, Estabilizadores
SAL DE ASPARTAMO Y ACESULFAMO				
SIN	962	Sal de aspartamo y acesulfamo	Clases Funcionales:	Edulcorantes
SAL MIRÍSTICA, PALMÍTICA Y ÁCIDOS ESTEÁRICOS CON AMONIO, CALCIO, POTASIO Y SODIO				
SIN	470(i)	Sal mirística, palmítica y ácidos esteáricos con amonio, calcio, potasio y sodio	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Emulsionantes, Estabilizadores
SALES AMÓNICAS DEL ÁCIDO FOSFATÍDICO				
SIN	442	Sales amónicas del ácido fosfatídico	Clases Funcionales:	Emulsionantes
SESQUICARBONATO DE SODIO				
SIN	500(iii)	Sesquicarbonato de sodio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antiaglutinantes, Leudantes
SILICATO DE CALCIO				
SIN	552	Silicato de calcio	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes
SILICATO DE MAGNESIO, SINTÉTICO				
SIN	553(i)	Silicato de magnesio, sintético	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes
SILICATO DE SODIO Y ALUMINIO				
SIN	554	Silicato de sodio y aluminio	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes
SORBATOS				
SIN	200	Ácido sórbico	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SIN	202	Sorbato de potasio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras

SIN	203	Sorbato de calcio	Clases Funcionales:	Sustancias conservadoras
SUCRALOSA (TRICLOROGALACTOSACAROSA)				
SIN	955	Sucralosa (Triclorogalactosacarosa)	Clases Funcionales:	Acentuadores del sabor, Edulcorantes
SUCROÉSTERES DE ÁCIDOS GRASOS				
SIN	473	Sucroésteres de ácidos grasos	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Espumantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores
SUCROGLICÉRIDOS				
SIN	474	Sucroglicéridos	Clases Funcionales:	Emulsionantes
SUCROSE OLIGOESTERS, TYPE I AND TYPE II				
SIN	473a	Oligoésteres de sucrosa tipo I y II	Clases Funcionales:	Emulsionantes, Agentes de glaseado, Estabilizadores
SULFATO DE ALUMINIO Y AMONIO				
SIN	523	Sulfato de aluminio y amonio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Agentes de retención de color, Agentes endurecedores, Leudantes, Estabilizadores
SULFATO DE CALCIO				
SIN	516	Sulfato de calcio	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Agentes endurecedores, Agentes de tratamiento de las harinas, Secuestrantes, Estabilizadores
SULFATO DE MAGNESIO				
SIN	518	Sulfato de magnesio	Clases Funcionales:	Agentes endurecedores, Acentuadores del sabor
SULFITOS				
SIN	220	Dióxido de azufre	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Decolorantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Sustancias conservadoras
SIN	221	Sulfito de sodio	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Decolorantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Sustancias conservadoras
SIN	222	Sulfito ácido de sodio	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Sustancias conservadoras
SIN	223	Metabisulfito de sodio	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Decolorantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Sustancias conservadoras
SIN	224	Metabisulfito de potasio	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Decolorantes, Agentes de tratamiento de las harinas, Sustancias conservadoras
SIN	225	Sulfito de potasio	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Sustancias conservadoras
SIN	539	Tiosulfato de sodio	Clases Funcionales:	Antioxidantes, Secuestrantes
TALCO				
SIN	553(iii)	Talco	Clases Funcionales:	Antiaglutinantes, Agentes de glaseado, Espesantes

TARTRATOS				
SIN	334	Ácido tartárico, L(+)-	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Antioxidantes, Acentuadores del sabor, Secuestrantes
SIN	335(ii)	Tartrato de sodio, L(+)-	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sales emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
SIN	337	Tartrato de potasio y sodio, L(+)-	Clases Funcionales:	Reguladores de la acidez, Sales emulsionantes, Secuestrantes, Estabilizadores
TARTRAZINA				
SIN	102	Tartrazina	Clases Funcionales:	Colorantes
TERBUTILHIDROQUINONA				
SIN	319	Terbutilhidroquinona (TBHQ)	Clases Funcionales:	Antioxidantes
TIODIPROPIONATOS				
SIN	388	Ácido tiodipropiónico	Clases Funcionales:	Antioxidantes
SIN	389	Tiodipropionato de dilaurilo	Clases Funcionales:	Antioxidantes
TOCOFEROLES				
SIN	307a	Tocoferol, d-alfa-	Clases Funcionales:	Antioxidantes
SIN	307b	Tocoférol concentrado, mexcla	Clases Funcionales:	Antioxidantes
SIN	307c	Tocoferol, dl-alfa-	Clases Funcionales:	Antioxidantes
VERDE SÓLIDO FCF				
SIN	143	Verde sólido FCF	Clases Funcionales:	Colorantes
ZEAXANTHIN, SINTÉTICO				
SIN	161h(i)	Zeaxanthin, sintético	Clases Funcionales:	Colorantes

Referencias

Adarme Vega, T. C., & Rincones Lizarazo, M. P. (2008). Evaluación de cuatro antimicrobianos para el control de levaduras contaminantes de un proceso de fermentación de ácido cítrico. [Tesis de Pregrado]. Pontificia Universidad Javeriana.

Alonso Nore, L. X., & Poveda Sánchez, J. A. (2008). Estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm™ 3MTM para el análisis de alimentos. [Tesis de Pregrado]. Pontificia Universidad Javeriana.

Alimentarias, o. M. S. S. N. (2007). Codex alimentarius.

Álvarez García, G. A. (2016). Determinación del tiempo de vida en anaquel de pizzas en cadena de frío por el método de Weibull. [Tesis de Pregrado]. Universidad San Ignacio Loyola.

Arbeláez, T. (1990). Industria alimentaria: principios básicos para refrigerar con calidad. SENA.

Ares-Pernas, A (2006). Estudio de las propiedades barrera de filmes basados en polipropileno y copolímero de etileno y alcohol vinílico. [Tesis de Doctorado]. Universidad La Caoruña.

Arias, M. L. (1989). Análisis bacteriológico de alimentos de venta ambulante. Rev. Costarric. Cienc. Méd, 10(2), 51-6

Badui Dergal, S. (2016). Química de los alimentos. México, Pearson Educación.

Bastidas, M. (2013). Evaluación de la vainillina y el benzoato de sodio como agentes antimicrobianos en piña (*Ananas comosus*) deshidratada. [Tesis de Pregrado]. Universidad Central de Venezuela

Bautista Ramírez, E., Cuevas Sánchez, J., Santacruz-Varela, A., Hernández-Leal, E., Hernández-Galeno, C. A., Hernández-Bautista, A., & Gómez-Maldonado, R. (2018). Factores condicionantes en la distribución de maíz palomero toluqueño y alternativas para su conservación. Revista Bio Ciencias, 5 (13), e476.

Bayona, M. (2009). Evaluación microbiológica de alimentos adquiridos en la vía pública en un sector del norte de Bogotá. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 12(2), 9–17.

Becerra Cuba, E. (2016). Agua y actividad de agua: sustentación para optar el título profesional de ingeniera de industrias alimentarias bajo la modalidad de suficiencia profesional. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Blanco-Ríos, F. A., Casadiego-Ardila, G., & Pacheco, P. A. (2011). Calidad microbiológica de alimentos remitidos a un laboratorio de salud pública en el año 2009. *Revista de Salud Pública*, 13, 953–965.

Borbolla-Sala, M. E., del Rosario Vidal-Pérez, M., Piña-Gutiérrez, O. E., Ramírez-Messner, I., & Vidal-Vidal, J. J. (2004). Contaminación de los alimentos por *Vibrio cholerae*, coliformes fecales, Salmonella, hongos, levaduras y Staphylococcus aureus en Tabasco durante 2003. *Salud En Tabasco*, 10(2), 221–232.

Calle, E. (2016). Calidad microbiológica de alimentos elaborados a base de maíz y harina de trigo en la fábrica delicias mexicanas “delmexs” de la ciudad de cuenca”. [Tesis de Pregrado]. Universidad De Cuenca.

Canul, D., Moo, M., & Cruz, M. (2014). Efecto del ácido cítrico sobre la calidad microbiológica de jícama mínimamente procesada. *De Cuerpos Académicos*, 5, 169–175.

Cervantes-Martínez, J., Orihuela-Equihua, R., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2017). Acerca del desarrollo y control de microorganismos en la fabricación de papel. *Conciencia Tecnológica*, 54 (jul-dic), 54-58.

Chavarri, M., Rojas, V., Rumbos, N., & Narcise, R. (2014). Detección de microorganismos en maíz tierno molido comercializado en Maracay, estado Aragua, Venezuela. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 34(1), 33–37.

Colombia, P. (2016). Manual de empaque y embalaje para la exportación. Proexport.

Corpas-Iguarán, E. J., & Tapasco-Alzate, O. A. (2012). Evaluación de mohos en arepas refrigeradas utilizando diferentes conservantes. *Vitae*, 19(1), S99–S101.

Corpas Iguarán, E. J., & Tapasco Alzate, O. (2013). Comportamiento de mohos en arepa blanca asada en relación al tiempo de almacenamiento en refrigeración. *Alimentos Hoy*, 22(28), 23–39.

Correa, D. A., Castillo, P. M. M., & Martelo, R. J. (2018). Determination of the Shelf-life of Arepa with Egg through Accelerated Testing. *Contemporary Engineering Sciences*, 11(35), 1713 – 1725.

Davila, K., Guancha, E., Ordoñez, D., & Rosero, I. (2014). Plan de negocios para la creación de una empresa comercializadora de empanadas en la Ciudad de San Juan de Pasto para el año 2014 [Tesis Especialización]. Universidad de Nariño.

De Marín, C. G., Muñoz, D., Márquez, E., Figueroa, G., & Maza, J. (2011). Identificación de hongos con potencial micotoxigénico en harinas de pescado destinadas para la elaboración de alimentos concentrados. *Revista Científica*, 21(3), 256–264.

De Nola, R. (2005). Libro de Cocina of Master Ruperto de Nola. 1529 edition. Trans. Vincent F. Cuenca Self-Published.

Dinero, D. (2016). La radiografía del mercado de comidas rápidas en Colombia. Obtenido de Revista Dinero: <https://www.dinero.com/edicionimpresa/negocios>

Dionysio, R. B., & Meirelles, F. V. P. (2003). Conservação de alimentos. Sala de Leitura.

Dominic, M. (2004). La caducidad de los alimentos. Editorial Acribia SA: España.

El colombiano. (2018). Como es el mercado de la comida rápida en Colombia. <https://www.semana.com/economia/edicion-impresa/negocios/articulo/como-es-el-mercado-de-comida-rapida-en-colombia/240021/>

Espinoza, D. L., Badaoui, M. T. M., Vera, R., De Freitas, J., & Sangermano, A. (2007). Presencia de aflatoxinas y hongos aflatoxigénicos en maíz amarillo tipo duro clase I de la zona nororiental de Venezuela. SABER. *Revista Multidisciplinaria Del Consejo de Investigación de La Universidad de Oriente*, 19(1), 43–49.

Estrada Salazar, G. (2019). Micología general. Centro Editorial Universidad Católica de Manizales.

FAO (2019). Codex Alimentarius: Norma General para los Aditivos Alimentarios. CODEX STAN 192-1995.

Fabre, R., Perlo, F., Bonato, P., Tito, B., Teira, G., & Tisocco, O. (2014). Efecto de las condiciones de conservación sobre la calidad de pechugas de pollo. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 25(49), 143–153.

Farías, R. F., Bustos, F. M., Moreno, Y. S., & Ríos, E. (2002). Caracterización de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. *Agrociencia*, 36(5), 557–567.

FENALCE. (2019). Indicadores cerealistas. <https://www.fenalce.org/archivos/indicerealista2019.pdf>

Flórez, C. E. R., Álvarez, J. M., Álvarez, L. M. G., & Salazar, J. A. C. (2012). Efectos del empaquetado en atmósferas modificadas para la conservación de arepa de maíz. *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2), 102–111.

Food safety innovation. (s. f.). Food safety innovation. Recuperado 24 de noviembre de 2021, de <http://www.ideafoodsafetyinnovation.com/news/2013/04/index.html>

Franco-Tobón, Y. N., Rojano, B., Alzate-Arbeláez, A. F., Restrepo-Florez, C. E., Rivero-Barrios, D. M., & Maldonado-Celis, M. E. (2016). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de productos derivados del fruto agraz (*Vaccinium meridionale swartz*). *Vitae*, 23(3), 184–193.

Gálvez, A. V., Aravena, E. L., & Mondaca, R. L. (2006). Isotermas de adsorción en harina de maíz (*Zea mays* L.). *Food Science and Technology*, 26(4), 821–827.

Gamba, R. R., Caro, C. A., Martínez, O. L., Moretti, A. F., Giannuzzi, L., De Antoni, G. L., & Peláez, A. L. (2016). Antifungal effect of kefir fermented milk and shelf life improvement of corn arepas. *International Journal of Food Microbiology*, 235(17), 85–92.

Gaviria Arbeláez, C. (2016). Técnicas Profesionales de cocina colombiana. Universidad de La Sabana.

Gianni, D. V. E., Sala, A., Silvera, C., Harispe, R., & Romero, R. M. (2012). Vida útil de tapas de empanadas con películas biodegradables como separadores. *Innotec*, 7 ene-dic, 21–24.

Giraldo, G., & Inés, G. (1999). Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos. Monografía. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Guerrero, A. (n.d.). Cuál es el origen de las empanadas. Vix. <https://www.vix.com/es/imj/gourmet/145416/cual-es-el-origen-de-las-empanadas>

Hernández Montoya, L. E., Agudelo-Burítica, M. F., Corpas-Iguarán, E., & Castro-Ríos, K. (2019). Evaluación de conservación y procesamiento en la calidad fisicoquímica y microbiológica de empanadas de maíz. *Alimentos Hoy*, 27, 3–14.

Hernández, F., & Rodríguez, E. (1993). El fenómeno de “swarming” y otros tipos de desplazamiento bacteriano. *Rev. Costarric. Cienc. Méd*, 14(1/2): 39-45

Hernández, L. E., Peláez, A. C., & Castro-Ríos, K. (2019). Influence of Refrigeration and Freezing Storage on the Instrumental Texture of Corn Dough and Empanadas. *Contemporary Engineering Sciences*, 12(4), 149 – 156.

Huanchi Sierra, R. (2013). Determinación de la permeabilidad en empaques plásticos. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Huerta, A. C., Acevedo, S., Luzardo, E., Valbuena, A., & Colina, M. (2018). Obtención y caracterización de quitosano entrecruzado con ácido cítrico. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 19(5), 227–235.

Ibarz, A., & Ribas, A. I. (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Mundi-Prensa Libros.

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2016). Plan nacional subsectorial de vigilancia y control de micotoxinas y conservantes en alimentos procesados para el año 2016.

Jay, James M. (1994). *Microbiología moderna de los alimentos*. Acribia,.

Jay, James Monroe. (2002). *Microbiología moderna de los alimentos*. Acribia.

Juliarena, P., & Gratton, R. (2003). *Conservación de los alimentos*. Buenos Aires, Argentina, UNICEN.

Karger-Kocsis, J. (2012). *Polypropylene: an AZ reference (Vol. 2)*. Springer Science & Business Media.

Lemmel, J. (2008). Conservantes. tipos y sistemas de conservación. *Offarm*, 27(1), 58-64.

León Moreno, M. (2017). *Evaluación de eficiencia de dos marcas diferentes de benzoato de sodio en zumo de naranja sobre pruebas microbiológicas*. [Tesis Pregrado]. Universidad Ricardo Palma.

Liceta Llanco, A., Cancino Chávez, K., Nolazco Cama, D., & Guevara Pérez, A. (2018). Efecto del empaque, atmósfera modificada y temperatura de almacenamiento en la conservación de humitas asadas. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 239–246.

López Naranjo, L. M. (2013). *Principales micotoxicosis asociadas al consumo de maíz y sus subproductos*. Corporación Universitaria Lasallista.

López-Duarte, A. L., & Vidal-Quintanar, R. L. (2009). Oxidation of linoleic acid as a marker for shelf life of corn flour. *Food Chemistry*, 114(2), 478–483.

Marleny Coromoto, C., Mazzani Cardinalis, C. B., Luzón, O., & Garrido, M. J. (2012). Detección de hongos toxigénicos en harinas de maíz precocidas distribuidas en el estado Aragua, Venezuela. *Revista de La Sociedad Venezolana de Microbiología*, 32(2), 126–130.

Martorell Guerola, P. (2006). *Desarrollo y aplicación de sistemas rápidos para la detección, identificación y caracterización de levaduras alterantes de alimentos*. [Tesis de Doctorado]. Universitat de València

Matilde Suárez, M., Bosch, V., Aliaga, C., & García, N. (2010). La empanada en Venezuela: Importancia social y nutricional. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 23(2), 88–99.

Méndez Sahamuel, D. S., & Cobaleda Acosta, C. S. (2018). Influencia de la concentración de conservantes sobre la vida útil de la crema de leche producida por una empresa de lácteos. [Tesis de Pregrado]. Universidad de la Salle.

Meneses, S. M. O., & Valenzuela, J. R. C. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 112–123.

Morales, A. (2007). Evaluación de cambios microbiológicos, pH, actividad de agua y color de tallarines instantáneos con vegetales y sabor a pollo bajo temperatura de deterioro acelerado. [Tesis de Pregrado]. Escuela Agrícola Panamericana.

Multon, J.-L. (1999). Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. Acribia.

Muñoz-Villa, A., Sáenz-Galindo, A., López-López, L., Cantú-Sifuentes, L., & Barajas-Bermúdez, L. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12).

Navia, D. P., Ayala, A. A., & Villada, H. S. (2014). Interacciones empaque-alimento: migración. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25), 99–113.

Ordoñez, C. (2002). Gran libro de la cocina colombiana. Circulo de Lectores.

Ossa, J., Coral, A., & Vanegas, M. (2010). Microbiota de jamones de cerdo cocidos asociada al deterioro por abombamiento del empaque. *Revista MVZ Córdoba*, 15(2), 2078-2086.

Paliwal, R. L. (2001a). El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción (Número 28). Food & Agriculture Org.

Paliwal, R. L. (2001b). Origen, evolución y difusión del maíz. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal, 28, 5–9.

Páez Delgado, C. G. (2009). Determinación de coliformes fecales y totales en expendio de alimentos en establecimientos formales del macrodistrito centro de la ciudad de La Paz, de septiembre a diciembre de 2007. [Tesis de Pregrado]. Universidad Mayor de San Andrés.

Quintana, J., Cornejo, F., & Rigail-Cedeño, A. (2007). Análisis y Diseño de Empaques Flexibles para Alimentos. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 20(1), 11-18.

Quiroz, G. P., & Montes, M. E. (2011). Estudios preliminares para la implementación de métodos de almacenamiento y de conservación de alimentos en buques en altamar. [Tesis de Pregrado]. Universidad de Cartagena.

Ramirez Cruz, K. A. (2017). Determinación de Mesofilos Aerobios, Coliformes Totales y Coliformes Fecales en el cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea*L.), producido en tres municipios del Estado de México. [Tesis de Pregrado]. Universidad Autónoma del Estado de México.

Rodríguez Sánchez, V. H. (n.d.). Estudio de factibilidad para la creación y puesta en marcha de una empresa dedicada a la producción y comercialización de empanadas pre-cocidas congeladas en el Municipio de Puerto Tejada, Cauca. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

Sánchez Ortega, I., & Pérez-Urria Carril, E. (2014). Maíz i (*zea mays*). *REDUCA Biología*, 7(2), 151–171.

Salgado, M. T., & Castro, K. (2007). Importancia de las buenas prácticas de manufactura en cafeterías y restaurantes. *Vector*, 2, 33–40.

Sauceda, E. N. R. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai: Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible*, 7(1), 153–170.

Schlegel, H. G., & Zaborosch, C. (1997). *Microbiología general*. Omega Barcelona.

Torres Chacón, K. J., & Chávez Montes, K. Y. (2016). Efecto del ácido láctico y ácido cítrico, como sanitizante y antioxidante en tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) germinada y almacenada en refrigeración. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Torresani, M. E., Raspini, M., Acosta Sero, O., Giusti, L., García, C., Español, S., Brachi, P., De Dona, A., Salaberri, D., & Rodríguez, L. (2007). Consumo en cadenas de comidas rápidas y

kioscos: preferencias de escolares y adolescentes de nueve colegios privados de Capital Federal y Gran Buenos Aires. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 105(2), 109–114.

Tovar, C. D. G., & Colonia, B. S. O. (2013). Producción y procesamiento del maíz en Colombia. *Revista Guillermo de Ockham*, 11(1), 97–110.

Tuñón, P., & Saned, J. (2019). Evaluación del efecto antimicrobiano del gel de aloe vera y ácido cítrico en apio (*Apium graveolens*) cortado en fresco. [Tesis de Pregrado]. Universidad Especializada de las Americas.

Vásconez Albán, J. E. (2016). Proceso de nixtamalización de maíz (*Zea mays* L.), amaranto INIAP Alegría (*Amaranthus caudatus* L.) y quinua INIAP Tunkahuan (*Chenopodium quinoa* Willd.) a tres concentraciones y dos conservantes (benzoato de sodio-propionato de calcio) en los Laboratorios A. [Tesis de Pregrado]. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Vázquez Carrillo, M. G., Ávila Uribe, G., Hernández Montes, A., Castillo Merino, J., & Angulo Guerrero, O. (2011). Evaluación sensorial de tortillas de maíz recién elaboradas y empacadas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 161–167.

Velásquez, R. B. Z., & Marcillo, D. J. R. (2013). Vida útil de la humita precocida, por métodos físico y químico mediante factor de aceleración Q10. *Revista ESPAMCIENCIA*, 4(1), 45–50.

Vergara, E. M. U. (2016). Efecto de la actividad de agua y del pH sobre la vida útil de la pulpa de tumbo (*Passiflora quadrangularis*). *PUEBLO CONTINENTE*, 22(1), 141–150.

Villada Moreno, J. J., & Fuentes Lara, L. I. C. (2010). Conservadores químicos utilizados en la industria alimentaria. [Tesis de Pregrado]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Villagómez Melo, A. G. (2011). Estudio del efecto del glicerol y del aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible, sobre el tiempo de vida útil del babaco (carica pentagona). [Tesis de Pregrado]. Universidad Técnica de Ambato.

Von Sperling, M. (2007). *Wastewater characteristics, treatment and disposal*. IWA publishing.

Zúñiga Carrasco, I. R., & Caro Lozano, J. (2017). Enfermedades transmitidas por los alimentos: una mirada puntual para el personal de salud. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 37(3), 95–104.