

Efecto bactericida del clavo de olor, canela y benzoato de sodio en la conservación del mango haden y melón

Juan Alexander Torres Mejía ¹

Elyn Antonieta Romero ²

Maribel Medina Barahona ³

RESUMEN

Se realizó estudio experimental para determinar la inhibición y/o destrucción de los microorganismos patógenos en los siguientes muestras: controles, M-EC, M-S, Me-EC, Me-S, Tratamientos M-EC-CL, M-S-CL, Me-EC-CL, Me-S-CL, M-EC-C, M-S-C, Me-EC-C, Me-S-C, M-EC-B, M-S-B, Me-EC-B y Me-S-B. Dónde: M = mango, Me = melón, EC = *Escherichia coli*, S = *Salmonella spp*, CL = clavo de olor, C = canela, B = benzoato de sodio. Calificando cada tratamiento de acuerdo al poder bactericida, como: no efectivo, efecto mínimo, letal y fulminante, en los días 0 (t0), 7 (t7) y 15 (t15); se evaluó el efecto bactericida de extractos acuosos de canela, clavo de olor en concentraciones de 2.5% y benzoato de sodio en concentraciones permitidas según la FDA 0.1%; utilizando el método de cuantificación o conteo de unidades formadoras de colonia (UFC), sobre dos cepas bacterianas, *Escherichia coli* y *Salmonella enteritidis*, que se inocularon en muestras de frutas tropicales, mango haden (*Mangifera indica*) y melón cantaloupe (*Cucumis melo*). El efecto bactericida de clavo de olor fue diferente en las dos frutas tratadas; en el mango inoculado con *E. coli* se observó un mínimo efecto y en el inoculado con *Salmonella spp*, no hubo efecto bactericida. En el melón inoculado con ambas bacterias, se observó el efecto bactericida del clavo de olor. El efecto de la canela fue mínimo en ambas frutas inoculadas con *E. coli*. En el mango inoculado con *Salmonella spp*, no hubo efecto bactericida. En el melón si tuvo un efecto letal. El uso del benzoato de sodio ejerció un efecto bactericida, tanto en el melón como el mango, inoculadas con ambas bacterias. En el

¹ Beneficiario de una beca básica de la DICYP-UNAH. Coordinador de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Centro Universitario Regional de Occidente (CUROC-UNAH): juan.torres@unah.edu.hn.

² Beneficiaria de una beca básica de la DICYP-UNAH. Profesora del Departamento de Biología y Química, Centro Universitario Regional de Occidente (CUROC-UNAH).

³ Beneficiaria de una beca básica de la DICYP-UNAH Profesora del Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Centro Universitario Regional de Occidente (CUROC-UNAH).

análisis se observó que en el mango inoculado con *E. coli* el efecto fue fulminante, (muerte en el día 0). Se determinó materia seca, balance de materia y análisis sensoriales, para tener una mejor conclusión de la investigación.

Palabras clave: *mangifera indica*, *cucumis melo*, *syzygium aromaticum*, *cinnamomum verum*, *e. coli*, *salmonella*.

ABSTRACT

An experimental study was conducted to determine inhibition and / or destruction of pathogens in the following; Controls, M-EC, MS, Me-EC, Me-S, Treatments M-EC-LC, LC-MS, LC-EC-I, Me-S-CL, M-EC-C, M-S-C, Me-EC, Me-SC, M-EC-B, M-S-B, Me-EC-B and Me-S-B. Where: M = mango, Me = melon, EC = *Escherichia coli*, S = *Salmonella sp*, CL = clove, C = cinnamon, B = sodium benzoate. Qualifying each treatment according to the bactericidal power, as: non-effective, minimum, and fulminant lethal effect on days 0 (t0), 7 (t7) and 15 (t15); the bactericidal effect of aqueous extracts of cinnamon, clove in concentrations of 2.5% and sodium benzoate at concentrations permitted by FDA 0.1% was evaluated using the method of quantification or counting of forming colony units (FCU), on two bacterial strains, *escherichia coli* and *salmonella enteritidis*, were inoculated in samples of tropical fruits, mango haden (*mangifera indica*) and cantaloupe melon (*cucumis melo*). The bactericidal effect of clove was different in the two fruits treated; in the mango inoculated with *E. coli* was observed a minimal effect and in the other hand, the sample inoculated with *salmonella spp.* there was no bactericidal effect. In the melon sample inoculated with both bacteria, the bactericidal effect of clove was observed. The effect of cinnamon was minimal in both fruits inoculated with *E. coli*. In the mango inoculated with *salmonella spp.* there was no bactericidal effect. In the melon, it was a lethal effect. The use of sodium benzoate had a bactericidal effect, in both, the mango and in the melon inoculated with both bacteria. The analysis found that the mango inoculated with *E. coli* had a devastating effect (death at day 0). Dry matter, matter balance and sensory analysis were determined to have a better conclusion of the investigation.

Keywords: *mangifera indica*, *cucumis melo*, *syzygium aromaticum*, *cinnamomum verum*, *e. coli*, *salmonella*.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como propósito evaluar la propiedad bactericida de la canela, clavo de olor y benzoato de sodio en la conservación de frutas tropicales como el mango y melón. De igual manera determinar balance de materia en las frutas estudiadas y analizar el comportamiento sensorial de las frutas sometidas al tratamiento de la canela, clavo de olor y benzoato de sodio. Investigación denominada “Estudio del efecto bactericida del clavo de olor, canela, benzoato de sodio en la conservación del mango haden y melón”, ejecutado con fondos de beca básica de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, desarrollado en las instalaciones del Centro Universitario Regional de Occidente. En el marco de la investigación científica, eje sobre Ambiente, biodiversidad y desarrollo, donde se pretende generar conocimiento científico en cuanto a la valoración del ambiente y su biodiversidad, así como las repercusiones directas sobre las condiciones y la calidad de vida, la salud, seguridad alimentaria; siendo el aporte de nuestra investigación en el tema prioritario de seguridad alimentaria y nutricional en los pilares de utilización biológica y consumo.

¿La canela y clavo de olor pueden ser alternativas de conservación en alimentos procesados provenientes de las frutas tropicales como el mango y melón, inhibiendo y/o eliminando bacterias de origen patógeno presentes de manera natural o inoculada en el proceso de manipulación de las mismas? En la zona de Occidente se está comenzado a desarrollar pequeñas empresas artesanales que no tienen el conocimiento técnico de sanitización e higienización, del manejo de productos agroindustriales post-cosecha, por lo cual se espera darles un instrumento de apoyo para lograr la inocuidad de los procesos que desarrollan.

Las frutas suelen ser contaminadas por bacterias como ser la *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, por lo que es necesario hacer aplicaciones de productos bactericidas preventivos, para evitar el crecimiento de dichas bacterias en estos productos. En estudios previos realizados en otros países se ha determinado que la canela, clavo de olor y benzoato de sodio, han tenido efectos bactericidas en diferentes alimentos, se considera preciso el estudio en el mango y el melón, frutas preferidas en la gastronomía hondureña y de exportación, de igual manera resulta necesario que los procesadores, adquieran ciertos conocimientos básicos de la existencia y control de bacterias en los productos elaborados.

El criterio de novedad de la investigación es que en la historia se ha utilizado como

especie para procesos culinarios, por lo cual se quiere demostrar que también posee propiedades antisépticas que pueden ser un conservante y/o preservante natural, ya que en la actualidad la industria alimentaria a nivel mundial requiere alimentos con procesos más limpios, eliminando los aditivos de síntesis química.

Haciendo referencia a denuncias de la FDA, sobre la supuesta detección de *Salmonella* en melones de Honduras, la Administración para el Control de Drogas y Alimentos de Estados Unidos emitió una nueva alerta sobre la importación de melones producidos en Honduras, contaminados con salmonella, informaron autoridades hondureñas. Con la realización de actividades experimentales es de suma importancia encontrar o validar hipótesis sobre la eficiencia de clavo de olor y canela vs algunos de uso preventivo como el benzoato de sodio, experimentos realizados con dos de las frutas más importantes de nuestro país, como ser el mango y melón, ambas frutas con características diferentes en valor nutricional y pH, para así tener un criterio del ambiente organoléptico estudiado en ambas frutas, para lograr mejores resultados en la investigación.

La investigación pretende dar fundamentos sobre la conservación de alimentos e inocuidad en los productos elaborados utilizando materias primas como frutas tropicales cultivadas en el país, para lo cual se realizaron actividades experimentales en el laboratorio de química y biología del CUROC, con el propósito de alcanzar resultados en la investigación, sobre el efecto bactericida de las sustancias naturales presentes en la canela y clavo de olor, y así determinar la eficiencia en inhibir el crecimiento y/o eliminación de bacterias, como la *Salmonella* y *Escherichia coli*, bacterias que pueden estar presentes en productos elaborados con mango y melón, cuando no se realizan buenas prácticas de manufactura en el proceso de manipulación de los mismos.

El consumo de alimentos se ha definido como la capacidad de la población para decidir adecuadamente sobre la forma de seleccionar, almacenar, preparar, distribuir y consumir los alimentos a nivel individual, familiar, comunitario. El consumo de los alimentos está íntimamente relacionado con las costumbres, creencias, conocimientos, prácticas de alimentación y el nivel educativo de la población, pero en todas estas variables el propósito es lograr la inocuidad para asegurar la seguridad alimentaria y nutricional. Por esta razón es importante el conocimiento que, durante la cosecha, la microbiota superficial de las verduras y frutas comprende principalmente bacterias gram negativas, como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp, bacterias entéricas involucradas en los grandes brotes de origen alimentario en todo el mundo, causando síntomas de gastroenteritis, e incluso las infecciones crónicas (D'Aoust,

2007; Francis et al., 1999).

Además, es importante mencionar que el repunte de los cultivos se debe a que el productor ha tenido conciencia en el manejo de éstos, las retenciones de los contenedores por plagas hasta el momento han sido nulas y eso es resultado de una serie de capacitaciones impartidas a los campesinos para lograr productos de calidad". Las áreas donde más se cultivan hortalizas y frutas son Comayagua; la zona de occidente, el municipio de Florida, Copán y Tocoa en el departamento de Colón, y el melón específicamente en la zona sur.

Taxonomía y morfología del mango (*mangifera indica*):

Este fruto carnoso, sabroso y refrescante, es también conocido como "melocotón de los trópicos". Es el miembro más importante de la familia de las Anacardiáceas o familia del marañón, género *Mangifera*, el cual comprende unas 50 especies, nativas del sureste de Asia e islas circundantes, salvo la *Mangifera africana* que se encuentra en África. Está reconocido en la actualidad como uno de los tres o cuatro frutos tropicales más finos. (Unión Europea, 2013). Mango (*Mangifera indica*) es uno de las más populares frutas tropicales y subtropicales que se consumen tanto en forma fresca como procesada. La India es el mayor productor de mango en el mundo, sin embargo, su exportación es muy limitada debida principalmente a que la vida útil de la fruta es deficiente. (Burg y Burg, 1962; Krishnamurthy et al., 1971; Cua y Lizada, 1990; Ramos y Srivastava, 1999).

Morfología y taxonomía del melón (*cucumis melo*)

Melón, Familia: Cucurbitaceae, nombre científico: *Cucumis melo* L. Planta: anual herbácea, de porte rastroso o trepador, sistema radicular: abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo. Tallo principal: están recubiertos de formaciones pilosas, y presentan nudos en los que se desarrolla hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas. Hoja: de limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados. Las hojas también son velloas por el envés. Flor: las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las femeninas y hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas. El nivel de elementos fertilizantes influye en gran medida sobre el número de flores masculinas, femeninas y hermafroditas así como sobre el momento de su aparición. La polinización es entomófila. Fruto: su forma es variable

(esférica, elíptica, aovada, etc.); la corteza de color verde, amarillo, anaranjado, blanco, etc., puede ser lisa, reticulada o estriada. La pulpa puede ser blanca, amarilla, cremosa, anaranjada, asalmonada o verdosa. La placenta contiene las semillas y puede ser seca, gelatinosa o acuosa, en función de su consistencia. Resulta importante que sea pequeña para que no reste pulpa al fruto y que las semillas estén bien situadas en la misma para que no se muevan durante el transporte. (infoagroCopyri-ght infoagro.com, 2017)

En Honduras las exportaciones de hortalizas y frutas que habían caído en 2012 están registrando un importante repunte en lo que va de 2013 y casi triplicaron el envío de contenedores al extranjero, aseguran los exportadores y representantes del Gobierno. A nivel nacional, el cultivo de productos no tradicionales como las legumbres, hortalizas y frutas, en conjunto, el año pasado registró ingresos por 110 millones de dólares. Solo las exportaciones de melón y sandía reportaron al Estado divisas por \$51 millones, mientras que las legumbres y hortalizas registran unos \$60 millones; por lo cual son dos productos de gran importancia en la economía nacional, igualmente las hortalizas se ubican como el tercer producto de la actividad agrícola de Honduras y es el Valle de Comayagua el principal nicho de estos cultivos y de una variedad de frutas tropicales.

Por lo cual en la actualidad se buscan vegetales mínimamente procesados que tienen una gran demanda en el mercado actual de consumo (Sloan, 2005). La razón más importante de las ventas de verduras y frutas mínimamente procesadas se refiere a la comodidad y rapidez de preparación (Ragaert et al., 2004). En Europa Occidental, las verduras frescas procesadas representan una proporción cada vez mayor del total de productos frescos del mercado con un crecimiento estimado de 10-25% por año desde 1990 (Ragaert et al., 2004). El mango es una de las frutas tropicales más vendidas en Europa y su comercialización como fruta fresca cortada está ganando importancia en el mercado. Sin embargo, las frutas recién cortadas tienen una vida útil muy corta debido a las dificultades en la preservación de su calidad como producto fresco (Beaulieu y Lea, 2003; Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). Los mecanismos de procesamiento, tales como, selección, pelado, despulpado y trituración provocan el corte de la ruptura celular, con la consiguiente liberación de enzimas y sustratos, lo que resulta en una tasa mayor de reacciones fisiológicas. Por otra parte, las superficies golpeadas y la manipulación intensiva proporcionan condiciones favorables para el crecimiento de los microorganismos. Los principales signos de pérdida de calidad no son deseables, cambios en el color a través de pardeamiento enzimático, la reducción de la firmeza en la textura, desarrollo de mal sabor y crecimiento de microorganismos patógenos (Brecht, 1995; Baldwin et al, 1995; Watada et

al, 1996; Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). En la actualidad, cada vez se hace más importante para el consumidor ingerir alimentos que además de los beneficios originales que este le pueda aportar le ayude en el mantenimiento de su salud y en la prevención de enfermedades. Por tal motivo, cada vez más, un buen porcentaje de la producción mundial de frutas está siendo utilizada en procesos de producción de alimentos funcionales (Milacatl, 2003). Con el propósito de conseguir productos inocuos, haciendo uso de sustancias naturales para la conservación de estos productos como el mango y melón.

Escherichia coli

La E. Coli que habita normalmente en el intestino del hombre y animales de sangre caliente, es una bacteria Gram negativa típica de la familia Enterobacteriaceae, de respiración anaerobia facultativa en el interior del intestino y aerobia en el exterior (Huang et al., 2000). E. coli es un bacilo grueso, corto, de 0.4 a 0.7 micras de grosor y de 1 a 4 micras de longitud, la motilidad varía según los medios de cultivo, no forma esporas; es gram negativa y se tiñe uniformemente por los colorantes de anilina, y no presentan estructuras íntimas características. E. coli es parte de la flora normal del intestino grueso en el hombre y de los animales. Algunas cepas de E. coli son por naturaleza patógenas y pueden producir infección entérica o enfermedades extra intestinales; estas cepas patógenas se han englobado en seis diferentes grupos o categorías: E. coli enteropatógenicos (EPEC), E. coli enterotoxigénico (ETEC), E. coli enteroinvasivos (EIEC), E. coli enterohemorrágica (EHEC), E. coli enteroagregativa (EAEC), E. coli con adherencia difusa (DAEC), siendo de estas anteriores la ETEC y la EHEC las de mayor prevalencia. Las infecciones por E. coli provocan en los seres humanos del orden de 630 millones de casos de diarrea en el mundo y aproximadamente 775,000 muertes al año, afectando fundamentalmente a la población infantil de los países en vías de desarrollo. (Nataro, y Kaper, 1998); (Wang, et al., 1997).

Salmonella

El género Salmonella pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Los miembros del género Salmonella son bacilos gram-negativos, de 0,7-1,5 x 2,0-5µm, generalmente móviles por flagelos peritricos (excepto S. gallinarum), son anaerobios facultativos, no esporulados. No fermentan la lactosa (excepto S. entérica subsp. arizonae y S. entérica subsp. diarizonae), fermentan glucosa con producción de gas (excepto S. typhi); no producen indol; no degradan urea; decarboxilan lisina y ornitina. (Bopp et al., 1999), Se encuentra en las aves crudas, los huevos, la carne vacuna y algunas veces, en las frutas y vegetales sin lavar (EEUU, 2017). Los productos alimentarios

que han sido sometidos a un adecuado tratamiento térmico durante el proceso son generalmente libres de los patógenos. Sin embargo, las investigaciones epidemiológicas en brotes relacionados con varios productos listos para el consumo han demostrado que la presencia de *Salmonella* spp. en los productos que se consumen con frecuencia, se debe al postproceso de recontaminación (Reij y Den Aantrekker, 2004). En estos productos, principalmente afectados por su contaminación superficial. Los envases antimicrobianos podrían evitar la necesidad de añadir grandes cantidades de antibióticos a los alimentos y disminuir la reducción de la actividad antimicrobiana debido a las interacciones con constituyentes de los alimentos. (Appendini y Hotchkiss, 2002).

El benzoato de sodio

La principal causa de deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). El benzoato de sodio, es conocido también como benzoato de sosa, benzoato sódico, sal sódica del ácido benzoico, sal sódica del ácido benceno-carboxílico; sal sódica del ácido dracílico; sal sódica del ácido fenil-carboxílico. Es una sal del ácido benzoico, blanca, cristalina o granulada, de fórmula C_6H_5COONa . Es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol. La sal es antiséptica y se usa generalmente para conservar los alimentos. (Sauceda, 2011)

Existe una tendencia mundial hacia un mayor consumo de frutas y hortalizas, motivado fundamentalmente por una creciente preocupación por una dieta más equilibrada, con menor proporción de carbohidratos, grasas y aceites y con una mayor participación de la fibra dietaria, vitaminas y minerales. Esto se fundamenta, en parte, en las menores necesidades calóricas de la vida moderna, caracterizadas por un mayor confort y sedentarismo. Sin embargo, la tendencia es cada vez consumir productos más frescos y sanos, y lo más parecido a su forma original. Esto debido a que se ha asociado el consumo de conservadores químicos con intoxicaciones, cáncer y otras enfermedades degenerativas, como son los benzoatos, nitritos y nitratos, anhídrido sulfuroso (SO_2), entre otros. Esto genera la necesidad de buscar alternativas de conservación que cubran las mismas propiedades antimicrobianas y compatibilidad con el alimento (Álvarez-Parrilla, 2005). Citado por (Sauceda, 2011).

Hierbas culinarias a estudiar sus propiedades conservantes

Se han encontrado muchas otras propiedades medicinales en la canela. En la medicina popular se utiliza para tratar el reumatismo y otras inflamaciones. Se cree que sus propiedades anti-inflamatorias, antiespasmódicas y anti-coagulantes son debidas a su contenido de cinamaldehído. Los extractos de canela son agentes activos frente al *Candida albicans*, el hongo responsable de la infección vaginal por hongos, así como el *Helicobacter pylori*, la bacteria responsable de las úlceras estomacales. Se cree que las propiedades antimicrobianas de la canela son debidas al eugenol y un derivado del cinamaldehído. Los extractos de canela también inhiben el crecimiento de los cultivos de las células tumorales. Este efecto puede ser debido a la presencia de procianidinas y de eugenol en el extracto de la corteza. La canela es también útil como conservante de alimentos para inhibir el crecimiento de las bacterias comunes transmitidas por los alimentos como pueden ser la *Salmonella* y *E. coli*. El clavo de olor se utiliza para el malestar estomacal y como un expectorante. Los expectorantes ayudan a expulsar la flema al toser. El aceite de clavo de olor se utiliza para la diarrea, las hernias y el mal aliento. El clavo de olor y el aceite de clavo de olor se utilizan para los gases intestinales, las náuseas y los vómitos.

La Canela

Anteriormente a la canela se le utilizaba para conservar los alimentos, ya que sus propiedades fungicidas, bactericidas o bacteriostáticas mataban o inhibían el crecimiento de los organismos que podrían estropear los alimentos. Su función conservadora se demuestra en los bálsamos que los egipcios utilizaban para conservar las momias. La mayor parte de su composición estaba formada por especias como canela, casia y mirra. En su presentación en rama o molida, en Occidente la canela se utiliza como ingrediente para las salsas, algunos platillos como el mole y sobre todo en los postres como cremas, mousses, natillas, arroz con leche, pasteles, capirotada, tamales, torrijas, pudín, helado de canela, etc.. En oriente y Arabia también se le da uso en la cocina. Por su aroma dulce, cálido y penetrante, le da un excelente sabor al café, atole y desde luego al té, que puede tomarse ya sea solo como en un té negro de canela o acompañada de limón o manzana. En el Oriente suelen mezclarla con otras especias como el clavo de olor o el cardamomo. Más usos de la canela, La industria licorera utiliza la canela como un ingrediente para aromatizar los licores. El sector de las fragancias le da uso en la preparación de perfumes y jabones de tocador. Uno más es en el área decorativa, sobre todo en las manualidades, los arreglos florales y frutales. Para que la canela conserve ese aroma tan especial por más tiempo, guárdese en frascos de cristal bien cerrados y en un lugar seco.

Metodología de la investigación

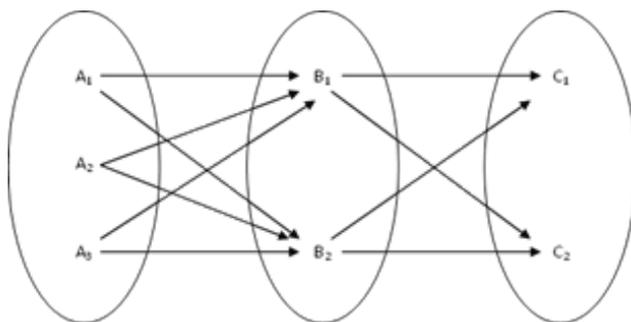
El mango y melón se compraron en el mercado municipal de Santa Rosa de Copan, con una calidad uniforme, fueron procesados, pelado cortado y despulpado, se realizó un balance de materia, se pesaron las muestras en estados frescos y procesados para determinar los porcentajes de composición de las partes de la fruta de mango. Luego se procedió a preparar las muestras para los tratamientos y controles. Posteriormente se hizo la inoculación en los medios de cultivos correspondientes en el laboratorio de microbiología del Centro Universitario Regional de Occidente, las cepas de los microorganismos a estudiar, (*Escherichia coli* y *Salmonella* spp.) que se utilizaron en la investigación se obtuvieron haciendo las gestiones con el laboratorio central de microbiología. Se realizó un estudio experimental para determinar la fase de crecimiento o destrucción de los patógenos con tres repeticiones en controles y tratamientos, utilizando el método de cuantificación o conteo de unidades formadoras de colonia (UFC) en placa sobre los medios selectivos para cada bacteria estudiada.

Toma de muestra

Las muestras analizadas en el presente trabajo fueron la pulpa de Mango, *Mangifera indica* L., familia, botánica: Anacardiaceae, llevando las muestras de fruta de mango y melón Cantaloupe (*Cucumis melo*), al laboratorio, es necesario seguir los pasos de procesamiento para obtener la pulpa, la operación de preparación de muestras para el análisis microbiológico, exige unas reglas de manipulación asépticas muy estrictas, así como la utilización de material y diluciones estériles, para evitar la contaminación exterior del alimento.

Medios utilizados: Eosina azul de metileno agar (Agar EMB). Medio diferencial selectivo para el aislamiento de coliformes en el agua se emplea como medio diferencial para el aislamiento y diferenciación de bacterias entéricas Gram negativas. XLD, Medio (Ph. Eur.) Se emplea para el aislamiento de Enterobacteriáceas patógenas, principalmente *Salmonella* y *Shigella*, a partir de muestras biológicas y productos alimenticios.

Diseño experimental:



Dónde:

C1 = Canela, B1 = Mango, C1 = Escherichia coli, C2 = Clavo de olor, B2 = Melón, C2 = Salmonella, B3 = Benzoato de sodio. Los tratamientos: A1 B1C1, A1 B1C2, A1 B2C2, A1 B2C1, A2 B1C1, A2 B1C2, A2 B2C1, A2 B2C2, A3 B1C1, A3 B1C2, A3 B2C1, A3 B2C2 y controles Control B1C1, Control B2 C1, Control B1 C2 y Control B2 C2.

Resultados

El método aceptado para la determinación del porcentaje de materia seca es secando la muestra en un (vacío) horno a 110°C hasta que los pesos consecutivos hechos en intervalos de 2 horas varíen por menos de 3 mg (Métodos AOAC 1980). Aunque se pueden secar varias muestras en cualquier momento, este método tiene la desventaja de requerir por lo general muestras que van a ser secadas toda la noche para completar la prueba. La tecnología de secado por Microondas tiene sus méritos debido a su velocidad, simplicidad, bajo costo y repetibilidad, pero tiene como resultado un secado localizado y proporciona una alta variabilidad en los tiempos de secado dependiendo de los ajustes de potencia y del tipo de muestra.

Se observa que en término de 10 horas la muestra perdió un 90.51% de humedad, el cual se mantuvo constante a partir de la hora seis de tratamiento térmico a una temperatura constante de 105 °C.

Se determina que la pulpa del mango congelado, tiene un 9.49% de materia seca, como puede observarse en la gráficas, resultados de tres repeticiones.

Gráfico 1. Porcentaje de humedad en mango.

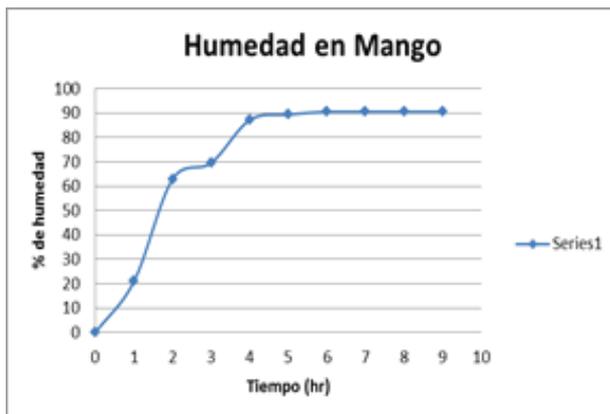


Gráfico 2. Porcentaje de materia seca en mango.

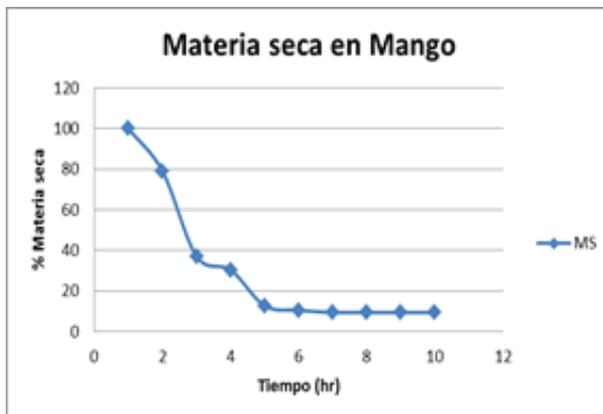


Gráfico 3. Porcentaje de humedad en melón.

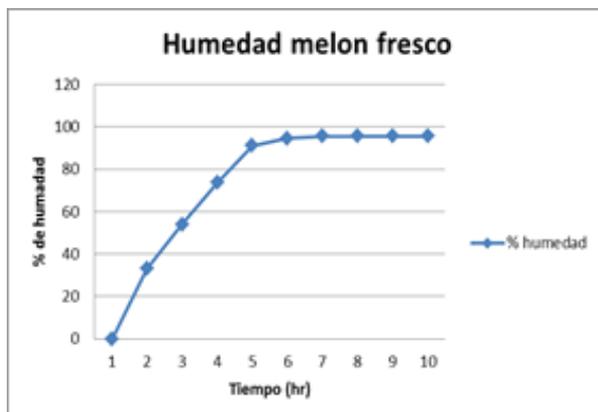
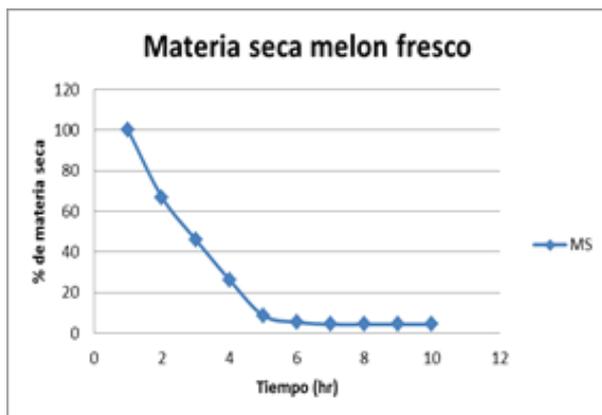


Gráfico 4. Porcentaje de materia seca en melón.



Se observa que en termino de 10 horas la muestra perdió un 95.60% de humedad, el cual se mantuvo constante a partir de la hora seis de tratamiento térmico a una temperatura constante de 105 °C.

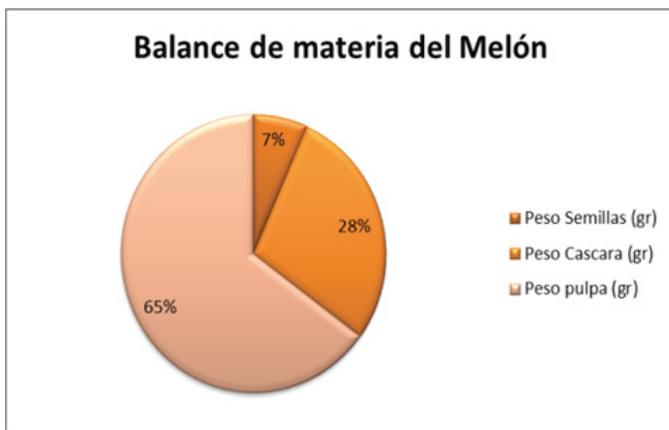
Se determina que la pulpa del melón en estado fresco, tiene un 4.40% de materia seca, como puede observarse en la gráfica No. 4. Para dicho análisis fueron utilizadas 4 muestras, las cuales fueron promediadas para la respectiva gráfica.

Balance de materia del mango (*Mangifera indica*) variedad Haden y Melón (*Cucumis melo*) variedad cantaloupe.

El balance de masa es el principal cálculo dentro de la industria alimentaria, este ayudará a controlar cantidades de materia prima que entran y salen de los procesos. Con este se facilita el poder identificar la cantidad de producto terminado que se obtendrá a partir de determinada cantidad de materia prima con la que se cuenta. (Lomas 2002).

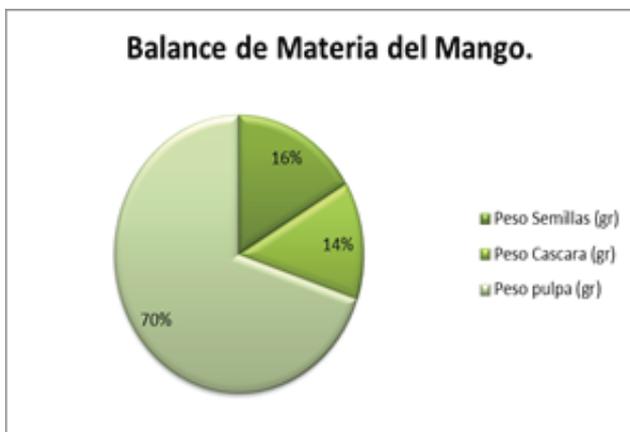
Se procedió a procesar la fruta del mango y melón para preparar las muestras, tanto los controles como las muestras a tratar con clavo de olor, canela y benzoato de sodio, se pesó la fruta fresca para determinar el peso total, luego se procedió a pelar la fruta se pesó el epicarpio (piel o cascara de la fruta), se rebano la fruta dejando solamente el endocarpio (semilla o hueso) en el caso del mango y en el melón las semillas, a las cuales se les determino el peso, y finalmente el mesocarpio (pulpa) se convirtió en la muestra problema para el presente estudio.

Gráfico 5. Balance de materia en melón.



El 35% del melón representado por peso de la semilla y cascara son considerados desperdicios, pero podrían ser utilizados, en la elaboración de piensos en la alimentación animal, así como abono orgánico para plantas. El mayor porcentaje del fruto de melón representa el 65% de pulpa utilizado en la industria alimenticia.

Gráfico 6. Balance de materia en mango.

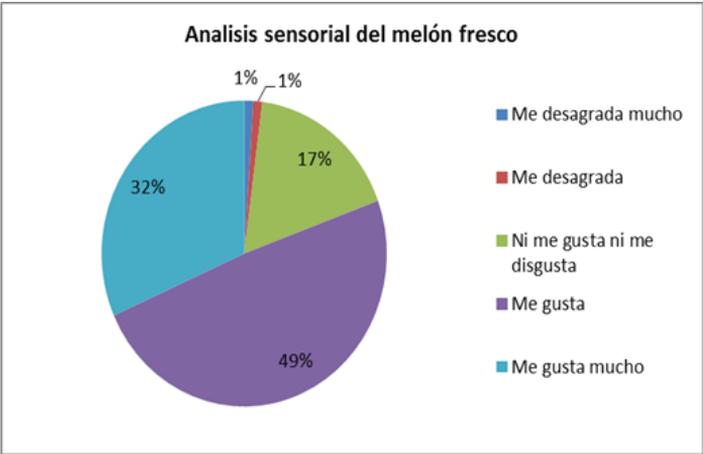


El 30% del mango representado por peso de semilla y cascara son considerados desperdicios, pero podrían ser utilizados, en la elaboración de piensos en la alimentación animal, así como abono orgánico para plantas. El mayor porcentaje del fruto de mango representa el 70% de pulpa utilizado en la industria alimenticia.

Resultados encontrados en el proceso de análisis sensorial muestras estudiadas

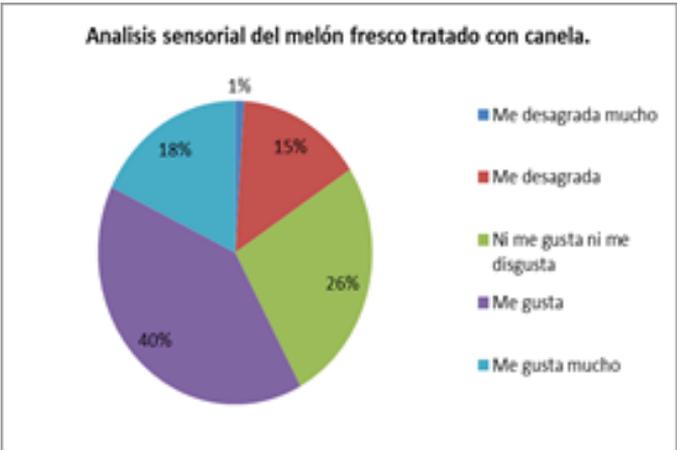
Se realizó degustación de melón fresco, tratada con canela, clavo de olor y benzoato de sodio, así mismo la fruta fresca sin ningún tratamiento.

Gráfico 7. Análisis sensorial, melón fresco sin tratamiento.



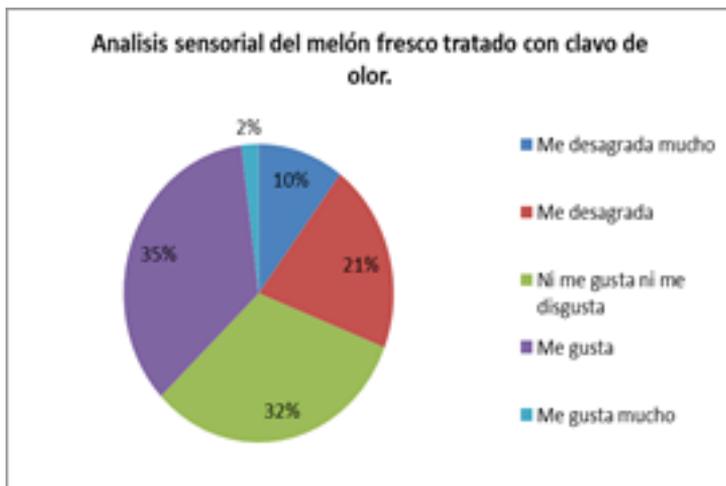
El 81% de los degustantes aprobaron su sabor, aroma y color característico de esta fruta, resaltando el aroma y sabor, en forma global el 98% de los catadores aprueban las características organolépticas del melón fresco, el sabor es la característica sensorial más destacable en la muestra.

Gráfico 8. Análisis sensorial, tratamiento melón-canela.



Solamente un 58% de los degustantes percibieron el sabor y aroma a canela aceptable, la aprobación global de melón más canela fue de un 84%, y no aceptable 16%.

Gráfico 9. Análisis sensorial, tratamiento melón-clavo de olor.



El clavo de olor fue percibido y aceptados por los degustantes en forma global 69% aceptado y un rechazo de 31%.

Gráfico 10. Análisis sensorial, tratamiento melón-benzoato de sodio.

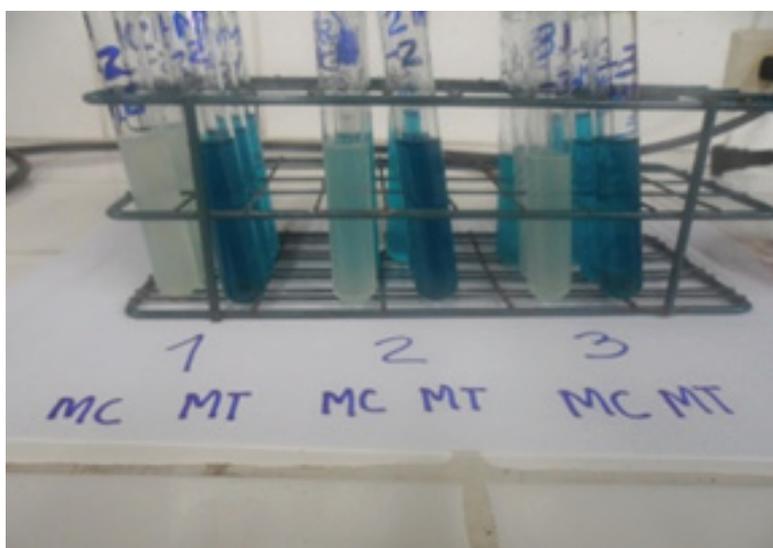


Melón más el tratamiento de benzoato de sodio, la aceptación global fue de un 73% y el rechazo de un 27% al químico.

Pre- ensayos

En el pre-ensayo de investigación experimental, la muestra mango con un pH de 3.4, se inoculó con *Salmonella* spp. observando que el tratamiento con clavo de olor a una concentración del 5%, eliminó el crecimiento bacteriano registrado en el control, por lo cual el tratamiento es fulminante, se analizó la presencia o ausencia de bacterias en el caldo Rapapport, de acuerdo al cambio de coloración del medio en los tubos de ensayo sometidos al tratamiento.

Fotografía 1. Cambio de coloración en caldo Rapapport



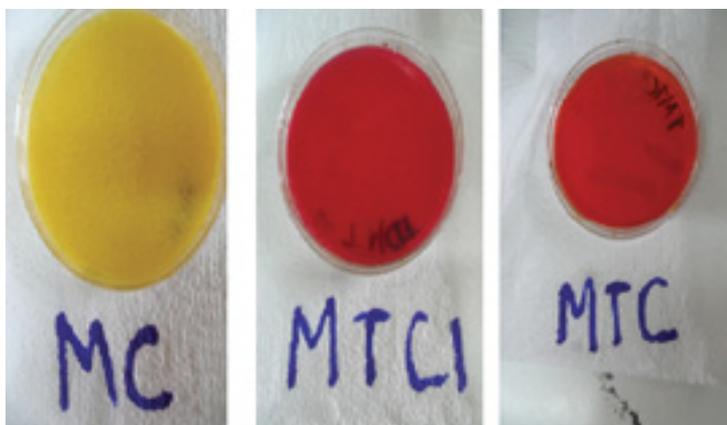
El segundo pre-ensayo, se realizó con dos tratamientos: clavo de olor y canela, el control registró un crecimiento microbiano de 5 Log₁₀, las muestras de mango fueron sometidas al tratamiento con clavo de olor y canela en solución acuosa a .

En las figuras se observa un cambio de color del XLD medio selectivo para *Salmonella* en el cual el control presenta un crecimiento microbiano, con el tratamiento MTCL (Mango tratado con Clavo de Olor), se observó muerte bacteriana total de la *salmonella* en el medio debido al tratamiento, de igual forma en el caso del MTC (Mango tratado con canela) se observa una eliminación del crecimiento bacteriano por lo cual los tratamientos se consideran fulminantes.

Tabla 1. Ensayo día cero con clavo de olor y canela.

MOO Bacteria	Diluciones	Ensayo día 0				
		Control		Clavo de olor		Canela
Salmonella spp.	1.00E-01	Incontables		0.00		0.00
		Incontables		0.00		0.00
		Incontables				
Salmonella spp.	1.00E-02	30		0		0
		46		0		0
		38	1.04E+03	0	0.00E+00	0
Salmonella spp.	1.00E-03	13		0		0
		30		0		0
		21.5	2.15E+05	0	0.00E+00	0
Salmonella spp.	1.00E-04	4		0		0
		4		0		0
		4	4.00E+05	0	0.00E+00	0

Fotografía 2. Cambio de color en medio selectivo para Salmonella.



Resultados de los análisis de laboratorio

MANGO – E. COLI.

Según la tabla resumen con el mango y la bacteria E. coli, se obtuvieron los siguientes resultados, el control presentó crecimiento constante hasta el día 7 y se redujo hasta 2 log₁₀, el día 15.

En tratamiento mango – E. coli – clavo de olor crecimiento constante hasta el día 7 y disminuyó a 3 log₁₀, el día 15, igual se presentó con el mango-E. coli – canela. Situación diferente se presentó con mango – E. coli – benzoato de sodio, que el día 0 presentó una disminución de 9 log₁₀.

MANGO – SALMONELLA.

En el control de mango – Salmonella, se observó crecimiento constante hasta el día 7. Y disminución en su crecimiento de 4 log₁₀ el día 15. Igual situación se observó en el tratamiento de mango- Salmonella- Clavo de olor, mango- Salmonella – canela que disminuyo 4 log₁₀ al día 15.

Situación muy diferente con la muestra tratada con benzoato de sodio que el día 7 disminuyo 9 log₁₀.

MELÓN – E. COLI.

En el control E. coli el crecimiento se mantuvo constante hasta el día 15. En el tratamiento melón – E. coli – clavo de olor, bajo 4 log₁₀ el día 7, lo que se mantuvo constante hasta el día 15. En el tratamiento melón – E. coli – canela, se mantuvo constante en el día 7, y disminuyo su crecimiento a 3 log₁₀ el día 15. En el tratamiento melón – E. coli – benzoato de sodio, hasta el día 7, se mantuvo constante y disminuyo su crecimiento a 5 log₁₀ el día 15.

MELÓN – SALMONELLA.

En el control se mantuvo constante hasta el día 7, disminuyendo su crecimiento a 3 log₁₀ el día 15. En el tratamiento de Melón – Salmonella – Clavo de olor disminuyo su crecimiento a 5 log₁₀ el día 7 y a 6 log₁₀ el día 15. En caso de melón – salmonella - canela el crecimiento se mantuvo constante hasta el día 7, y disminuyo a 6 log₁₀ el día 15, Igual efecto se observó en el tratamiento melón-salmonella y benzoato de sodio.

Gráfico 15. Controles inoculados con las bacterias patógenas Escherichia coli O157 y Salmonella enteritidis en Mango Haden y Melón.

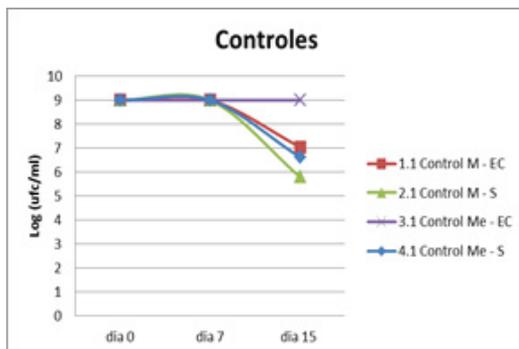


Gráfico 16. Efecto del clavo de olor a una concentración de 5% sobre el crecimiento de Escherichia coli O157 y Salmonella enteritidis en Mango Haden y Melón.

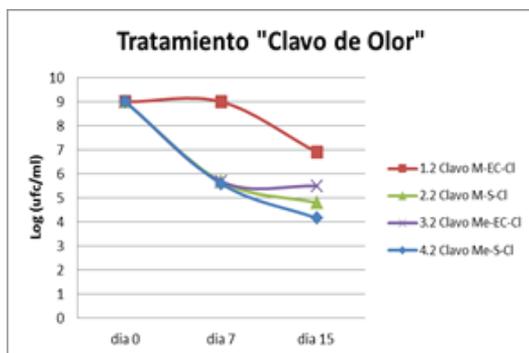


Gráfico 17. Efecto de la canela a una concentración de 5% sobre el crecimiento de Escherichia coli O157 y Salmonella enteritidis en Mango Haden y Melón.

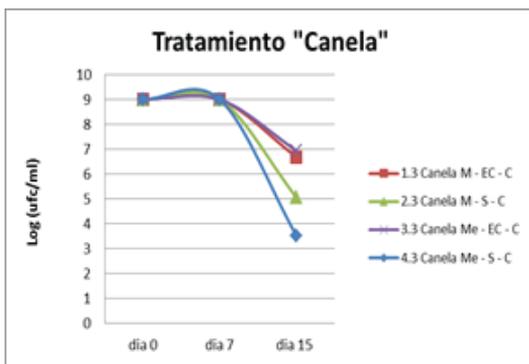


Gráfico 18. Efecto del Benzoato de sodio a una concentración de 0.1% sobre el crecimiento de Escherichia coli O157 y Salmonella enteritidis en Mango Haden y Melón.

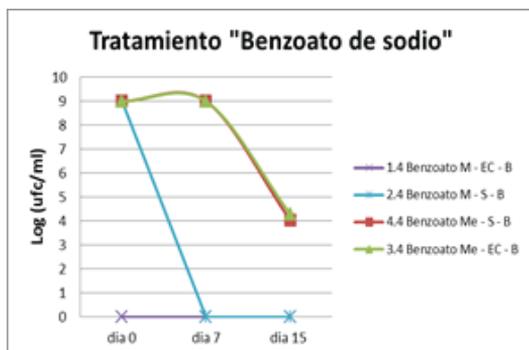


Tabla 2. Resumen de tratamientos y resultados.

Concentración	(2.5%)	(2.5%)	(0.1%)
Control M - EC	M-EC-CI	M-EC-C	M-EC-B
Constante día 7, día 15 2 log ₁₀ .	15 días 3 log ₁₀ .	Día 7 constante, 15 día 3 log ₁₀ .	Día 0, 9 log ₁₀ .
Control M - S	M-S-CI	M-S-C	M-S-B
Constante día 7, día 15 4 log ₁₀ .	15 días 4 log ₁₀ .	Día 7 constante, día 15 4 log ₁₀ .	7 días 9 log ₁₀ .
Control Me - EC	Me-EC-CI	Me-EC-C	Me-EC-B
Constante 15 días.	7 días 4 log ₁₀ , constante a los 15 días.	Día 7 constante, día 15 3 log ₁₀ .	7 día constante, 15 día 5 log ₁₀ .
Control Me - S	Me-S-CI	Me-S-C	Me-S-B
Constante día 7, día 15 3 log.	7 días 5 log ₁₀ , 15 días 1 log. Mas (total 6 log.)	Día 7 constantes, 15 día 6 log ₁₀ .	7 día constante, 15 día 5 log ₁₀ .



CONCLUSIONES

1. El efecto bactericida de clavo de olor fue diferente en las dos frutas tratadas; en el mango inoculado con *E. coli* se observó un mínimo efecto y en el mango inoculado con *Salmonella* spp. no hubo efecto bactericida. En el caso del melón inoculado con ambas bacterias, si se observó el efecto bactericida del clavo de olor.
2. El efecto bactericida de la canela fue mínimo en ambas frutas inoculadas con *E. coli*. En el mango inoculado con *Salmonella* spp. no hubo efecto bactericida, pero en el melón si tuvo un efecto letal.
3. El uso del benzoato de sodio ejerció un efecto bactericida, tanto en el melón como el mango, inoculadas con ambas bacterias. En el análisis se observó que en el mango inoculado con *E. coli* el efecto fue fulminante, (muerte en el día 0).
4. El 35% del peso de melón está representado por la semilla y cascara, los cuales son considerados desperdicios, pero podrían ser utilizados, en la elaboración de piensos en la alimentación animal, así como abono orgánico para plantas. El mayor porcentaje del fruto de melón representa el 65% de pulpa utilizado en la industria alimenticia. En el análisis de materia seca de la pulpa se observó que en termino de 10 horas la muestra perdió un 95.60% de humedad, el cual se mantuvo constante a partir de la hora seis de tratamiento, a una temperatura constante a 105 °C. Por lo tanto observamos que el alto contenido de humedad de este fruto, es un ambiente ideal para el desarrollo de las bacterias.
5. El 30% del mango está representado por el peso de la semilla y cascara que son considerados desperdicios, pero podrían ser utilizados, en la elaboración de piensos en la alimentación animal, así como abono orgánico para plantas. El mayor porcentaje del fruto de mango representa el 70% de pulpa utilizado en la industria alimenticia. En el análisis de materia seca de la pulpa de mango se observa que en termino de 10 horas la muestra perdió un 90.51% de humedad, el cual se mantuvo constante a partir de la seis horas, tratamiento térmico a una temperatura constante a 105 °C, por lo tanto, al igual que el melón tiene un ambiente ideal para el desarrollo y crecimiento de bacterias.
6. En el comportamiento sensorial de las frutas sometidas al tratamiento de la canela, clavo de olor y benzoato de sodio; se observó que el melón tratado con canela tuvo mayor aceptación por el grupo de catadores, tanto en color, sabor y aroma. En el caso del melón tratado con clavo de olor tuvo menor aceptación ya que impactó negativamente en el color el cual se tornó más oscuro. De igual forma en el melón tratado con benzoato de sodio se detectó el sabor de dicho químico y se intensificó de manera positiva el color de la fruta. En el caso del mango el tratamiento más aceptado fue el tratado con clavo de olor, en cuanto a sabor y aroma, a pesar de

que el color se tornó más oscuro.

7. En el tratamiento de mango con canela fue aceptado en menor porcentaje que el tratado con clavo de olor, pero en cuanto a color este se intensificó. El mango tratado con benzoato de sodio fue la muestra que tuvo menor aceptación en sabor y aroma, que al igual que en el melón fue detectado el sabor a químico utilizado, aunque el color fue intenso.

RECOMENDACIONES

1. El uso de benzoato de sodio deberá probarse en menor concentración, conjuntamente con la canela y clavo de olor, y a extractos acuosos de estas especias que son fuente natural de benzoato de sodio.
2. Incentivar en el agricultor la producción y procesamiento de diferentes especias que puedan ser utilizadas como conservantes en los alimentos, ya que en la ejecución del proyecto de investigación no se pudo encontrar extractos acuosos de las especias utilizadas.
3. Estudiar el poder bactericida de otras especias diferentes existentes en el país.
4. En este tipo de investigación científica es necesario mayor tiempo disponible por parte del docente investigador, el cual debería estar en una condición de exclusividad, ya que es necesario ampliar el número de repeticiones por tratamiento, para obtener resultados más confiables.
5. Es necesario mejorar las condiciones de las instalaciones, equipo y material de laboratorio de microbiología y procesamiento de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. María del Carmen Morales, del Laboratorio Central de Bacteriología, de la Secretaría de Salud, en Tegucigalpa. A la Dra. Karla Patricia Torres y Dr. Francis Díaz, Ing. Omar Vicente Ayala, Lic. Yadira Rivera por el apoyo técnico. A los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, Samuel Isaac Tabora, Doris Alicia Alcántara y Elisa Saavedra, por su colaboración y participación en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beaulieu J.C. y Lea J.M. (2003). Volatile and quality changes in fresh-cut mangos prepared from firm-ripe and soft-ripe fruit, stored in clamshell containers and passive MAP. *Postharvest Biology and Technology* 30: 15–28.
- Brecht J.K. (1995). Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30: 18–22.
- Bostick, R. M.; Potter. D.; Fosdick, L.; Grambsch, P. ; Lampe, J. W.; Wood, J.R. ; Louis, T. A.; Ganz, R. y Grandits. (1993). G. Calcium and colorectal epithelial cell proliferation: A preliminary randomized, double-blinded, placebo controlled clinical trial. *Journal of National Cancer Institute*, 85: 132–141.
- Burg, S.P. y Burg, E.A. (1962). Role of ethylene in fruit ripening. *Plant Physiol.* 37: 179–189.
- CDA - Fintrac Inc. (2009). Programa de Apoyo a Procesadoras de Alimentos "Resultados reales para personas reales". Washington DC: Centro de Desarrollo de Agronegocios (CDA).
- Díaz, C. (2005). Manual práctico de microbiología (Mango y Aguacate). Elsevier España: EUNED.
- D'aoust, J.-Y. (2007). Current foodborne pathogens: salmonella. In M. Storrs, M.- C. Devoluy, & P. Cruveiller (Eds.), *Food safety handbook: Microbiological challenges*. France: BioMérieux Education., 128-141.
- Elvia Nereyda Rodríguez Saucedo. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai, Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa*. 7 (1) 153-170.
- FAO. (1997). *Procesamiento a pequeña escala de frutas y hortalizas amazónicas nativas e introducidas*. Manual técnico, Gaetano Paltrinieri, cap. i, Ministerio de Cooperación Técnica del Reino de los Países Bajos.
- Giraldo G. A. (2003). *Deshidratación osmótica de mango (Mangifera Indica) Aplicación al escarchado* [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Kleibeuker, J. H., Welberg, J. W.; Mulder, N. H.; Van Der Meer, R.; Cats, A.; Limburg, A. J.; Kreumer, W.M.; Hardonk, M. J.; De Vries, E. G. (1993). Epithelial cell proliferation in the sigmoid colon of patients with adenomatous polyps increases during oral calcium supplementation. *Journal of Cancer*, 67: 500–503.
- Hauben, K.J.A., Bartlett, D.H., Soontjens, C.C.F., Cornelis, K., Wuytack, E.Y. y Michiels, C.W. (1997). *Escherichia coli* mutants resistant to inactivation by high hydrostatic pressure. *Applied and Environmental Microbiology* 63: 945– 950.
- Milacatl, V. (2003). *Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango* [Trabajo de grado]. Puebla, México Universidad de las Américas, Departamento de Ingeniería Química y Alimentos.
- Pascual Anderson, M. del R. y Calderón y Pascual, V. (2000). *Microbiología alimentaria metodología analítica para alimentos y bebidas*. Ediciones Díaz de Santos (Ed.), Madrid.
- Sloan A.E. (2005). Top ten functional food trends. *Food Technology* 59(4): 20–32.

- Ragaert P., Verbeke W., Devlieghere F. y Debevere J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference* 15: 259–270.
- Unión Europea, G. A. (2013). Promoción de inversiones e intercambios comerciales apoyo al sector de la micro y pequeña empresa en Guatemala. *Revista Unión Europea, por la paz y la cohesión social.*, 18 (1) 1