

DESARROLLO DE PULPA DE MANGO COMÚN TRATADA ENZIMATICAMENTE Y ADICIONADA CON CALCIO, OLIGOFRUCTOSA Y VITAMINA C.

DEVELOPMENT OF PULP OF COMUN MANGOES TREATED ENZIMATICAMENTE AND STATE WITH CALCIUM, OLIGOFRUCTOSE AND VITAMIN C.

Victor D. Quintero C.,¹ Germán A. Giraldo G.,¹ Misael Cortes R.²

Recibido para evaluación: Enero 25 de 2011 - Aceptado para publicación: Junio 14 de 2011

RESUMEN

Los alimentos funcionales son aquellos alimentos que poseen algún Componente Fisiológicamente Activo (CFA) cuya finalidad es la de proporcionar un beneficio para la salud superior al que aportan los nutrientes tradicionales que contenga. En este trabajo se desarrollaron y se caracterizaron fisicoquímica, microbiológica y sensorialmente tres formulaciones de una pulpa a base de mango que incluían CFA como oligofruktosa, Vitamina C y Calcio, a su vez se compararon frente a una pulpa control que no tenía CFA. El Calcio y la vitamina C se introdujeron a la matriz del jugo en un 20% del valor diaria de referencia (VDR). Las formulaciones variaron en la relación Calcio-Olifofruktosa que fueron 1:1, 2:1 y 3:1, en presentaciones de 250 g. El Calcio, introducido como fumarato de Calcio, fue el componente que menos se solubilizó encontrándose en una concentración promedio de 178 mg/L en las tres formulaciones, la vitamina C y la oligofruktosa permanecieron constantes durante toda la evaluación. El comportamiento cinético y el análisis sensorial indicaron que había un cambio de color de la pulpa, La mejor formulación fue la elaborada con una relación 1:1 Calcio oligofruktosa ya que los jueces determinaron que el aroma y color fueron semejantes y el sabor y la textura mejores con respecto a la pulpa control.

Palabras clave: Pulpa de mango, oligofruktosa, Calcio, Vitamina C

ABSTRACT

The functional foods are those foods that own some Component physiologically Active (CFA) whose purpose is the one to provide a benefit for the health superior to which they contribute the traditional nutrients that contain. In this work they were developed and they were characterized physico-chemical, microbiological

¹Laboratorio Diseño de Nuevos Productos, Programa de Maestría en Química. Universidad del Quindío. Cra 15 #12 N, Armenia Quindío, (7)460136, victordumar@uniquindio.edu.co

²Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. A.A. 568. Medellín, Colombia.

and sensorially three formulations of a pulp with handle that included CFA like oligo-fructose, Vitamin C and Calcium, were compared as well in front of a control pulp that non tape worm CFA. The calcium and vitamin C were introduced to the matrix of the juice in a 20% of the daily reference value (DRV). The formulations varied in the Calcium relation that was 1:1, 2:1 and 3:1, in presentations of 250 g. The Calcium, introduced like fumarate of Calcium, was the component that less solubilized being in a concentration average of 178 mg/l in the 3 formulations, vitamin C and the oligo-fructose remained constant during all the evaluation. The kinetic behavior and the sensorial analysis indicated that there was a change of color of the pulp, the best formulation was elaborated with a relation the 1:1 Calcium oligo-fructose since the judges determined that the aroma and color were similar and the best flavor and the texture with respect to the pulp control.

Keys word: Mango pulp, oligofructose, Calcium, Vitamin C.

INTRODUCCIÓN

El mango es una de las principales frutas tropicales del mundo debido a su contenido de vitaminas, minerales y a su agradable sabor y aroma, con lo cual se convierte en una de las frutas más apetecibles y demandadas por los consumidores (Rajkumar et al. 2007). El problema de las frutas tropicales es su perecibilidad, es decir son productos que pueden durar almacenados máximo 6 o 7 días (Quintero-Castaño y Navarro 2010). Para ello la ciencia y tecnología de alimentos ha volcado sus esfuerzos desde hace décadas en darle valor agregado a estas materias primas, transformándolas en productos procesados con un tiempo de vida mucho más amplio. Uno de esos productos son las pulpas con las cuales se elaboran los jugos de frutas (Thomas y Gebhardt 2009). Estos se constituyen en una buena opción para cubrir las necesidades hídricas del organismo, y además su consumo proporciona los distintos nutrientes que se encuentran en las frutas, como azúcares (fructosa), vitaminas (Vitamina C y Beta-caroteno) y minerales (Potasio, Fósforo, Calcio, etc.) (Cortés et al. 2005).

Los alimentos funcionales son aquellos que fuera del aporte nutricional, aportan

compuestos químicos o microorganismos que son beneficiosos el consumidor, no sólo desde el punto de vista nutricional si no desde el mejoramiento de muchos procesos fisiológicos al interior del cuerpo humano como lo es el mejoramiento de la circulación, de la digestión, disminución de osteoporosis, prevención de la diabetes, entre otros (Jones y Jew 2007). El tema de los alimentos funcionales fue desarrollado en Japón en los años 80s con el fin de reducir los altos costo asociados con el cubrimiento del régimen de salud de personas cada vez mayores, desde ese momento se ha intentado introducir Componentes Fisiológicamente Activos (CFA) a los alimento con el fin de que proporcione un beneficio para la salud superior al que aportan los nutrientes tradicionales que contenga. En la actualidad los fisiólogos han identificando algunos CFA que están siendo usados en los alimentos como lo son: Fibras alimentarias, Oligosacáridos, Alcoholes derivados de azúcares, Ácidos grasos poliinsaturados, Péptidos y Proteínas, Glucósidos, Isoprenoides y Vitaminas, Alcoholes y fenoles, Colinas (lecitina), Bacterias ácido lácticas, Minerales, entre otros (Siro et al. 2008). Las deficiencias alimenticias a las que están sometidas las personas en la actualidad hacen que los alimentos funcionales estén hoy a la vanguardia pues

generan beneficios a parte de la nutrición para las cuales son elaborados; sin embargo cuando se habla de bebidas pre y probióticos se refiere estrictamente a los alimentos de naturaleza láctea; esta característica primordial segmenta el mercado exclusivamente para aquellos que pueden consumir lácteos dejando al resto de la población sin el beneficio que podrían obtener al consumirlos (Quintero-Castaño y Navarro 2010 y Siro et al. 2008) La obtención de pulpas de frutas con características prebióticas cobija a todos aquellos consumidores que son intolerantes de alguna forma a los productos lácteos pudiéndose aprovechar de alguna manera de este tipo de alimentos básicos como alimentos funcionales (Quintero y Navarro 2010). La producción de jugos y pulpas naturales funcionales es limitada debido al bajo conocimiento que se tiene del comportamiento de las matrices de las constituyentes de estas bebidas en el momento de procesarlas y conservarlas. Además la mayoría de los productos del mercado proporcionan al consumidor los componentes nutricionales básicos de cada fruto sin aportar otros compuestos que sean bioactivos en el ser humano. Dentro de la normatividad que rige los alimentos existen diversos tipos: la Norma General del Codex para Zumos (Jugos) y Néctares de Frutas (Codex Stan 247-2005) y la Resolución del Ministerio de Salud No 7992 del 21 de Julio de 1991, por la cual se reglamenta los diversos parámetros relacionados con la elaboración, conservación y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas azucaradas y refrescos de frutas. Muchos estudios se han realizado sobre el diseño y la evaluación de jugos enriquecidos con CFA. En el estudio que se realizó anteriormente (Bruce et al. 2005) se

determinó que la absorción de calcio intestinal fue mayor en bebidas suaves carbonatadas enriquecidas con calcio que en leche libre de grasa, que en jugo de naranja enriquecido con calcio, cuando trataron a 34 mujeres con un promedio de 48 años. Anteriormente se realizó un estudio en una población de estudiantes femenina encontrando que en los últimos 4 años ha disminuido la ingesta de productos lácteos cambiándolos por jugos de frutas y otras bebidas comerciales convencionales las cuales solo eran fuente de energía y se determinó una disminución considerable de la ingestión de calcio con disminución de la masa ósea (Vatanparast et al. 2006). Estudios en animales han demostrado la disponibilidad de incremento de la absorción de calcio con inulina y oligofructosa en la dieta. Este efecto beneficioso que se puede ver reflejado en el retraso de la osteoporosis se evaluó en ratas y se verificó que la acumulación del mineral en los huesos y la formación de la estructura de la red trabecular fueron mejoradas. Estos resultados respaldan las hipótesis de que inulina y oligofructosa puedan influir en la masa ósea durante la adolescencia en los seres humanos. Estudios en las niñas con un consumo de calcio habitual alto mostraron un incremento de la absorción calcio después de la administración de suplementos de inulina en la dieta. Este efecto fue 0020 más alto en las niñas que muestran un habitual bajo grado de absorción del calcio (Bosscher et al. 2006).

El objetivo principal de este trabajo fue desarrollar y caracterizar una pulpa de mango funcional adicionada con oligofructosa, calcio y vitamina C, sin conservantes y sin agua agregada, en el marco de la resolución 288 del ministerio de protección social de Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la materia prima

Los mangos se adquirieron en la central mayorista de acopio de la ciudad de Armenia (Departamento del Quindío) maduras fisiológicamente e inmaduras organolépticamente, se dejaron madurar por tres días a temperatura ambiente con el fin de que alcancen 13°Brix (Quintero-Castaño et al. 2011a). Posteriormente los mangos se lavaron, se desinfectaron y se escaldaron por 1 minuto a 85°C para inactivar las enzimas presentes.

Elaboración de la Pulpa de Mango

Los mangos pelados se homogenizaron en una licuadora convencional durante 1 minuto, a la pulpa de mango cruda se le realizó un tratamiento enzimático, como se describe en trabajos anteriores (Quintero-Castaño et al. 2011b), con una concentración de pectinasa de 0,1%, 35°C durante 100,5 minutos, con el fin de disminuirle la viscosidad, sin necesidad de adicionarle agua. La enzima y la carga microbiana se inactivaron mediante un proceso de pasteurización realizado en un baño termostático a 80°C por 20 segundos con posterior disminución de temperatura en un congelador convencional a 20°C. El pH se mantuvo constante a 3,8 con la adición de ácido cítrico.

Caracterización de la pulpa

La pulpa de mango se caracterizó fisicoquímicamente determinando el color mediante un espectrofotómetro Minolta, CR 10, con iluminante D 65 y observador estándar de 10°; a partir de los espectros de reflexión de las muestras se determinaron las coordenadas del CIE-L*a*b*, donde el componente de luminosidad (L) varía entre 0

y 100 y los componentes a (eje verde-rojo) y el componente b (eje azul-amarillo) pueden estar comprendidos entre +127 y -128. A partir de los espectros de reflectancia se obtuvo el cambio de color (ΔE) para determinar el cambio de color global en los tratamientos (Vásquez-Caicedo et al. 2007), los sólidos solubles se determinaron en un refractómetro de mesa marca THERMO, la acidez titulable expresada como porcentaje de ácido cítrico se determinó por titulación con NaOH 0,1 N hasta viraje del indicador fenolftaleína, el pH se midió con un potenciómetro de mesa marca Benchtop IQ-240, la viscosidad con un viscosímetro rotacional marca SELECTA de referencia ST 2010 a temperatura ambiente (Quintero-Castaño y Navarro 2010), la vitamina C se determinó en un espectrofotómetro ultravioleta visible marca Thermo GENESYS siguiendo la método estandarizado de 2 nitroanilina (Bernal 1993), el Calcio se cuantificó en un espectrofotómetro de Absorción Atómica marca THERMO.

Incorporación de los compuestos fisiológicamente activos (CFA)

El Calcio (agregado como fumarato de calcio), la oligofructosa y la vitamina C se incorporaron a granel a la pulpa obtenida. Se evaluaron 3 formulaciones tomando como referencia que los alimentos enriquecidos deben de contener el 20% del valor diario de referencia (VDR) de los CFA (Calcio y vitamina C) y la oligofructosa fue adicionada en tres relaciones molares diferentes con respecto al calcio: 1:1, 2:1 y 3:1 (Siro et al. 2008)

Caracterización fisicoquímica y cinética de las formulaciones

Los productos obtenidos se envasaron y se almacenaron en un refrigerador convencional

a 10°C. Se evaluaron durante 6 días para determinar la evolución de la viscosidad, el color, la acidez y los sólidos solubles, con el fin de determinar la formulación más adecuada y con mayor estabilidad fisicoquímica (Walkling-Ribeiro et al. 2009).

Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se le realizó a la pulpa después de agregarle lo CFA, determinando microorganismo mesófilos y coliformes totales. El recuento de microorganismos mesófilos, se realizó mediante diluciones seriadas de la pulpa de fruta hasta 10⁻³ en agua peptonada. Todas las diluciones se sembraron por triplicado en cajas de Petri con agar Plate Count y se incubaron a 35°C durante 48 horas. El recuento de coliformes se realizó mediante la técnica de número más probable (NMP) (Quintero-Castaño y Navarro 2010).

Análisis Sensorial

Se realizaron pruebas escalares descriptivas de las tres formulaciones de pulpa cuantificando las diferencias sensoriales introducidas por los CFA con respecto a una formulación sin CFA. Las muestras se presentaron en forma aleatoria y simultanea. Los jueces previamente semientrenados fueron 10 estudiantes del Programa de Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Quindío. El grado de intensidad del atributo evaluado de las pulpas con los CFA se compararon con los de la pulpa sin los CFA mediante una calificación de 1, 2, 3, 4 y 5; donde los valores 1 y 2 indican menor intensidad del atributo, los valores de 4 y 5 indican mayor intensidad del atributo y el valor de 3 indica igual intensidad del atributo con relación al pulpa de referencia. Las pruebas se realizaron durante tres días por triplicado. Se

evaluaron los atributos de color, aroma, sabor y textura (Zaira et al. 2010 y Restrepo et al. 2008).

A los datos obtenidos de color, textura, aroma y sabor en el análisis sensorial se les realizó un análisis estadístico ANOVA, con un nivel de significancia del 95%, mediante la aplicación de una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar los mejores tratamientos en cada caso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de la pulpa de mango

Con el tratamiento enzimático realizado a la pulpa de mango se presentó una disminución de la viscosidad según bajando desde 2853,3 mPa*s a 459, 2 mPa*s, datos que concuerdan con investigaciones publicadas anteriormente (Quintero-Castaño et al. 2011b)

Evaluación fisicoquímica de las formulaciones del Pulpa durante el almacenamiento

Después de la pasteurización de la pulpa y de la adición de los CFA los valores de L* de las formulaciones cambiaron con respecto a la pulpa control, indicando la disminución de la luminosidad en las pulpas 2 y 3 se debe principalmente a la presencia de la oligofructosa, la cual pudo haber atrapado en su interior sólidos suspendidos y moléculas de bajo peso molecular, como algunos carotenoides. Los valores de a* no tuvieron diferencia significativa entre los tratamientos pero si frente al control, aunque todas las mediciones tienen valores de a* negativos, esto se debe presentar al debido al enmascaramiento de los carotenoides por parte de los compuestos agregados y a el aporte de color blanco por parte del Calcio (Figura

1). En cuanto al valor b^* , el cual para todos los casos es positivo, no presenta diferencia significativa (p 0,687) e indica que todos tiene un color amarillo característico (Vasquez-Caicedo et al. 2007). En cuanto al cambio de color global (Figura 1), medido con el parámetro ΔE el color cambia con respecto a la pulpa control debido a las posibles interacciones que pueda sufrir el Calcio con los demás constituyentes de la muestra como lo son los carotenoides generando estructuras químicas coloreadas que afecten la cromaticidad global de la muestra (Vásquez-Caicedo et al. 2007). En la determinación de Calcio para la pulpa control se obtuvo una concentración de 110 mg/L (Figura 2), resultado coherente con investigaciones anteriores que reportan concentraciones de 10 mg/100 g de pulpa (Singh y Muthukumarappan 2008). Según lo añadido y lo existente en el mango las formulaciones deberían tener concentraciones por encima de 800 mg/L de Ca^{+2} y se llegaron a determinar concentraciones máximas de 650 mg/L esto también pudo suceder debido a que la oligofructosa al ser polar tenga muchos sitios disponibles en su moléculas interactuando con los demás constituyentes polares la matriz de la pulpa imposibilitando la total interacción

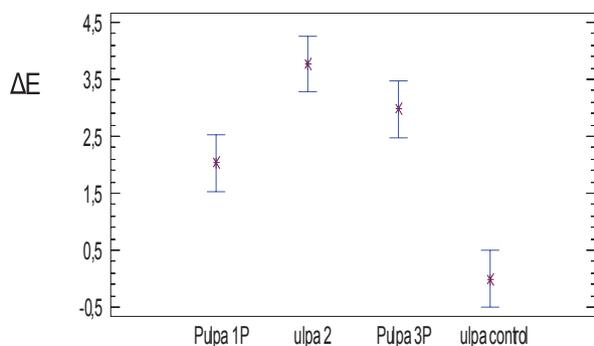


Figura 1. Cambio de color global de las formulaciones de las Pulpas con los CFA y del control

con todos los átomos disponibles de calcio impidiendo así la total solubilización de este mineral (Bosscher et al. 2003). Para el caso de la vitamina C existe una muy buena solubilidad ya que las concentraciones obtenidas fueron iguales a las cantidades adicionadas (Figura 3), con lo cual se deduce que la solubilidad de esta vitamina no se vio influenciada en ninguna de las tres formulaciones por la presencia de la oligofructosa (Hernández et al. 2006).

En la caracterización de las tres formulaciones en el tiempo cero se puede observar la diferencia de viscosidades entre las pulpas a

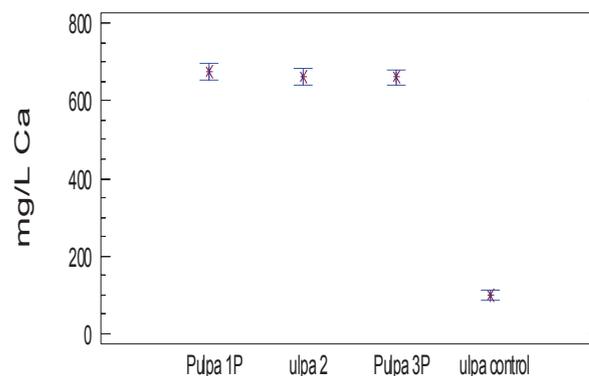


Figura 2. Concentración de Calcio (mg/L) de las formulaciones de las Pulpas con los CFA y del control

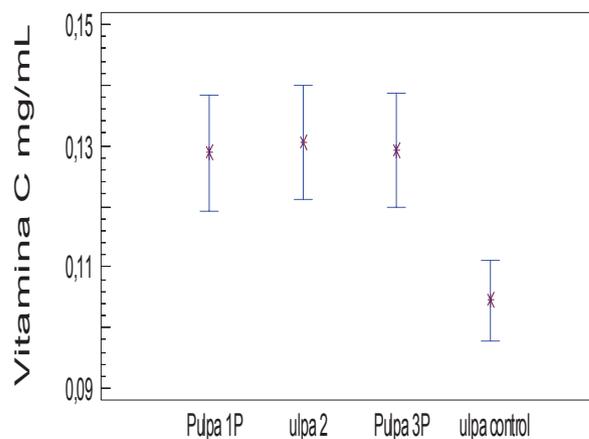


Figura 3. Concentración de Vitamina C (mg/mL) de las formulaciones de las Pulpas con los CFA y del control

las cuales se les ha incorporado los CFA con respecto a la pulpa de control el cual no los tiene incorporado, la viscosidad es mayor en las formulaciones con los CFA que en la pulpa control. Esto se debe principalmente a la presencia de la oligofructosa ya que al ser un carbohidrato de mediano peso molecular tiene la capacidad de retener agua como lo hacen los almidones y las pectinas, lo cual se ve reflejado una menor movilidad molecular del agua al interior de este sistema alimentario provocando un aumento de la viscosidad. También se puede observar que el aumento de la viscosidad no depende de la concentración de oligofructosa empleada, ya que no se perciben diferencias significativa ($p > 0,673$) entre los tratamientos. Esto concuerda con trabajos anteriores en los cuales se afirma que la oligofructosa a diferentes concentraciones de oligofructosa existe un aumento de la viscosidad en bebidas lácteas pero cuando las diferencias en las concentraciones no mayor del 20% no existe una diferencia significativa entre los tratamientos (Villegas y Costell 2007).

La evaluación de la viscosidad de la pulpa durante el almacenamiento de las tres formulaciones de la pulpa y el pulpa control demostraron que fueron estables ya que este parámetro permaneció constante durante los días de evaluación lo cual indica que el proceso de despectinización realizado fue exitoso y que no hubo reacciones reversibles, la oligofructosa permaneció enlazada electrostáticamente de manera efectiva con los constituyentes polares de la matriz de la muestra impidiendo así la ocurrencia del fenómeno de sinéresis propio de los polisacáridos, lo cual se hubiese visto reflejado en un cambio en la viscosidad del sistema (Elleuch et al. 2011, Singh y

Muthukumarappan 2008 y Villegas y Costell 2007). En el tiempo cero los sólidos solubles de las formulaciones aumentan gracias a la presencia de la oligofructosa y se puede observar que a mayor concentración, mayor cantidad de sólidos solubles (Figura 4), esto se debe a que la oligofructosa es un carbohidrato soluble en soluciones acuosas debido a su peso molecular no muy elevado y a sus unidades monoméricas extremadamente polares (fructosa). El pH de los tratamientos permaneció significativamente constante debido a que se adicionó ácido cítrico con el fin de que este permaneciera en un valor constante. En cuanto al pH y los sólidos solubles su comportamiento constante indica la efectiva acción del proceso de pasteurización realizado en el momento de la inactivación de la pectinasa utilizada para reducir la viscosidad de la pulpa cruda (Figura 5) (Vasquez-Caicedo et al. 2007). Se dice que es exitoso debido a que no se presentó disminución del pH por la aparición de más compuestos ácidos como lo pueden ser el ácido láctico o el ácido acético que son los principales compuestos orgánicos producidos por bacterias aerobias facultativas como lo son los lactobacilos que se encuentran muy comúnmente en el medio ambiente, además de que si estas bacterias estuvieran presentes los sólidos solubles disminuirían puesto que estos serían la principal fuente de

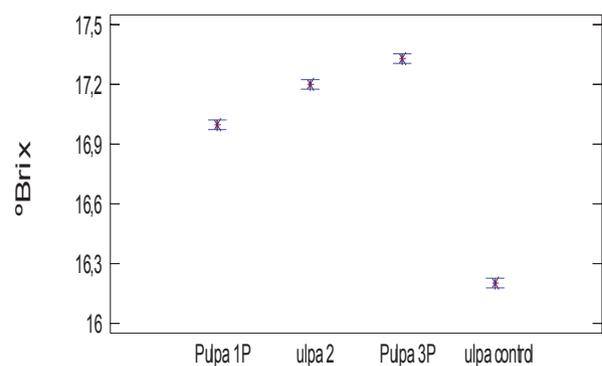


Figura 4. °Brix de las formulaciones de las Pulpas con los CFA y del control

Quintero - Desarrollo de una pulpa funcional Mango

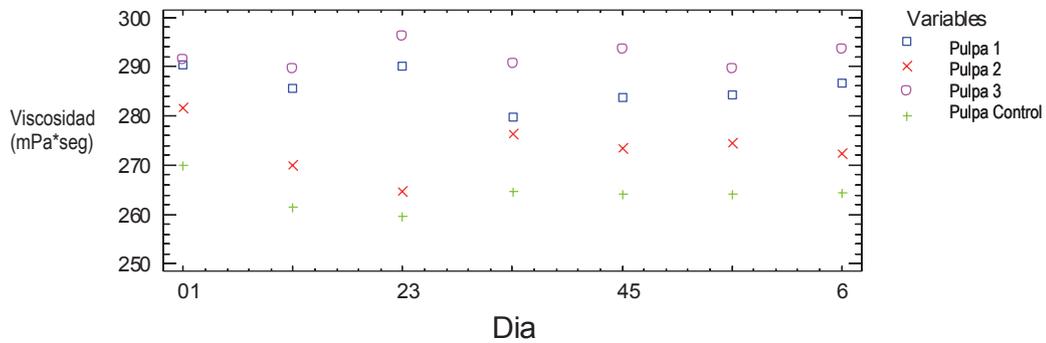


Figura 5. Comportamiento cinético de la viscosidad (mPa*seg) de las formulaciones de pulpa de mango

alimento de estos microorganismos (Gomez-Lopez et al. 2010).

Otro aspecto a tener en cuenta es que los sólidos no aumentaron debido a la efectiva inactivación del sistema enzimático endógeno del fruto evitando así la acción de las amilasas sobre el almidón de la pulpa, impidiendo así la producción de altas concentraciones de glucosa y posiblemente fructosa (Vasquez-Caicedo et al. 2007).

Se evidencia en esta evaluación cinética un pequeño cambio en el color global de los tratamientos debido principalmente a la degradación de los carotenos ocurrida principalmente durante los tratamientos térmicos realizados en el momento del escaldado inicial del fruto y posteriormente en la pasteurización de la pulpa (Figura 6). El

cambio más drástico lo sufrió la pulpa control, debido posiblemente a la no presencia de ácido cítrico como aditivo en el sistema, ya que este al estar presente ayuda a disminuir el pH de la pulpa ayudando así a que las reacciones de descomposición química y térmica de los carotenoides sean más lentas que cuando se trabajan a pH más altos de 3.5 (Villegas y Costell 2007).

Análisis microbiológicos

De acuerdo con los datos de la tabla 1, la única dilución que presentó colonias de mesófilos fue 10-1, con un total de 120 UFC, 80 UFC y 100 UFC.

$$\text{UFC/ml} = 100 \pm 16,32 \text{ UFC / ml}$$

La lectura para el análisis de coliformes fecales se presenta en la tabla 2.

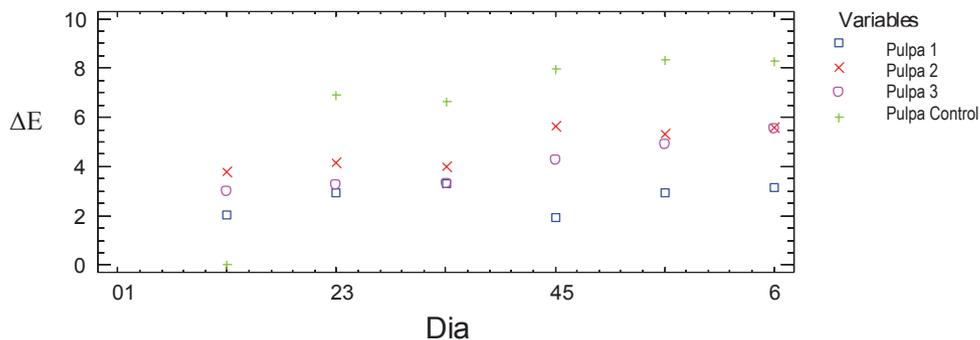


Figura 6. Comportamiento cinético del cambio de color (ΔE) de las formulaciones de pulpa de mango

Tabla 1. Análisis de microorganismos mesófilos realizados al jugo pasteurizado

Dilución	Tratamientos		
10^{-1}	120 UFC	80 UFC	100 UFC
10^{-2}	0	0	0
10^{-3}	0	0	0

Tabla 2. Análisis de microorganismos coliformes totales realizado a la pulpa pasteurizada

Dilución	Tubos positivos
10^{-1}	0
10^{-2}	1
10^{-3}	0

Este resultado se expresa como 3 NMP/g y la norma colombiana acepta un resultado de 3 NMP/g. El análisis de la carga microbiana después de la pasteurización de la pulpa reportó una baja cantidad de microorganismos mesófilos 100 UFC/ml \pm 16,3196 y coliformes totales 3 NMP, estos valores según el decreto 7992 de 1991 están dentro de los parámetros exigidos para un alimento de buena calidad, esto quiere decir que la técnica empleada en la pasteurización fue eficaz y cumplió con el objetivo previsto (Quintero-Castaño y Navarro 2010 y Gomez-Lopez et al. 2010).

Análisis sensorial

Los resultados ANOVA para el análisis sensorial mostraron muy pocas diferencias significativas en cuanto al aroma ya que estos compuestos químicos son de bajo peso molecular con lo cual ejercen una alta presión de vapor haciéndolos más fácilmente detectables por el olfato y como ninguno de los CFA genera altas presiones de vapor, no pudieron ser detectados por los panelistas (Figura 7). En cuanto al sabor si existieron diferencias significativas ya que el calcio y la oligofructosa pueden generara sabores diferentes en comparación a la pulpa

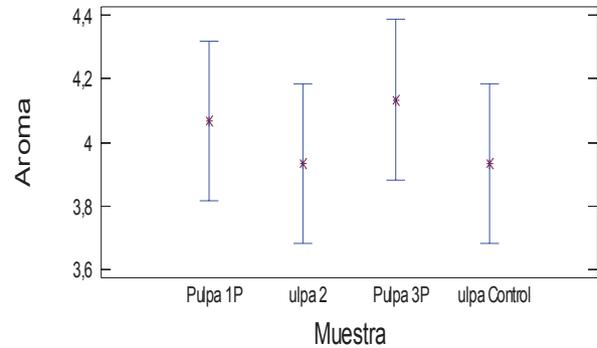


Figura 7. Valores medios de la evaluación sensorial del aroma de las formulaciones de pulpa de mango funcional a un nivel de significancia del 95%

control (Figura 8). Se puede observar que el de sabor más agradable, según los panelistas fue la pulpa 1 (p 0,336), seguido del 2 (0,0478), esto se pudo presentar gracias al sabor un poco dulce que pudo haber aportado la oligofructosa a la pulpa y el sabor de menor gusto entre los panelistas fue el de la pulpa 3 (p 0,0894) posiblemente a que a estas concentraciones de oligofructosa esta puede aportar un sabor demasiado dulce provocando un sabor empalagoso en el pulpa. El color de las formulaciones aunque no tuvieron diferencias significativas con respecto a la pulpa control, este no fue el mejor parámetro de aceptación del producto, debido a que como se explicaba

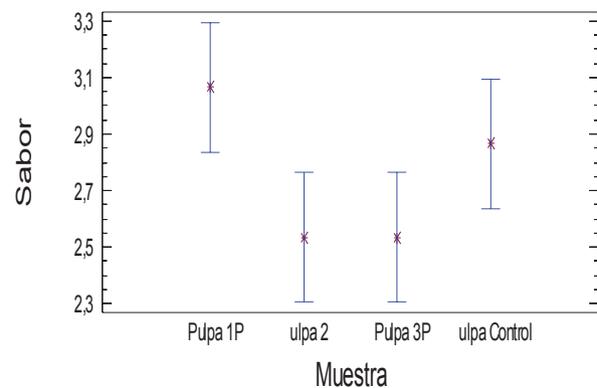


Figura 8. Valores medios de la evaluación sensorial del sabor de las formulaciones de pulpa de mango funcional a un nivel de significancia del 95%

con anterioridad, los compuestos carotenoides son inestables térmicamente y en el momento de hacer la pasteurización del producto estos compuestos se ven afectados, cambiando la apariencia física del producto final. En cuanto a la textura la mejor formulación para los panelistas fue la del pulpa 1 posiblemente esto se deba a la poca diferencia de viscosidad generada frente a la pulpa control (p 0,0349) ya que es la formulación que tiene más baja concentración de oligofruktosa, que es la encargada de cambiar la textura de la pulpa debido a la capacidad de absorción de agua (Figura 9). Las otras pulpas, como se puede corroborar en los análisis fisicoquímicos, tienen un poco más de viscosidad con lo cual los panelistas lo pudieron asociar con productos un poco diferentes a las pulpas como lo son los néctares de frutas (Restrepo et al. 2008, Zaira et al 2010, Elleuch et al. 2011, Carbonell et al. 2007 y Aparicio et al. 2007).

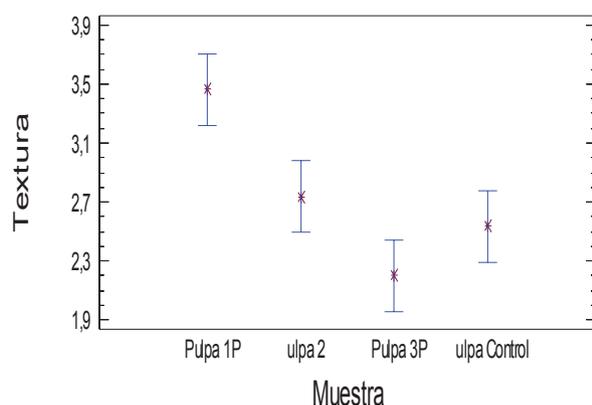


Figura 9. Valores medios de la evaluación sensorial de la textura de las formulaciones de pulpa de mango funcional a un nivel de significancia del 95%

CONCLUSIONES

La caracterización fisicoquímica de las tres formulaciones para la pulpa funcional dio como resultado un aumento de la viscosidad

y de los sólidos solubles debido a la alta solubilidad de la oligofruktosa, el cambio de color ocurrió principalmente debido a la acción del tratamiento térmico utilizado para inactivar enzimas y los microorganismos del alimento. Los compuestos fisiológicamente activos permanecieron solubilizados en la matriz del alimento, el Calcio se cuantificó en promedio para las 3 formulaciones en 650 mg/L, generando un alimento funcional que puede ser catalogado como buena fuente de calcio, ya que los niveles de este mineral no alcanzan al 20% de del valor diario de referencia que para este caso sería de 800mg/L para una presentación de 250 mL de pulpa.

En el caso de la vitamina C se cuantificaron en promedio valores 0,13 mg/mL, con lo cual se puede catalogar pulpa como un excelente fuente de calcio, pues este valor supera el 20% del valor diario de referencia que para una presentación de pulpa de 250 mL la concentración de vitamina C debería estar en 0,048 mg/mL.

Fisicoquímicamente las formulaciones tuvieron un comportamiento constante frente al tiempo, con excepción del color que fue cambiando a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento. El análisis microbiológico arrojó que el jugo después de pasteurizado contenía una concentración de mesófilos de 100 UFC/ml y coliformes totales 3 NMP, con lo cual el alimento se puede catalogar como de buena calidad y apto para el consumo humano. El análisis sensorial arrojó que la mejor formulación fue la de la pulpa 1 que se compone de una relación molar calcio oligofruktosa 1:1, ya que fue evaluada con el mejor sabor y textura y con un aroma y color semejante al de la pulpa control.

REFERENCIAS

Aparicio, J., Medina, A. y Lafuente, V. 2007.

Descriptive sensory analysis in different classes of orange juice by a robust free-choice profile method, *Analytica Chimica Acta* 595(1-2):238-247.

Bernal, I. 1993. Análisis de alimentos. Guadalupe, Bogotá, p93.

Bosscher, D., Van, Bertrand, M., Van, Cauwenbergh, R. y Deelstra, H. 2003.

Availabilities of calcium, iron, and zinc from dairy infant formulas is affected by soluble dietary fibers and modified starch fractions. *Nutrition* 19(7-8):641-645.

Bosscher, D., Van, J. y Franck, A. 2006.

Inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. *International Dairy Journal* 16(9):1092-1097.

Bruce, G., Schroder, T., Ian, J., Griffin, L., Specker, S. y Abrams. 2005. Absorption of calcium from the carbonated Dairy soft drink is greater than that from fat-free milk and calcium-fortified orange juice in women. *Nutrition Research* 25:737-742.

Carbonell, L., Izquierdo, L. y Carbonell, I. 2007. Sensory analysis of Spanish mandarin juices. Selection of attributes and panel performance. *Food Quality and Preference* 18(2):329-34.

Cortés, M., Chiralt, A. y Puente, L. 2005.

Alimentos funcionales: una historia con mucho presente y futuro. *Vitae*,

Revista De La Facultad De Química Farmacéutica Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia 12(1):5-14.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, S. y Attia, H. 2011.

Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review, *Food Chemistry* 124(2):411-421.

Gomez-Lopez, V.M., Orsolani, L., Martinez-Yepe, A. y Tapia M.S. 2010.

Microbiological and sensory quality of sonicated calcium-added orange juice, *LWT - Food Science and Technology* 43(5):808-813.

Hernández, Y., Lobo, G. y González, M. 2006.

Determination of vitamin C in tropical fruits: A comparative evaluation of methods. *Food Chemistry* 96(4):654-664.

Jones, P. y Jew, S. 2007. Functional food development: concept to reality. *Trends in Food Science & Technology*, 18(7): 387-390.

Quintero-Castaño, V. y Navarro, D. 2010.

Diseño de un prototipo de jugo probiótico de mora con *L. casei*. Trabajo de Grado ingeniería agroindustrial. Universidad la Gran Colombia, Armenia.

Quintero-Castaño, V., Duque-Cifuentes, A. L., Giraldo-Giraldo, G., Amaya-Cruz, D. y Balsero-López, C. 2011a.

Caracterización Fisicoquímica Del Mango Común Durante Su Proceso De

- Maduración. Revista acta agronómica. Artículo en impresión.
- Quintero-Castaño, V., Duque-Cifuentes, A. y Giraldo-Giraldo, G. 2011b.** Evaluación De La Viscosidad Y El Cambio De Color De La Pulpa De Mango Común (Mangifera Indica L.) Tratada Enzimáticamente. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Artículo en impresión.
- Rajkumar, P., Kailappan, R., Viswanathan, R. y Raghavan, G. 2007.** Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. Journal of Food Engineering 79 (4):1452-1459.
- Restrepo, A., Cortés, M. y Suárez, H. 2008.** Evaluación Sensorial De Fresa (Fragaria X Ananassa Duch.) Y Uchuva (Physalis Peruviana L.) Fortificadas Con Vitamina E. Rev.Fac.Nal.Agr. 61(2).
- Singh, G. y Muthukumarappan, K. 2008.** Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yogurt, LWT - Food Science and Technology 41(7): 1145-1152.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B. y Lugasi, A. 2008.** Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance--A review, 51(3):456-467.
- Thomas, R. y Gebhardt, S. 2009.** Tropical Fruits and Nectars Typically Consumed in Latino Communities Are Excellent Sources of Vitamins A, C and Other Nutrients. Journal of the American Dietetic Association 109(9): A49.
- Vasquez-Caicedo, A., Schilling, S., Carle, R. y Neidhart, S. 2007.** Effects of thermal processing and fruit matrix on [beta]-carotene stability and enzyme inactivation during transformation of mangoes into puree and nectar, Food Chemistry 102 (4):1172-1186.
- Vatanparast, H., Lo, E., Henry, C. y Whiting, S. 2006.** A negative trend in calcium intake was accompanied by a substitution of milk by noncarbonated soft drinks in Canadian female students. Nutrition Research 26(7): 325-329.
- Villegas, B. y Costell, E. 2007.** Flow behaviour of inulin-milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content. International Dairy Journal 17(7):776-781.
- Walkling-Ribeiro, M., Noci, F., Cronin, D.A., Lyng, J.G. y Morgan, D.J. 2009.** Shelf life and sensory evaluation of orange juice after exposure to thermosonication and pulsed electric fields. Food and Bioproducts Processing 87(2):102-107.
- Zaira, T., Marín, A., Cortés, M. y Montoya, C. 2010.** Evaluación sensorial de uchuva (Physalis peruviana L.) Ecotipo Colombia impregnada con la cepa nativa Lactobacillus plantarum LPBM10 y la cepa comercial Lactobacillus casei ATCC 393. Vitae, Revista De La Facultad De Química Farmacéutica 17(1): 21-28.