

Estudio comparativo del efecto metabólico de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba (*Psidium guajava* L.) o pectina cítrica comercial

Resumen

La guayaba (*Psidium guajava* L.), contiene hasta un 8,5% de fibra dietética total de la cual el 1,9% es fibra soluble, lo que hace a esta fruta tropical una buena fuente de pectina, considerada como una fibra soluble cuyo consumo disminuye la absorción intestinal de los lípidos y protege contra las enfermedades cardiovasculares. En este trabajo se evaluó el efecto metabólico del consumo de arepas de maíz enriquecidas con un 10% de pectina durante 20 días en un grupo de 75 estudiantes universitarios. Se evaluaron dos fuentes de pectina: una extraída de guayaba (*Psidium guajava* L.) y una cítrica de uso comercial. En el día 0 del estudio y al final, en el día 20, se tomaron muestras de sangre para evaluar el perfil lipídico y la glucosa. La comparación de los niveles de glucosa y lípidos, antes y después del tratamiento, mostró que el consumo de dichas arepas generó cambios favorables para la salud de los individuos, ya que se encontró una disminución estadísticamente significativa en los niveles séricos de colesterol total (-10,4 mg/dL con pectina de guayaba y -14,1 mg/dL con pectina cítrica), colesterol LDL (-7,3 mg/dL con pectina de guayaba y -10,7 mg/dL con pectina cítrica), triglicéridos (-5,2 mg/dL con pectina de guayaba y -11,7 mg/dL con pectina cítrica) y glucosa (-5,1 mg/dL con pectina de guayaba y -7,0 mg/dL con pectina cítrica). Aunque hay una tendencia en los resultados que muestra un aumento promedio en el colesterol HDL luego del

Comparative study of the metabolic effect of arepas enriched with pectin extracted from guava (*Psidium guajava* L.) or commercial citrus pectin

Abstract

Guava (*Psidium guajava* L.), contains up to 8.5% total dietary fiber, of which 1.9% is soluble fiber, which makes this tropical fruit a good source of pectin, consider as a soluble fiber whose consumption decreases intestinal absorption of lipids and protects against cardiovascular disease. In this work the metabolic effect of consumption of corn arepas enriched with 10% pectin for 20 days, in a group of 75 university students was evaluated. Two sources of pectin were tested, one extracted from guava (*Psidium guajava* L.) and a commercial citrus pectin. At day 0 and at the end of the 20 day trial the lipid profile and blood glucose were evaluated. The comparison of the glucose and lipid levels before and after treatment showed that with consumption of those arepas favorable changes for the health of the individuals were generated, since there was a statistically significant decrease in serum levels of total cholesterol (-10.4 mg/dL for guava pectin and -14.1 mg/dL for citrus pectin), LDL cholesterol (-7.3 mg/dL for guava pectin and -10.7 mg/dL for citrus pectin), triglycerides (-5.2 mg/dL for guava pectin and -11.7 mg/dL for citrus pectin), and glucose (-5.1 mg/dL for guava pectin and -7.0 mg/dL for citrus pectin). Although there is a trend in the results showing an average increase in HDL cholesterol after consumption of products with the two types of pectin, there is no statistical evidence to infer that the change is significant. Similarly, the results indicate no

Estudo comparativo do efeito metabólico de arepas enriquecidas com pectina extraída de goiaba (*Psidium guajava* L.) ou pectina cítrica comercial

Resumo

A goiaba (*Psidium guajava* L.) contém até 8,5% de fibra alimentar total, dos quais 1,9% é fibra solúvel, o que torna esta fruta tropical uma boa fonte de pectina, fibra solúvel, cujo consumo diminui a absorção intestinal de lípidios e protege contra doenças cardiovasculares. Este estudo avaliou o efeito metabólico do consumo de arepas de milho enriquecidas com 10% de pectina, durante 20 dias, em um grupo de 75 estudantes universitários. Pectina duas fontes, foram avaliados uma pectina extraída de goiaba (*Psidium guajava* L.), e uma pectina cítrica comercial. No dia 0 e no final do dia 20 do estudo, foram recolhidas amostras de sangue para avaliar o perfil de lípidios e de glicose. A comparação dos níveis de glicose e lípidios, antes e depois do tratamento, mostrou que o consumo destas arepas originou mudanças favoráveis para a saúde dos indivíduos, uma vez que houve uma diminuição estatisticamente significativa nos níveis séricos do colesterol total (-10,4 mg/dL com goiaba pectina e -14,1 mg/dL com pectina cítrica), colesterol LDL (-7,3 mg/dL com goiaba pectina e -10,7 mg/dL com pectina cítrica), triglicéridos (-5,2 mg/dL com goiaba pectina e -11,7 mg/dL com pectina cítrica) e glicose (-5,1 mg/dL com goiaba pectina e -7,0 mg/dL com pectina cítrica). Embora haja uma tendência nos resultados que mostra um aumento médio nos níveis de colesterol HDL após o consumo de produtos com os dois tipos de pectinas,

consumo de los productos con los dos tipos de pectina, no hay evidencia estadística para inferir que dicho cambio sea significativo. De la misma forma, los resultados no indican diferencias entre el efecto generado por los dos tipos de pectina, a excepción de la mayor disminución en los niveles de triglicéridos lograda con la adición de pectina cítrica.

Palabras clave: Fibra dietética, pectina de guayaba, pectina cítrica, arepas, efecto hipolipemiente.

difference between the effects generated by the two types of pectin, except for the greatest decrease in triglyceride levels achieved when citrus pectin was added.

Keywords: Dietary fiber, guava pectin, citrus pectin, arepas, hypolipidemic effect.

não há nenhuma evidência estatística para inferir que a alteração seja significativa. Da mesma forma, os resultados indicam que não há diferença entre o efeito gerado pelos dois tipos de pectina, exceto para a maior diminuição nos níveis de triglicéridos obtidos com a adição de pectina cítrica.

Palavras-chave: fibra dietética, pectina de goiaba, pectina cítrica, arepas, efeito hipolipemiente.

Introducción

ACTUALMENTE, LAS ENFERMEDADES relacionadas con un alto riesgo cardiovascular y glucemias elevadas hacen parte de los problemas de salud más comunes en Colombia y en la población general (1, 2); por lo tanto, se hace necesaria la promoción de estilos de vida saludables que incluyan la actividad física y una alimentación saludable con alta proporción de consumo de frutas, hortalizas y verduras para lograr un aporte importante de fibra dietética.

La fibra dietética se define como el conjunto de los polímeros u oligopolímeros de hidratos de carbono que escapan a la digestión en el intestino delgado y pasan al intestino grueso, donde son ligera o completamente fermentados (3). La FDA recomienda que la ingesta mínima diaria de fibra sea de 25 g, de los cuales se espera que el 80% sea fibra insoluble y el 20% fibra soluble. Las fibras de tipo soluble, como las gomas, mucílagos, polisacáridos, hemicelulosas y pectinas, forman geles o soluciones viscosas en agua y están presentes en alimentos como la cebada, la avena, algunas algas comestibles, las frutas y las verduras. De los diferentes tipos de fibras solubles, las que más se han reportado como benéficas para la salud cardiovascular por disminución de los niveles de colesterol, son: el β -glucano, el psyllum, la goma guar y las pectinas, siendo éstas últimas las que reportan una mayor disminución en los niveles séricos de colesterol total y colesterol LDL en quienes las consumen regularmente (4-8).

Las pectinas son polisacáridos de alto peso molecular que forman polímeros de unidades de ácido D-galacturónico unidas por enlaces glicosídicos α (1 \rightarrow 4), cuyos grupos carboxilo están parcialmente esterificados con metanol y en algunos casos con etanol, las cadenas de la pectina están interrumpidas por unidades de L-ramnosa unidas por enlaces glicosídicos α (1 \rightarrow 2), aunque también se pueden encontrar unidades de galactosa, arabinosa, glucosa y xilosa, generalmente en forma de cadenas laterales cortas (9). Las pectinas se solubilizan en agua formando soluciones viscosas y en condiciones apropiadas son capaces de formar geles, este comportamiento varía en función del número de grupos carboxilo esterificados con metanol. De esta manera, las pectinas con más del 50% de los grupos carboxilo metoxilados (pectinas de alto metoxilo) forman geles a pH entre 2,8 y 3,5 con un contenido de sólidos solubles cercano al 65%; mientras que las pectinas con esterificaciones menores al 50% (pectinas de bajo metoxilo) requieren la presencia de cationes divalentes para formar el gel (9).

La pectina está presente en diversos alimentos de origen vegetal, entre ellos la guayaba (*Psidium guajava* L.), fruto que sobresale por su alto valor nutritivo dado que contiene cantidades importantes de vitaminas y minerales tales como vitamina C, vitamina A, calcio, fósforo

y potasio (10); posee un alto contenido de antioxidantes (2,62 – 7,79% p/p, correspondiente a vitamina C, principalmente) (11), y un 8,5% de fibra total (12), del cual 1,9% es fibra soluble que puede aprovecharse para enriquecer alimentos funcionales. Dentro de este contexto se han realizado trabajos de investigación que han desarrollado formulaciones de diferentes alimentos de consumo masivo en Colombia como el pan, la arepa y la pasta, enriquecidos con componentes extraídos de la guayaba (13), evaluando el efecto que puede tener el consumo de estos productos en el perfil lipídico de diferentes tipos de consumidores (14). El presente trabajo buscó complementar este tipo de investigaciones, evaluando el efecto benéfico que puede tener el consumo durante 20 días de arepas enriquecidas con pectina, tanto en el perfil lipídico (colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL y triglicéridos), como en el nivel sérico de glucosa de 75 estudiantes universitarios quienes voluntariamente participaron en el estudio. Adicionalmente, se buscó establecer si existe alguna diferencia en los cambios metabólicos producidos por las arepas con pectina de guayaba y los generados por arepas a las que se les adicionó una pectina cítrica industrial comercializada como aditivo para alimentos.

Materiales y métodos

Alimentos enriquecidos con guayaba (*Psidium guajava* L.)

A cada paciente se le entregó un paquete con 25 arepas de maíz blanco trillado, de 30 g c/u. Dichos paquetes estaban marcados con las letras A y B, para identificar el tipo de pectina adicionada. Las arepas tipo A contenían 10% p/p de pectina extraída de guayaba (*Psidium guajava* L.), variedad Regional Roja, proveniente del municipio Puente Nacional (Departamento de Santander, Colombia); esta pectina ha sido caracterizada como de alto metoxilo (15). Las arepas tipo B contenían 10% p/p de una pectina cítrica comercial de uso industrial como agente gelificante, también de alto metoxilo (16).

Sujetos

Los participantes de este estudio fueron 75 estudiantes voluntarios de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, con un rango de edad entre los 18 y 31 años. Los análisis clínicos pre-tratamiento revelaron

que ninguno poseía niveles séricos indicativos de desórdenes de salud relacionados con dislipidemias, diabetes o hipoglucemias. Las medidas antropométricas y de tensión arterial, indicaron igualmente que los IMC (índices de masa corporal) y los niveles de tensión arterial estaban en rangos normales. Los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo A o B:

- Grupo A: consumió diariamente, en el desayuno, una arepa identificada como producto A. Conformado por 20 hombres y 19 mujeres.
- Grupo B: consumió diariamente, en el desayuno, una arepa identificada como producto B. Conformado por 22 hombres y 14 mujeres.

Muestras de sangre

Antes y después de las tres semanas de consumo de las arepas con adición de pectina, a cada participante se le tomó una muestra de sangre luego de un ayuno de 9-12 horas. Las muestras de sangre venosa del antebrazo se tomaron en tubos sin aditivo, inmediatamente se centrifugaron a 3500 rpm durante 5 min. para separar el suero y en este se realizaron las evaluaciones, por duplicado, para perfil lipídico y glucosa.

Análisis clínicos

La determinación de colesterol total (CT) fue llevada a cabo usando el método CHOD-PAP, prueba enzimática colorimétrica (Human, Alemania) (17).

Para el análisis de colesterol HDL (cHDL) se empleó el ácido fosfotúngstico como precipitante seguido del método para colesterol total CHOD-PAP (Human, Alemania) (17).

La cuantificación de triglicéridos (TG) se hizo usando el método GPO-PAP, prueba enzimática colorimétrica (Human, Alemania) (17).

Los niveles de colesterol LDL (cLDL) se establecieron mediante la fórmula de Friedewald (18), que hace uso de los valores experimentales de CT, cHDL y TG:

$$cLDL = CT - [cHDL + 0,2 TG]$$

La glucosa se evaluó empleando el método GOD-PAP, prueba enzimática colorimétrica (Human, Alemania) (17).

En cada una de las determinaciones se siguió el protocolo del fabricante, empleando como controles los sueros HumaTrol N (normal) y HumaTrol P (alto) (Human, Alemania) (17).

Análisis estadístico

Los datos se analizaron aplicando tres pruebas estadísticas:

- Prueba de Mira: necesaria para comprobar la simetría en la distribución de los datos (19).
- Prueba de Wilcoxon: se empleó para determinar si había diferencia en los niveles de glucosa, CT, cHDL, cLDL y TG, luego del consumo constante de arepas enriquecidas con pectinas de alto metoxilo durante 20 días (20).
- Prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon: para determinar si había diferencias entre el efecto causado por la pectina extraída de guayaba respecto al producido por una pectina comercial.

Las diferencias se consideraron significativas para $p < 0,05$.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos para la variación en perfil lipídico y glucemia se expresan en las figuras como el cambio promedio registrado por cada grupo al comparar los análisis clínicos antes y después de las tres semanas de consumo de las arepas enriquecidas con pectina de guayaba o con pectina comercial.

En la Figura 1 se observa una disminución significativa ($p < 0,001$) en los niveles de colesterol total después del consumo por tres semanas de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba o pectina comercial. La disminución fue de 10,4 mg/dL utilizando pectina de guayaba y de 14,1 mg/dL con la pectina comercial, lo cual significa que empleando pectina de guayaba se logró una disminución en los niveles de CT de 3,5 mg/dL por cada gramo de pectina adicionada por día (g/día), mientras que adicionando pectina comercial la disminución fue de 4,7 mg/dL por g/día, resultados acordes con reportes previos, en los cuales se ha encontrado que la fibra soluble tipo pectina disminuye los niveles de colesterol total (4, 14).

En los niveles de colesterol LDL después del consumo por tres semanas de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba o pectina comercial también se observa una disminución significativa ($p < 0,05$) (Figura 2), la disminución fue de 7,3 mg/dL utilizando pectina de guayaba y de 10,7 mg/dL con la pectina comercial, que corresponden a disminuciones en los niveles de colesterol LDL de 2,4 mg/dL por g/día adicionado de pectina de guayaba y 3,6 mg/dL por g/día adicionado de pectina comercial, resultados comparables con lo reportado previamente (4, 14).

Se observa un aumento en los niveles de colesterol HDL después del consumo por tres semanas de arepas enriquecidas con pectina (Figura 3), el incremento fue de 2,1 mg/dL (0,7 mg/dL por g/día) al adicionar pectina de guayaba y de 1,1 mg/dL (0,4 mg/dL por g/día) adicionando pectina comercial, este incremento en los niveles circulantes de colesterol HDL no resultó estadísticamente significativo ($p = 0,95$ y $p = 0,91$, respectivamente), pero sí es importante porque los estudios tanto en hombres como en mujeres han mostrado que cuanto más alto sea el cHDL más bajo es el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares

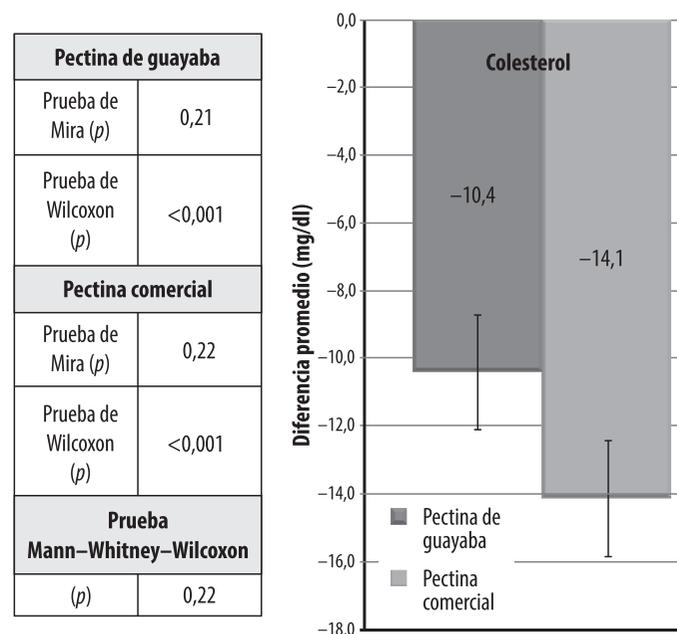


Figura 1. Cambio promedio de los niveles séricos de colesterol total en los pacientes luego del consumo de arepas con 10% de pectina de guayaba o pectina comercial durante 20 días.

(21). La relación cLDL/cHDL disminuyó de forma significativa ($p < 0,05$) en todos los casos, lo cual beneficiaría la salud de los consumidores de arepas enriquecidas con pectina puesto que valores bajos ($< 2,5$) se asocian con un menor riesgo de arteriopatía coronaria (22).

Los niveles de triglicéridos después del consumo por tres semanas de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba o pectina comercial disminuyeron 5,2 mg/dL utilizando pectina de guayaba y 11,7 mg/dL con la pectina comercial (Figura 4). Se observa una diferencia entre el efecto causado por las dos pectinas, ya que mientras la disminución

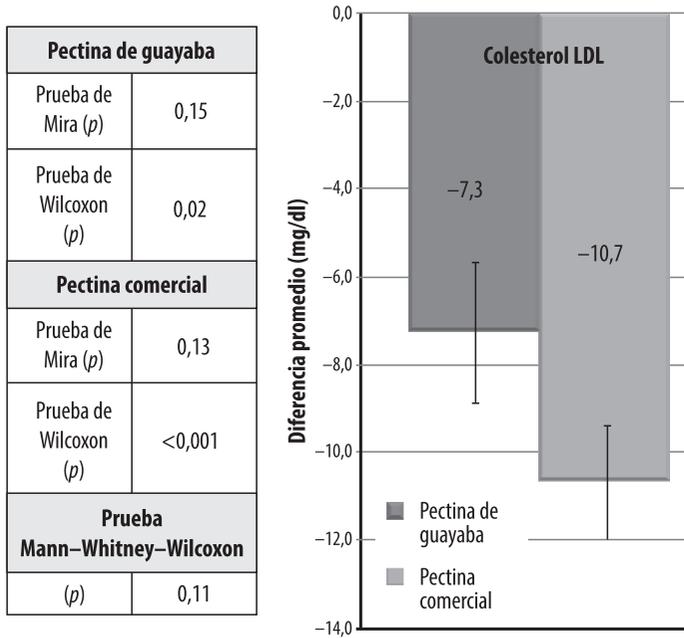


Figura 2. Cambio promedio de los niveles séricos de colesterol LDL en los pacientes luego del consumo de arepas con 10% de pectina de guayaba o pectina comercial durante 20 días.

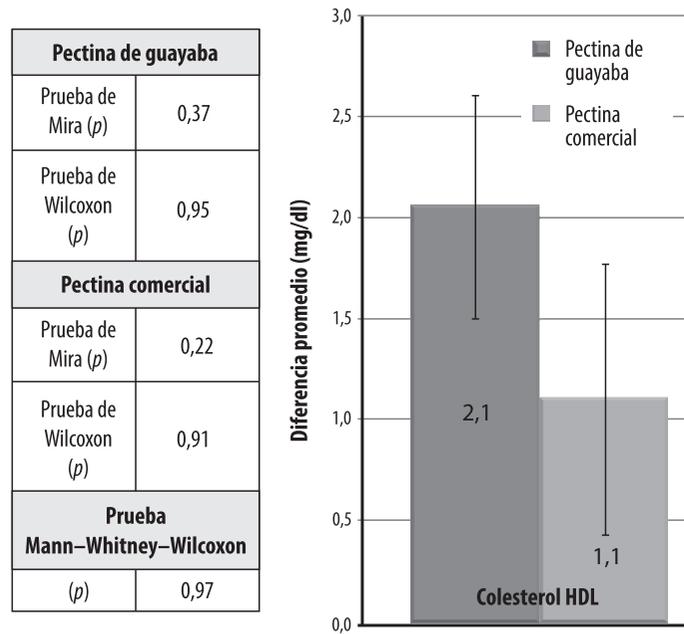


Figura 3. Cambio promedio de los niveles séricos de colesterol HDL en los pacientes luego del consumo de arepas con 10% de pectina de guayaba o pectina comercial durante 20 días.

mostrada en el grupo que consumió pectina cítrica de uso comercial fue de 3,9 mg/dL por g/día ($p < 0,01$), la disminución promedio observada en el grupo que consumió pectina de guayaba fue de 1,7 mg/dL por g/día ($p < 0,32$), lo cual podría explicarse por las diferencias en el origen de las pectinas (15, 16).

Respecto al efecto del consumo de pectina sobre los niveles séricos de glucosa, en la Figura 5 se observa una disminución después del consumo por tres semanas de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba o pectina comercial, la disminución fue de 5,1 mg/dL (1,7

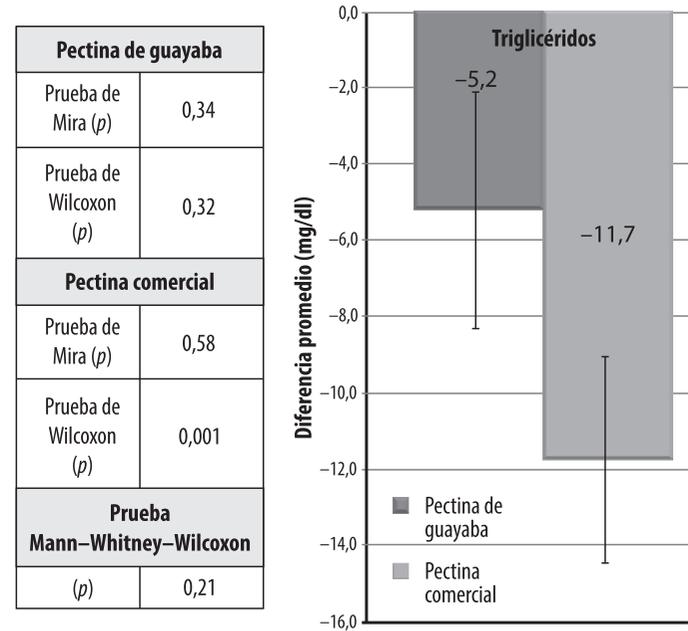


Figura 4. Cambio promedio de los niveles séricos de triglicéridos en los pacientes luego del consumo de arepas con 10% de pectina de guayaba o pectina comercial durante 20 días.

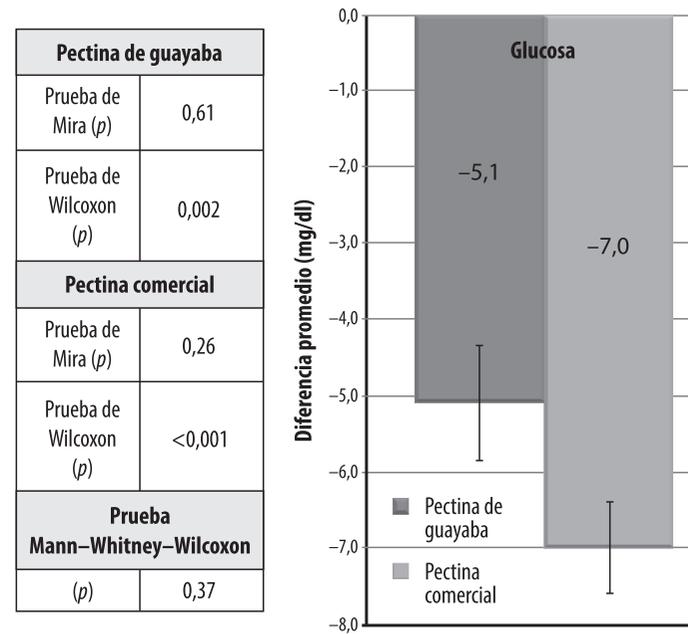


Figura 5. Cambio promedio de los niveles séricos de glucosa en los pacientes luego del consumo de arepas con 10% de pectina de guayaba o pectina comercial durante 20 días.

mg/dL por g/día) utilizando pectina de guayaba y de 7,0 mg/dL (2,3 mg/dL por g/día) empleando pectina comercial, en ambos casos la disminución fue significativa ($p < 0,002$ y $p < 0,001$, respectivamente). La fibra soluble se asocia a valores menores de glucosa post-prandial y a mayor sensibilidad a la insulina en diabéticos y en sujetos sanos, efectos que generalmente se atribuyen a las propiedades viscosas y/o gelificantes de la fibra soluble (23, 24), lo cual se evidenció en los resultados obtenidos.

Los resultados del test de Mann-Whitney-Wilcoxon muestran en todos los casos que el nivel de significancia permite deducir que las medianas de las dos muestras son iguales y por lo tanto no hay diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el efecto causado por las dos pectinas cuando son consumidas en arepas de maíz durante 20 días sobre el perfil lipídico en general. Sin embargo, la adición de pectina cítrica resultó más efectiva para lograr, en particular, la disminución en el nivel sanguíneo de los triglicéridos.

En varios países, los carbohidratos prevalecen en la dieta diaria debido a su bajo costo y fácil consecución, lo cual incide en un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y obesidad, condiciones que pueden prevenirse o mejorarse mediante la adición de fibra a la dieta. En este trabajo las diferencias promedio encontradas muestran que el consumo durante 20 días de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba o pectina comercial impacta favorablemente el perfil lipídico y la glucosa en adultos. Estos resultados son coherentes con lo esperado para la acción metabólica de la pectina, tanto en el perfil lipídico como en los niveles de glucosa, ya que varios estudios reportan este efecto empleando diversos tipos de pectina y variando el tiempo de consumo de los alimentos enriquecidos con dicha fibra soluble (5-8). Por lo tanto, promover el incremento de fibra en la dieta, a través de un alimento de alto consumo como la arepa, favorecería ampliamente a la población vulnerable a enfermedades cardiovasculares y obesidad.

Los mecanismos por los cuales la pectina, y en general la fibra soluble, generan estos cambios aún están en discusión, pero dentro de las propuestas más aceptadas se pueden mencionar las siguientes: a) Interferencia en el metabolismo de los ácidos y sales biliares, lo cual reduce sus reservas y las de colesterol en el hígado causando un aumento en la actividad de las enzimas 7- α -hidroxilasa y HMG-CoA reductasa, así como también de los receptores LDL, dando como resultado un descenso del nivel de cLDL en la sangre (5, 8). b) Fermentación de la pectina en el intestino grueso con liberación de ácidos grasos de cadena corta o SCFA (*short chain fatty acids*), principalmente acetato, propionato y butirato, que inhiben la síntesis hepática de ácidos grasos (5, 6). c) Las fibras solubles pueden formar una capa en el intestino que actúa como una barrera física que retarda la absorción de sustancias lipídicas en general (8), retardan la velocidad de vaciado gástrico, y además pueden formar soluciones viscosas con los azúcares a nivel intestinal, estos dos efectos combinados dan como resultado una disminución en los niveles de glucosa en la sangre (5).

En ninguno de estos mecanismos de acción propuestos para el efecto hipolipemiente de la fibra soluble se mencionan cambios en los niveles de colesterol HDL, por lo que el resultado encontrado en este trabajo es coherente con lo reportado en la literatura. Debido a que la pectina disminuye la velocidad de vaciado gástrico, se esperaba que la sensación de saciedad por un tiempo más prolongado causara disminución en la masa corporal de los participantes, comportamiento que no se encontró (datos no mostrados).

Actualmente las enfermedades relacionadas a un alto riesgo cardiovascular y glucemias elevadas, hacen parte de los problemas de salud más comunes en la población general, por lo tanto los resultados encontrados en este trabajo pueden apoyar el desarrollo de alimentos funcionales, como las arepas enriquecidas con pectina, que mediante la disminución de lípidos y glucosa, sin necesidad de modificar los hábitos alimenticios o la cantidad de ejercicio realizada, contribuyan a su prevención y manejo.

Conclusiones

El consumo de arepas con adición de 10% de pectina, tanto cítrica de uso comercial como extraída de guayaba (*Psidium guajava* L. variedad Regional Roja), durante 20 días, tuvo un efecto benéfico en la salud de los 75 estudiantes mayores de edad, quienes disminuyeron significativamente los niveles séricos de colesterol total, colesterol LDL y glucosa en sangre.

La disminución en el nivel de triglicéridos fue mayor al adicionar la pectina cítrica comercial que al adicionar la extraída de guayaba.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre los efectos producidos por la pectina cítrica de uso comercial y la pectina extraída de guayaba sobre los niveles séricos de colesterol total, colesterol LDL y glucosa.

Como medida preventiva contra las enfermedades cardiovasculares es aconsejable promover el incremento de fibra en la dieta, lo cual podría hacerse a través de un alimento de alto consumo como la arepa.

Agradecimientos

A todos los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá, que voluntariamente participaron en el estudio, mostrando un alto grado de compromiso con el proyecto. A Diana Carolina Zárate, Andrés Alfonso Sandoval y Carlos Andrés Arias, estudiantes del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, por su valiosa asesoría en el tratamiento estadístico de los resultados. A la División de Lípidos y Diabetes de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, por permitir el uso de sus instalaciones y por el apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo. A la profesora Patricia Restrepo, directora del Grupo de Investigación "Estudio de los cambios Químicos y Bioquímicos de Alimentos Frescos y Procesados", del Departamento de Química, de la Universidad Nacional de Colombia, por su invaluable asesoría y apoyo.

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Enfermedades cardiovasculares. 2010. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>. [Consultado el 17 de septiembre de 2013].
2. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010. Colombia. 2010. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/Bienestar/ENSIN1>. [Consultado el 13 de noviembre de 2014].
3. Miller, J. Codex-aligned dietary fiber definitions helps to bridge the "fiber gap". *Nutr J*. 2014. 13:34. doi: 10.1186/1475-2891-13-34. Disponible en: <http://www.nutritionj.com/content/13/1/34>. [Consultado el 14 de noviembre de 2014].
4. Brown, L.; Rosner, B.; Willett, W.; Sacks, F. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999. **69**: 30-42.
5. Theuwissen, E.; Mensink, R. Water soluble dietary fiber and cardiovascular disease. *Physiol. Behav.* 2008. **94**: 285-292.
6. Anderson, J. W.; Baird, P.; Davis Jr, R. H.; Ferreri, S.; Knudtson, M.; Koraym, A.; Waters, V.; Williams, C. L. Health benefits of dietary fiber. *Nutr. Rev.* 2009. **67**: 188-205.

7. Papathanasopoulos, A.; Camiller, M. Dietary fiber supplements: Effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology*. 2010. **138**: 65-72.
8. Brouns, F.; Theuvsissen, E.; Adam, A.; Bell, M.; Berger, A.; Mensink, R.P. Cholesterol-lowering properties of different pectin types in mildly hyper-cholesterolemic men and women. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2012. **66**: 591-599.
9. Ferreira, S. Pectinas: aislamiento, caracterización y producción. Bogotá D.C. (Colombia): Facultad de Ciencias - Universidad Nacional de Colombia. 2007.
10. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Tabla de composición de los alimentos colombianos. Colombia. 2010. Disponible en: http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentos_colombianos/consulta_alimento.asp. [Consultado el 11 de junio de 2011].
11. Olaya, J. Estudio del contenido de fenoles y su actividad antioxidante en tres variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.) colombiana en diferentes estados de madurez. Tesis de Maestría. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, 2009.
12. García, J. Evaluación de los diferentes estados de madurez y análisis del contenido de fibra dietaria en tres distintas variedades de guayaba. Tesis de Maestría. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, 2009.
13. Jiménez, L. Puesta a punto de la elaboración de pan, arepa y pasta con adición de pectina y fenoles provenientes de guayaba (*Psidium guajava* L.). Trabajo de Grado. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, 2009.
14. Martínez, M. M.; Ortiz B. L.; Pérez, C. E.; Anzola, C. Efecto de la pectina extraída de guayaba sobre el perfil lipídico en adultos con diferente condición cardiovascular. *Rev Fac Med*. 2011. **59**: 103-111.
15. Espinal, M.; García, J.; Restrepo, L. P. Fibra dietaria de guayaba (cap. 6). En: Melgarejo, L. M.; Morales, A. L. (eds). Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba (*Psidium guajava* L.) para el fortalecimiento de la cadena productiva. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 2010.
16. CIMPA. Ficha técnica pectina rápida 105. Colombia. 2010. Disponible en: <http://cimpaltda.com/modulo/quimicos/pectina%20rapida%20105.pdf>. [Consultado el 14 de mayo de 2013].
17. Human - Diagnostics Worldwide. Insertos de los procedimientos para química clínica. Alemania. 2014. Disponible en: http://www.human.de/en/productNew/Clinical_Chemistry/Reagents_and_Consumables/Multipurpose_Reagents.php. [Consultado el 3 de abril de 2013].
18. Friedewall, W.; Levy, R.; Fredrickson, D. Estimation of the concentration low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin. Chem*. 1972. **18**: 499-502.
19. Conover, W. J. Practical Nonparametric Statistics. 3th. ed. Wiley Series in Probability and Statistics. New York: John Wiley & sons. pp. 95-124. 1998.
20. Miller, J. N.; Miller, J. C. Estadística y quimiometría para química analítica. 4^a. ed. Madrid (España): Pearson Educación. pp. 157-178. 2002.
21. Feliciano, J. E.; Sierra, I. D. Elevando el colesterol HDL: ¿Cuál es la mejor estrategia? *Rev Assoc Med Bras*. 2008. **54**: 369-376.
22. Arsenault, B. J.; Boekholdt, S. M.; Kastelein, J. J. Lipid parameters for measuring risk of cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*. 2011. **8**: 197-206.
23. Sierra, M.; García, J. J.; Fernández, N.; Diez, M. J.; Calle, A. P. Therapeutic effects of psyllium in type 2 diabetic patients. *Eur J Clin Nutr*. 2002. **56**: 830-842.
24. Escudero, E.; González, P. La fibra dietética. *Nutr Hosp*. 2006. **21**: 61-72.

Article citation:

Valenzuela, L. A.; Ortiz, B. L.; Pérez, C. E. Estudio comparativo del efecto metabólico de arepas enriquecidas con pectina extraída de guayaba (*Psidium guajava* L.) o pectina cítrica comercial. *Rev Colomb Quim*. 2013. **42**(3): 5-10.