

## Artículo Original

# EFFECTO DEL CONSUMO DE DIFERENTES VARIEDADES DE CASABE VENEZOLANO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE LÍPIDOS SÉRICOS EN UN MODELO EXPERIMENTAL CON RATAS

## Effect of consumption of different varieties of Venezuelan cassava bread in the serum lipids concentration in an experimental model with rats

Mirla Morón<sup>1</sup> , Ana Ávila<sup>2</sup> , Francisco Torrealba<sup>3</sup> 

### Resumen

**Introducción:** La yuca es un tubérculo originario de Brasil perteneciente a la familia Euphorbiacea y al género *Manihot*, a partir de la cual se produce el casabe. Hoy día el casabe forma parte de la dieta de los venezolanos, siendo valorado por su contenido calórico y riqueza en fibra dietética (FD). En este estudio se evaluó el efecto del consumo de dietas que contenían fibra dietética proveniente de diferentes variedades de casabe, sobre la concentración de lípidos séricos en un modelo experimental. **Métodos:** se utilizaron 20 ratas machos adultas, cepa Sprague Dawley, divididas en 4 grupos: un control sin fibra y tres grupos experimentales en los que se sustituyó el almidón de maíz por una variedad de casabe, identificados por su procedencia como: "Casabe Miranda", "Casabe Sucre" y "Casabe Amazonas". **Resultados:** El contenido de FD total y su fracción soluble fueron significativamente mayores en las variedades de casabe Amazonas y Sucre ( $p < 0,05$ ). La inclusión de casabe a las dietas produjo un descenso significativo en las concentraciones séricas del colesterol total, y del C-LDL ( $p < 0,05$ ), sin encontrarse efectos sobre el C-HDL y los de triglicéridos. **Conclusión:** el consumo de casabe, independientemente de su variedad, tuvo un efecto hipocolesterémico, lo que sugiere un efecto protector contra el riesgo de aparición de enfermedad coronaria. En

estudios futuros podría considerarse su uso en la dietoterapia de las dislipidemias.

**Palabras clave:** Fibras en la dieta; Casabe; Colesterol; Triglicéridos; Venezuela.

### Abstract

**Introduction:** Cassava is a tuberous native from Brazil belonging to the Euphorbiacea family and the genus *Manihot*, from which cassava bread (casabe) is produced. Today casabe is part of the diet of Venezuelans, being valued for its caloric content and richness in dietary fiber (FD). This study evaluated the effect of diets containing dietary fiber from different varieties of Venezuelan cassava, on the serum lipid concentration in an experimental model. **Methods:** 20 male adult rats, Sprague Dawley strain, were used, divided into 4 groups: a control group without fiber and three experimental groups in which the cornstarch was substituted with a different variety of cassava, identified by its origin as: "Casabe Miranda", "Casabe Sucre" and "Casabe Amazonas". **Results:** The content of total DF and its soluble fraction were significantly higher in the cassava Amazonas and Sucre ( $p < 0.05$ ). The inclusion of cassava bread in diets resulted in a significant decrease in serum total cholesterol and LDL-C levels ( $p < 0.05$ ), with no effect on HDL-C and triglycerides. **Conclusion:** the consumption of cassava bread, regardless of its variety, had a

Recibido: 18/06/2018 Aceptado: 24/10/2018

**Declaración de conflicto de interés de los autores:** los autores declaran no tener conflicto de intereses.

1. Magister en Nutrición. Licenciada en Nutrición y Dietética. Profesora Asociada de la Cátedra de Nutrición Humana. Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. Correo electrónico: [mormir1811@hotmail.com](mailto:mormir1811@hotmail.com) ORCID: [0000-0001-8366-0247](https://orcid.org/0000-0001-8366-0247)

2. Magister en Nutrición. Licenciada en Nutrición y Dietética. Profesora Asociada de la Cátedra de Nutrición Humana. Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. ORCID: [0000-0002-8251-5707](https://orcid.org/0000-0002-8251-5707)

3. Médico Cirujano. Escuela de Medicina "Luis Razetti", Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. ORCID: [0000-0002-8232-9568](https://orcid.org/0000-0002-8232-9568)

*hypcholesterolemic effect, suggesting a protective effect against the risk of developing coronary heart disease. In future studies it could be considered its use in diet therapy for dyslipidemias.*

**Key Words:** Dietary fiber; Cassava bread; Cholesterol; Triglycerides; Venezuela.

**Cita:** Morón M, Ávila A, Torrealba F. Efecto del consumo de diferentes variedades de casabe venezolano sobre la concentración de lípidos séricos en un modelo experimental con ratas. Rev Digit Postgrado. 2018; 7(2): 18-25.

## INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios han centrado su interés en el papel que ejercen diferentes alimentos fuente de fibra (tanto en su estado natural, como en fuentes de fibras aisladas), en la reducción de los niveles de colesterol total y C-LDL en sangre, reconociéndose su efecto preventivo en la aparición de enfermedades cardiovasculares.<sup>(1-3)</sup> La fibra dietética comprende una amplia categoría de ingredientes alimentarios no digeribles que incluyen polisacáridos no amiláceos, oligosacáridos, lignina y polisacáridos análogos. Se encuentra solo en productos de origen vegetal (frutas, hortalizas, tubérculos, leguminosas, y cereales), y se ha clasificado de acuerdo a su solubilidad en soluble, cuya acción fisiológica principal es sobre el metabolismo de lípidos y glucosa, e insoluble, que ejerce su efecto en la formación del bolo fecal y la disminución del tiempo de tránsito intestinal.<sup>(3,4)</sup> Por su parte, los efectos fisiológicos de la FD soluble se atribuyen principalmente a su grado de viscosidad y fermentación.<sup>(2)</sup>

El casabe se elabora a partir de la yuca amarga en algunas comunidades campesinas de los estados Bolívar, Monagas, Sucre, Anzoátegui, Miranda, Guárico, y Carabobo.<sup>(5)</sup> Sin embargo, su consumo es muy desigual en el país, alcanzando altos niveles en los estados de la región oriental, en algunas poblaciones indígenas, así como en las comunidades de la zona norte costera y de los llanos, mientras que en otros estados se consumen en bajas proporciones o no se consumen.<sup>(5)</sup>

Según la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela, el casabe tiene un aporte de nutrientes por cada 100 gramos de alimento de: 333 kilocalorías, 1,3 gramos de proteína, 0,6 gramos de grasa y 84,7 gramos de carbohidratos, de los cuales, 4,1 gramos son fibra dietética. Además aporta 3,1 miligramos de hierro.<sup>(6)</sup> Estudios sobre la composición y caracterización nutricional del casabe han señalado que es una buena fuente de fibra en la dieta, reportándose un contenido de fibra dietética insoluble de un 4,92 a un 5,67 % y de fibra soluble entre un 3,40 a 3,78 %.<sup>(7-9)</sup>

Hoy día el número de estudios hechos en animales y en el hombre, sobre la capacidad de las diferentes fibras

dietéticas para reducir las concentraciones de colesterol plasmático, es enorme, el mecanismo más claramente implicado en el efecto de la FD sobre la biodisponibilidad de la grasa, es su interferencia en la absorción, uniéndose a esta en el lumen intestinal, y favoreciendo su excreción fecal.<sup>(10)</sup> Sin embargo, las pruebas existentes indican que este efecto se debe a más de un mecanismo. Por otro lado la respuesta hipocolesterolemica varía dependiendo de las propiedades fisicoquímicas de la fibra utilizada en el ensayo y del tipo de dieta consumida que afectaría la interacción de la fibra con otros nutrientes en el intestino delgado.

De allí que el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del consumo de dietas que contenían fibra dietética proveniente de diferentes variedades de casabe venezolano, sobre la concentración de lípidos séricos en un modelo experimental con ratas.

## MÉTODOS

Este estudio corresponde al producto de un proyecto de investigación que se desarrolló en dos fases: una primera fase donde se evaluó el efecto del casabe sobre la absorción de minerales (hierro, cobre y zinc)<sup>(11)</sup> y sobre la absorción y retención aparente de proteínas,<sup>(12)</sup> y una segunda fase, que se presenta a continuación, en la cual se evaluó el efecto de diferentes variedades de casabe venezolano sobre la concentración de lípidos séricos.

## Ensayo Biológico

### Dieta

Se elaboraron 4 tipos de dieta, una dieta control sin FD siguiendo las recomendaciones del American Institute of Nutrition,<sup>(13)</sup> con un aporte isoproteico de 18 % que satisface los requerimientos de las ratas, y tres dietas experimentales que se diferenciaron del control por la sustitución del almidón de maíz por una variedad específica de casabe, las cuales fueron identificadas de acuerdo a la procedencia del mismo, como: Casabe Miranda, Casabe Sucre y Casabe Amazonas. En la Tabla 1 describe la composición de estas dietas.

**Tabla 1.** Composición porcentual de las dietas experimentales (g/100 g de mezcla).

Ingredientes	Control	Casabe Miranda	Casabe Sucre	Casabe Amazonas
Aislado de Soya	18	18	18	18
Aceite de Maíz	8	8	8	8
Almidón de Maíz	68,5	-	-	-
Casabe	-	68,5	68,5	68,5
Mezcla de vitaminas	1	1	1	1
Mezcla de minerales <sup>a</sup>	4	4	4	4
Bitartrato de Colina	0,2	0,2	0,2	0,2
L- Metionina	0,3	0,3	0,3	0,3

a. Mezcla AIN-76 de Harlan Teklad.

Las variedades de casabe venezolano utilizadas fueron obtenidas en los mercados locales de los estados Sucre, Miranda y Amazonas. Estas fueron molidas, tamizadas y posteriormente añadidas a los otros componentes de la dieta.

## Animales

Se utilizaron 20 ratas machos de la cepa Sprague Dawley, con un peso inicial promedio de 150g las cuales fueron divididas al azar en cuatro grupos de 5 ratas cada uno. Las ratas fueron alimentadas ad libitum durante todo el período experimental (21 días) con las dietas anteriormente mencionadas. El tratamiento de las ratas, se hizo de acuerdo a las normas internacionales para ensayos con animales.<sup>(14)</sup> Los pesos de los animales, y la ingesta alimentaria se registraron en forma interdiaria, para el cálculo de la ganancia de peso y la estimación del índice de eficiencia alimentaría (FER), según el método de Campbell.<sup>(15)</sup>

Al final del estudio, las ratas se sometieron a eutanasia por punción cardíaca previo proceso de anestesia utilizando una atmósfera saturada de éter. Las muestras de sangre obtenidas por punción cardíaca fueron centrifugadas a 1500 rpm para la separación del suero y congeladas a -20 °C para su posterior análisis. Una vez culminada la experimentación, se descartaron los animales como desechos biológicos para su posterior incineración fuera de la institución, de acuerdo a la normativa y/o protocolos para la experimentación bioética en animales.

## Determinaciones de la concentración sérica de lípidos

### *Colesterol total:*

El colesterol total en suero fue determinado por el método enzimático propuesto por Allain.<sup>(16)</sup>

### *Colesterol LDL:*

Se calculó aplicando la Fórmula Friedwald: LDL-C = Colesterol Total Triglicéridos/5 – HDL-C

### *Colesterol HDL:*

Para la medición del colesterol HDL se utilizó el método enzimático propuesto por Kostner.<sup>(17)</sup>

### *Triglicéridos:*

La concentración de triglicéridos en suero fue determinada por el método enzimático propuesto por Fossati.<sup>(18)</sup>

En todos los ensayos realizados para la determinación de lípidos séricos se utilizaron los kit enzimáticos de la casa comercial Chemroy.

## Análisis de Fibra Dietética

La Fibra dietética total (FDT), Fibra Dietética Soluble (FDS) y Fibra Dietética Insoluble (FDI) se determinaron por el método de Prosky,<sup>(19)</sup> en las muestras de tres variedades

de casabe obtenidas en diferentes estados venezolanos, Miranda, Sucre, y Amazonas, las cuales fueron previamente molidas y tamizadas.

## Tratamiento Estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico de computación SPSS® en su versión 21. Se aplicaron las medidas descriptivas, media aritmética, promedio y desviación estándar. Además se aplicó la prueba paramétrica ANOVA de un factor, seguido por la prueba de comparación múltiple de Duncan, así como la prueba paramétrica ANOVA de dos vías. Los datos son mostrados como valores promedio de los grupos experimentales. Las medidas de asociación se aplicaron con el fin de establecer diferencias significativas entre los grupos, con niveles de significación menores a 0,05 ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Consumo y crecimiento

Para los cuatro grupos experimentales, se observó que las ratas alimentadas con dietas con adición de casabe, mostraron una ganancia relativa de peso corporal y un consumo promedio de alimento significativamente mayor ( $p < 0,05$ ; datos no mostrados), en comparación con los animales alimentados con dieta libre de casabe. Sin embargo, al comparar el índice de eficiencia alimentaría (FER), se encontró que no hubo diferencias significativas entre el grupo control y los grupos alimentados con casabe

### Contenido de FDT, FDS y FDI en las diferentes variedades de casabe venezolano

Los resultados del análisis del contenido de fibra dietética total (FDT), fibra dietética soluble (FDS) y fibra dietética insoluble (FDI) en cada una de las variedades de casabe utilizadas, mostraron que el casabe Amazonas y Sucre presentaron un mayor contenido de FDT y FDS. De igual manera, se observa que en cada una de las muestras de casabe prevalece la FDS sobre la FDI, siendo la variedad de casabe Amazonas quien presentó un contenido significativamente mayor de FDI. Ver Tabla 2.

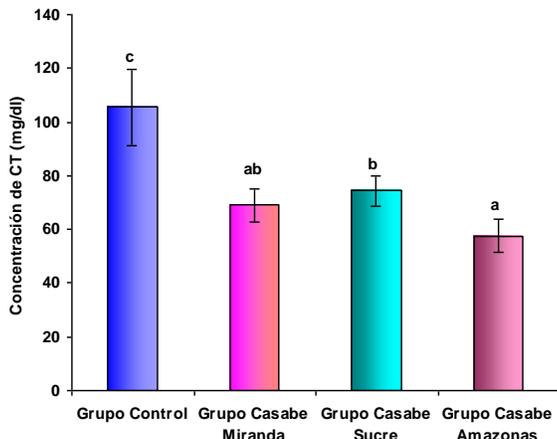
**Tabla 2.** Contenido de Fibra Dietética Total, Soluble e Insoluble en las diferentes variedades de Casabe (g/100).

Variedades analizadas	Fibra dietética Total (FDT)	Fibra dietética Soluble (FDS)	Fibra dietética Insoluble (FDI)
Casabe Miranda	9,61 ± 1,12 <sup>a</sup>	6,99 ± 1,14 <sup>a</sup>	2,62 ± 0,60 <sup>a</sup>
Casabe Sucre	11,1 ± 1,09 <sup>b</sup>	8,42 ± 1,64 <sup>b</sup>	2,73 ± 1,05 <sup>a</sup>
Casabe Amazonas	11,3 ± 0,91 <sup>b</sup>	8,03 ± 1,08 <sup>b</sup>	3,27 ± 0,90 <sup>b</sup>

La tabla muestra el promedio y la desviación estándar de 5 determinaciones de fibra dietética en las muestras de casabe utilizadas. Los valores en una misma columna con letras distintas son estadísticamente significativos, aplicando la prueba paramétrica ANOVA de un factor, seguido de la Prueba de Duncan ( $p < 0,05$ ).

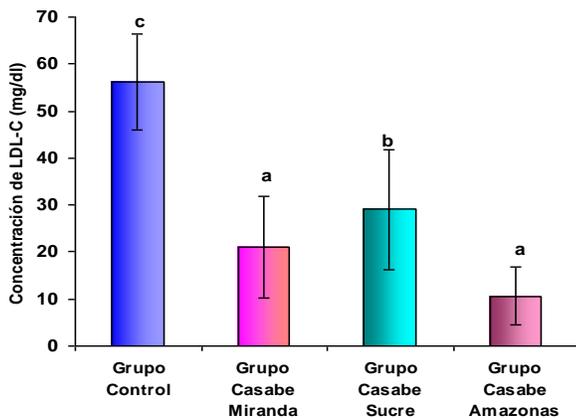
**Concentración de lípidos plasmáticos**

En la figura 1, se muestra el efecto de la inclusión de casabe a las dietas experimentales, sobre la concentración sérica de colesterol total. Al analizar el efecto que produjo la adición de casabe a las dietas sobre la concentración sérica de colesterol total, se observa que en comparación a la dieta control, la inclusión de casabe produjo una disminución significativa ( $p < 0,05$ ) en la concentración de colesterol en suero en todos los grupos alimentados con esta fuente de fibra.



**Figura 1.** Concentración sérica de Colesterol total en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe (mg/dl).

Sin embargo, el grupo casabe Amazonas fue quien reflejó la mayor reducción en la concentración de colesterol total, en más de un 45 % en comparación a los controles alimentados sin casabe, seguido por el grupo casabe Miranda en un 38 % y Sucre en un 32 % respectivamente, sin encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre las variedades de casabe Sucre y Miranda.

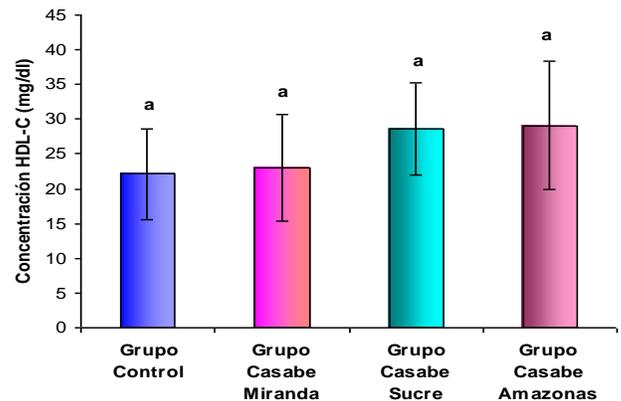


**Figura 2.** Concentración sérica de Colesterol LDL en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe (mg/dl).

Cuando se analizaron los resultados referentes a la concentración sérica calculada del C-LDL, se presentó un comportamiento muy similar al observado en la

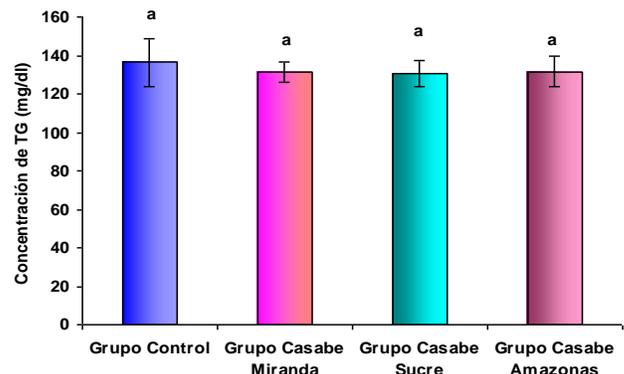
concentración sérica de colesterol total. En la figura 2 se puede apreciar que la adición de casabe a las dietas produjo una disminución significativa de la fracción del C-LDL en todos los grupos de animales alimentados con esta fuente de fibra, siendo esta substancialmente mayor en el grupo alimentado con la variedad de casabe Amazonas en un 81 % en comparación con el control alimentado sin casabe, seguido por los grupos alimentados con las variedades de casabe Miranda y Sucre, quienes disminuyeron en un 62,7 % y 48,3 %, respectivamente.

En relación con el efecto que produjo la adición de casabe a las dietas sobre la concentración sérica de C-HDL, en la figura 3 se observa que en comparación al grupo control, los grupos de ratas alimentadas con las variedades de casabe Sucre y Amazonas mostraron un incremento en la concentración del C-HDL de un 29,5 % y 31,52 % respectivamente, aunque el mismo no fue estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ), lo cual podría deberse a la dispersión de los datos en estos grupos.



**Figura 3.** Concentración sérica de Colesterol HDL en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe (mg/dl).

En la concentración sérica de triglicéridos totales (TGT), presentada en la figura 4 se observa que no hubo un efecto significativo ( $P > 0,05$ ) de la adición de casabe a la dieta sobre la fracción de triglicéridos séricos en los grupos experimentales.



**Figura 4.** Concentración sérica de Triglicéridos totales en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe (mg/dl).

## DISCUSIÓN

La cuantificación del contenido de fibra dietética en las diferentes dietas experimentales, mostró que las variedades de casabe Amazonas y Sucre presentaron el mayor contenido de fibra dietética total. Los valores aquí registrados se asemejan a los reportados por Chonchol y Tovar,<sup>(7)</sup> quienes encontraron valores de fibra dietética total para las variedades de casabe de las regiones de Sucre y Miranda de 9,45 % y 8,32 % respectivamente.

Por otro lado, Infante *et al.*,<sup>(20)</sup> reportaron 4,6 % y 4,5 % para las variedades de casabe procedente del estado Miranda, mientras que para el casabe proveniente del Estado Amazonas reportaron 4,7 %.

Los datos encontrados en este estudio mostraron un mayor contenido de fibra dietética soluble, en las variedades Sucre y Amazonas. Se ha señalado que este tipo de fibra produce un retardo en la absorción de nutrientes. Una menor absorción de lípidos en el intestino puede estar ocasionada por el incremento de la viscosidad que produce este tipo de fibra, dando lugar a la formación de un gel matricial viscoso que enlentece la difusión de los nutrientes desde la luz hasta la superficie intestinal.<sup>(21)</sup> Esto podría explicar la mayor reducción de la concentración sérica de colesterol total observada en el grupo alimentado con la variedad de casabe Amazonas.

Aunque no se conoce con exactitud el mecanismo por el cual la fibra soluble produce una reducción en los niveles de colesterol total en suero, es probable que esto se deba a la combinación de varios procesos, como una reducción en la absorción de colesterol y sales biliares, aumento en la síntesis de sales biliares, y reducción de la síntesis de colesterol por acción de los ácidos grasos de cadena corta producidos por la fermentación de las fibras solubles en el intestino. De la degradación anaeróbica de los polisacáridos se obtienen los ácidos grasos de cadena corta como el acético, propiónico y butírico. Se ha reportado que el propionato es un inhibidor de la 3-hidroxi-3-metil-glutaril CoA reductasa, que es la enzima que controla la síntesis hepática del colesterol.<sup>(2, 3, 22)</sup>

En un estudio realizado en ratas albinas, en donde se evaluó el efecto prebiótico de la fibra de casabe como un ingrediente de galletas, se reportó una disminución significativa del colesterol total, demostrando el efecto nutracéutico de las mismas a concentraciones de 17,1 mg de fibra por cada 100g de galleta.<sup>(23)</sup>

Estudios realizados en cobayos encontraron que la pectina, goma guar y psyllium disminuyeron la concentración de colesterol hepático, resultando en múltiples efectos en la homeostasis del colesterol incluyendo el incremento del número de receptores hepáticos para LDL, sobre la regulación de la actividad de la 3-OH – 3- metil glutaril CoA (HMG-CoA) reductasa que regula toda la ruta de la síntesis de colesterol.<sup>(24)</sup>

Los resultados de los estudios anteriores presentan muchos puntos de coincidencia con esta investigación,

por lo cual las argumentaciones de estos autores podrían explicar los resultados mostrados en este trabajo.

Otras investigaciones hechas en animales de experimentación utilizando dietas suplementadas con fibra dietética proveniente de afrecho de trigo en un 25 %, por un período de 55 días, encontraron de igual forma un descenso significativo en las concentraciones séricas de colesterol total y C-LDL, en comparación a los animales controles alimentados sin fibra.<sup>(24)</sup>

Cuando se analizaron los resultados referentes a la concentración sérica del C-LDL, encontramos un comportamiento muy similar al observado en la concentración sérica de colesterol total. Este resultado encontrado en la fracción del C-LDL es muy interesante, ya que se ha señalado que una reducción del colesterol total asociada a una disminución del C-LDL disminuye el riesgo de enfermedad coronaria, resultando en un efecto altamente benéfico.

En este sentido se ha reportado que la pectina, rica en ácido galacturónico y constituyente de la fibra dietética soluble, reduce significativamente el colesterol sanguíneo asociado con las lipoproteínas LDL o VLDL.

Investigaciones hechas en humanos reportaron que la pectina disminuyó el C-LDL en 18 % en personas saludables, y en un 35 % aproximadamente en personas con hipercolesterolemia familiar. Estos investigadores señalaron que durante la absorción de las grasas, el intestino delgado sintetiza apoproteínas para la formación de lipoproteínas intestinales; estas proteínas contribuyen significativamente al compartimiento de apoproteínas circulantes en el plasma. La velocidad y lugar de absorción de los lípidos puede alterar la contribución del intestino delgado a la composición de las lipoproteínas en el plasma, y las fibras hidrosolubles parecen ser las principales responsables de disminuir la absorción de lípidos en el intestino delgado.<sup>(25)</sup>

No obstante, estudios realizados en animales de experimentación, utilizando dietas suplementadas con fibra dietética no soluble *Phaseolus vulgaris* (Caraotas negras, carioquiña, y roja) en un 30 % en base seca por un período de 21 días, también mostraron un efecto hipocolesterémico al producir un descenso significativo de las concentraciones séricas de colesterol total y de la fracción de C-LDL en todos los grupos alimentados con este tipo de fibra, en comparación con el grupo control alimentados sin fibra. Los investigadores señalaron que la reducción del colesterol total producida por las leguminosas parece ser causado por la combinación del efecto de la fibra dietética soluble (gomas y pectinas), así como de proteínas, y saponinas. Estas últimas reducen la absorción de colesterol, y aumentan la excreción fecal de esteroides.<sup>(26)</sup>

Otros estudios llevados a cabo utilizando purificados de FD de alcachofa, encontraron que las fibras insolubles presentaron mayores valores de absorción de grasa que las solubles, tanto por su contenido en lignina, como por

su mayor tamaño de las partículas.<sup>(27)</sup> La lignina, pectina, y goma guar, se han identificado como los componentes de la fibra dietética con mayor capacidad para unir moléculas orgánicas in vitro.<sup>(28)</sup>

Debido a estas propiedades, numerosos estudios han centrado su interés en el papel que ejercen diferentes fuentes de fibra (tanto en su estado natural en los alimentos, como en fuentes de fibra aislada), en la reducción de los niveles de colesterol total y C-LDL en sangre, reconociéndose su efecto preventivo en la aparición de enfermedades cardiovasculares.

Estos resultados evidencian la necesidad de las determinaciones de la composición de la FD en estas variedades de casabe y sus propiedades fisicoquímicas.

Los hallazgos encontrados para el C-HDL hacen más interesante los productos derivados de este estudio, ya que se ha señalado que una reducción del colesterol total asociado a un incremento en la fracción del C-HDL disminuye el riesgo de enfermedad coronaria.

Resultados similares a los encontrados en este trabajo, fueron reportados por Martin-Carron,<sup>(29)</sup> el cual encontró efectos benéficos en la FD y compuestos polifenólicos presentes en la cascarilla de uva, quienes aumentaron los valores de C-HDL en ratas con niveles de colesterol normales. Así mismo el consumo de este tipo de fibra en ratas hipercolesterolémicas disminuyó significativamente las concentraciones del C-LDL y del colesterol total.

Por su parte, Prasad y Stuglin,<sup>(30)</sup> reportaron un estudio realizado en humanos con edades comprendidas entre 22 y 47 años, a quienes se les suministró junto con su dieta, un alimento que contenía 32,7 g de linaza como fuente de fibra durante cuatro semanas. Al final del estudio no se observaron cambios en los niveles de colesterol total, C-HDL, C-LDL, y VLDL, aunque sí se observó un aumento de los triglicéridos.

Sin embargo, otros estudios realizados en animales de experimentación, utilizando dietas suplementadas con fibra dietética no soluble *Phaseolus vulgaris* (Caraotas negras, carioquiña, y roja), mostraron por el contrario un descenso significativo de las concentraciones séricas de C-HDL, acompañada de una disminución del colesterol total, y de la fracción del C-LDL en todos los grupos alimentados con este tipo de fibra, en comparación con los controles alimentados sin fibra.<sup>(26)</sup>

La información existente sobre el efecto de la FD en los niveles de C-HDL es contradictoria, de modo que existen reportes en donde la ingesta de fibra dietética aislada o de alimentos que son fuentes de fibra produce reducción en los niveles de C-HDL, otros estudios que indican que se produce un aumento, así como reportes que señalan que no se afectan los niveles de C-HDL.<sup>(31)</sup>

Estos resultados apuntan a la reducción del colesterol malo (C-LDL) y el incremento del colesterol bueno (C-HDL), siendo la sugerencia de estas observaciones encontradas, aumentar el número de estudios con esta fuente de fibra (casabe) y evaluar su intervención en el

metabolismo de las lipoproteínas, con el fin de llegar a una conclusión que evite las contradicciones.

En relación con la fracción de triglicéridos séricos, el no encontrar un efecto significativo de las dietas experimentales podría deberse al alto contenido de almidón presente en el casabe, que es aproximadamente 81 % y el cual es similar al contenido de almidón de maíz existente en la dieta control. No obstante, los resultados muestran una leve tendencia a la disminución en la concentración de estos lípidos séricos en los grupos alimentados con casabe, que varió entre un 4 y 5 % en relación con los animales alimentados con la dieta control.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Rosa et al.,<sup>(26)</sup> quienes no encontraron diferencias significativas sobre la concentración sérica de triglicéridos totales, en ratas alimentadas con dietas suplementadas con fibra dietética no soluble *Phaseolus vulgaris* (Caraotas negras, carioquiña, y roja) en una proporción de 30 % en base seca, por un período de 21 días, al compararlas con el grupo control alimentado sin fibra dietética.

No obstante, un estudio realizado en animales de experimentación, utilizando dietas suplementadas con fibra dietética insoluble (afrecho de trigo), por un período de 30 días, mostraron un descenso significativo ( $p < 0,05$ ) de las concentraciones séricas de triglicéridos en ratas hembras, mientras que el grupo macho mantuvo las concentraciones estables. El colesterol total, y la fracción del C-LDL disminuyeron significativamente en ratas machos y hembras alimentados con este tipo de fibra, en comparación con los controles alimentados sin fibra.<sup>(32)</sup>

En humanos, también se ha observado disminuciones de hasta 10 % en la concentración sérica de triglicéridos, en individuos alimentados con un régimen normocalórico y suplementado con afrecho de trigo, sugiriéndose un efecto del tipo de dieta, y de la especie utilizada en estos estudios.

En este contexto, se ha señalado además la presencia de proteínas inhibitoras de la lipasa pancreática en las fracciones de cereales ricos en fibra como: salvados, gérmenes, y harinas integrales, las cuales podrían inducir variaciones post-prandiales de los triglicéridos séricos.<sup>(32)</sup>

Aunque las propiedades físicas de la FD que parecen ser las principales responsables de estos efectos fisiológicos en el metabolismo de los lípidos incluyen: su viscosidad, capacidad de fermentabilidad, así como su capacidad de unión a los ácidos biliares. Los resultados reportados en la literatura sobre la capacidad de la fibra dietética para reducir los niveles de lípidos séricos, nos permiten deducir que existen otras propiedades físico-químicas como: la forma física y el tamaño de las partículas de cada fibra en particular, composición química de la fibra, capacidad para inhibir o modificar la actividad de enzimas digestivas y pancreáticas entre otras, que podrían explicar también algunos de los efectos

producidos por la fibra dietética sobre la absorción y el metabolismo de los lípidos.

## CONCLUSIONES

De manera general los resultados de este estudio mostraron que la inclusión de casabe a las dietas como fuente de FD, tuvieron propiedades hipocolesterolémicas, al producir una reducción significativa sobre los niveles séricos de colesterol total y de C-LDL, al compararlos con el grupo control alimentado sin casabe. Este efecto estuvo relacionado con la dieta que consumieron los animales, pero no dependió de las variedades de casabe utilizadas en el diseño experimental.

Se observó además un incremento sobre la concentración sérica del C-HDL, específicamente en los grupos alimentados con las variedades de casabe Sucre y Amazonas.

Con respecto a las concentraciones séricas de triglicéridos, estas no fueron modificadas por la presencia de casabe en las dietas experimentales.

Los resultados encontrados plantean la necesidad de seguir realizando estudios fundamentales sobre la composición bioquímica y química de la FD del casabe y su efecto hipocolesterolémico, a fin de considerar su uso como una alternativa en la terapéutica nutricional de las dislipidemias.

## Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el apoyo y aporte financiero con el proyecto individual número 09-13-5146-03, así como también al Instituto de Medicina Experimental de la Universidad Central de Venezuela y al Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas y Nutricionales de la Universidad Simón Bolívar, por el apoyo logístico durante la fase experimental.

Los autores agradecen a Adriana Redondo, Dagoberto Bonive, Jorge Méndez, Ana Mercedes Abraham, María Florencia Alessio, Nidia Rodríguez, y Lilia Convit, por su valiosa colaboración en la realización de las distintas fases experimentales de este proyecto de investigación.

## REFERENCIAS

- García P, Velasco C. Is fiber an essential nutrient in standard enteral nutrition?. *Nutr Clin Med.* 2013; 7(1): 26-39.
- Kaczmarczyk MM, Miller MJ, Freund GG. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metabolism.* 2012; 61(8): 1058-66.
- Papathanasopoulos A, Camilleri M. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology.* 2010; 138(1): 65-72.
- Mongeau R, Scott FW, Brassard R. Definition and analysis of dietary fiber. In: *Complex Carbohydrates in Food.* Edited by S. Cho, L. Prosky y M. Dreher. New York: Marcel Dekker; 1999.
- Ortega C. Contribution of roots and tubers to the Food System in Venezuela. In: *XI National Encounter of Cassava Growers and Researchers. Memoirs.* Maturín, Venezuela: FEDEAGRO/CECOTUP/ Gob. Monagas; 1996.
- Ministerio del Poder Popular para la Alimentación; Instituto Nacional de Nutrición. *Tabla de Composición de los Alimentos. Revisión 2012.* Caracas: Gente de Maíz; 2012.
- Chonchol N, Tovar J. Dietary Fiber Content and Starch Digestibility in Cassava Bread. *Nutr Rep Int.* 1988; 38(2): 433-37.
- Rivera CJ, Gerardi A, Infante B, Carrasco H, Rodríguez O. Dietary fiber analysis of casabe using gravimetric methods. *Arch Latinoam Nutr.* 1993; 43(1):78-81.
- Li S, Cui Y, Zhou Y, Luo Z, Liu J, Zhao M. The industrial applications of cassava: current status, opportunities and prospects. *J Sci Food Agric.* 2017;97(8):2282-90.
- Zhang W, Li D, Liu L, Zang J, Duan Q, Yang W, et al. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. *J Anim Sci Biotechnol.* 2013;4(1):17-22.
- Morón M, Ávila A, Hernández P. Efecto del consumo de casabe venezolano sobre la absorción de minerales en un modelo experimental con ratas. *INHRR.* 2013; 44(2): 13-20.
- Ávila A, Morón M, Hernández R, Torrealba F. Efecto del consumo de casabe sobre la absorción y retención aparente de proteínas en un modelo experimental con ratas. *Rev Digit Postgrado.* 2018; 7(1): 31-7.
- American Institute of Nutrition. Report of the American Institute of Nutrition "ad hoc" committee of standards for nutritional studies. *J Nutr.* 1977; 107(7):1340-8.
- National Research Council. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals.* 8th Edition. Washington, DC: National Academies Press; 2011.
- Campbell JA. Method for determination of PER & NPR. In: *Food and Nutrition Board. Committee on Protein Quality. Evaluation of protein quality* Washington D.C., NAS/NRC; 1963.
- Allain C, Poon L, Chan C, Richmond W. Enzymatic determination of total cholesterol. *Clin Chem.* 1974; 20(4): 470-5.
- Kostner G, Allain C. Enzymatic determination of cholesterol in high density lipoprotein. *Clin Chem.* 1976; 22(5): 695.
- Fossati P, Prencipe L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. *Clin Chem.* 1982; 28(10): 2077-80.
- Prosky I, Asp NG, Schjeweizer TF, De Vries JW, Furda. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in food products. *Chem.* 1988; 71(5): 1017-23.
- Infante R, García O, Rivera C. Characterization of dietary fiber and pectin of cassava bread obtained from different regions of Venezuela. *Rev Chil Nutr.* 2013;40(2):169-73.
- Terpstra AH, Lapre JA, de Vries HT, Beynen AC. Dietary Pectin with high viscosity lowers plasma and liver cholesterol concentration and plasma cholesteryl ester transfer protein activity in hamsters. *J Nutr.* 1998; 128(11): 1944-9.

22. Moundras C, Bher SR, Demigné C, Mazur A, Rémésy C. Fermentable polysaccharides that enhance fecal bile acid excretion lower plasma cholesterol and apolipoprotein E-rich HDL in rats. *J Nutr.* 1994; 124(11): 2179-88.
23. Osundahunsi OF1, Williams AO, Oluwalana IB. Prebiotic effects of cassava fibre as an ingredient in cracker-like products. *Food Funct.* 2012;3(2):159-63.
24. Castañeda BG, Fernández MR, García MG, Cook MJ. Effect of dietetic fiber on the seric lipids of male and female rats. *MedULA.* 2003; 2(3): 64-69.
25. Schwandt P, Richter W O, Weisweiler P. Cholestyramine plus pectin in treatment of patients with familiar hypercholesterolemia. *Atherosclerosis.* 1982; 44(3): 379-84.
26. Rosa OB, Costa BM, Leal FG, Oliveira T. The cholesterol-lowering effect of black beans (*Phaseolus vulgaris*, L.) without hulls in hypercholesterolemic rats. *Arch Lat de Nutr.* 1998; 48(4): 299-305.
27. Bruce B, Spiller GA, Klevay LM, Gallagher SK. A diet high in whole and unrefined food favorably alters lipids, antioxidant defenses, and colon function. *J Am Coll Nutr.* 2000; 19(1): 61-7.
28. López G, Ros G, Rincón F, Periago M, Martínez C. Functional properties of dietary fiber: mechanism of actions in gastrointestinal tract. *Arch Lat de Nutr.* 1997; 47(3): 203-07.
29. Martin CN. Reduction in serum total and LDL cholesterol concentrations by dietary fiber and polyphenols-rich grape products in hipercholesterolemic rats. *Nutrition Research.* 1999; 19(9): 1371-81.
30. Prasad K, Stuglin C. Effect of flaxseed consumption on blood pressure, serum lipids, hemopoietic system and liver and kidney enzymes in healthy humans. *J Cardiovascular Pharmacol.* 2005; 10(1): 7-23.
31. Anderson JW. Dietary fiber, lipids and Atherosclerosis. *Am J Cardiol.* 1987; 60(12): 17G-22G.
32. Borel P, Lairon D, Senft M, Garzino P. Lack of effect of purified cellulose and hemicellulose on the digestion and the intestinal adsorption of dietary lipids in the rat. *Ann Nutr.* 1989; 33(95): 237-245.