

Artículo Original

EFFECTO DEL CONSUMO DE CASABE SOBRE LA ABSORCIÓN Y RETENCIÓN APARENTE DE PROTEÍNAS EN UN MODELO EXPERIMENTAL CON RATAS

Effect of casabe bread consumption on apparent absorption and retention of proteins in a rat experimental model

Ana Ávila¹ , Mirla Morón² , Pablo Hernández³ , Francisco Torrealba⁴ 

Resumen

Introducción: el principal producto derivado de la yuca en Venezuela es el casabe, valorado por su contenido calórico y de Fibra Dietética (FD). **Objetivo:** determinar el efecto del consumo de diferentes variedades de casabe sobre la absorción y retención aparente de proteínas en un modelo experimental con ratas. **Métodos:** se utilizaron 20 ratas machos adultas, cepa Sprague Dawley®, las cuales fueron 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 aumento en el peso de las heces así como en su contenido de nitrógeno ($p < 0,05$), sin presentar diferencias significativas en la excreción de nitrógeno urinaria. La absorción de proteínas y la retención aparente de nitrógeno disminuyeron significativamente ($p < 0,05$) hasta el día 14 del período experimental. Sin embargo, se pudo apreciar que al final del ensayo (día 21) la retención aparente de nitrógeno no mostró diferencia entre los controles y los grupos

experimentales. **Conclusiones:** la inclusión de casabe a las dietas no produjo una reducción en la utilización de proteínas como para afectar el crecimiento de los animales. Se plantea la necesidad de seguir realizando estudios en esta área ya que la literatura es muy escasa.

Palabras clave: Fibras en la dieta, Casabe, Proteínas, Absorción Intestinal, Nitrógeno, Venezuela.

Abstract

Introduction: the main product derived from cassava in Venezuela is cassava bread, valued for its caloric content and Dietary Fiber (DF). **Objective:** to determine the effect of the consumption of different varieties cassava bread on the absorption and retention of proteins in a rat experimental model. **Methods:** Twenty male adult rats, Sprague Dawley® strain, were divided into four groups: a control without fiber and three experimental groups in which corn starch was substituted for a variety of cassava bread, identified by their origin as: "Cassava bread Miranda", "Cassava bread Sucre" and "Cassava bread Amazonas". **Results:** The total DF content and soluble fraction were significantly higher in the varieties of cassava breads varieties Amazonas and Sucre ($p < 0.05$). The inclusion of cassava bread in diets produced an increase in stool weight as well as in nitrogen

Recibido: 20/05/2018 Aceptado: 11/06/2018

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. ORCID: [0000-0002-8251-5707](https://orcid.org/0000-0002-8251-5707)

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. Correo electrónico: mormir1811@hotmail.com ORCID: [0000-0001-8366-0247](https://orcid.org/0000-0001-8366-0247)

3. Magister en Nutrición. Licenciado en Nutrición y Dietética. Profesor Instructor de la Cátedra de Nutrición Humana. Escuela de Nutrición y Dietética. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. ORCID: [0000-0002-6691-7618](https://orcid.org/0000-0002-6691-7618)

4. 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)

*content ($p < 0.05$), without presenting significant differences in the excretion of urinary nitrogen. Protein absorption and apparent nitrogen retention decreased significantly ($p < 0.05$) until day 14 of the experimental period. However, it could be seen that at the end of the trial (day 21) the apparent nitrogen retention showed no difference between the controls and the experimental groups. **Conclusions:** the inclusion of cassava bread in the diets did not produce a reduction in the use of proteins to affect the growth of the animals. The need to continue conducting studies in this area is considered, since the literature is very scarce.*

Key Words: Dietary Fiber, Cassava bread, Proteins, Intestinal Absorption, Nitrogen, Venezuela.

Cita: Ávila A, Morón M, Hernández P, 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): 31-37.

INTRODUCCIÓN

El interés actual por la fibra dietética (FD) como componente de la dieta surge de la asociación epidemiológica entre una elevada ingesta de FD y la menor incidencia de determinadas enfermedades crónicas, como el cáncer de intestino grueso, desórdenes colónicos, constipación, enfermedad diverticular, y desórdenes sistémicos tales como hiperlipidemia, enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad, entre otras.⁽¹⁾

Las raíces y tubérculos son alimentos básicos de la dieta de los pobladores de América Latina, África, y Asia.⁽²⁾ Dentro de este reglón se destaca la yuca, cuyo principal producto derivado en Venezuela es el casabe. Hoy día, el casabe forma parte de la dieta alimentaria de los venezolanos y es valorado por su contenido calórico y riqueza en FD.⁽³⁾ Su consumo es muy desigual en el país, alcanzando altos niveles en los estados de la región oriental, en algunas poblaciones indígenas, y en las comunidades de la zona norte costera y de los llanos.⁽⁴⁾

Desde el punto de vista nutricional, 100 gramos de casabe aportan: 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 FD.⁽⁵⁾

Se ha señalado que la FD o algunos de sus componentes, pueden modificar la absorción de nutrientes tales como carbohidratos, proteínas, lípidos y cationes por un proceso de dilución de la fibra sobre el material alimentario o por alteraciones morfológicas del intestino delgado y efectos sobre la mucosa intestinal.⁽⁶⁾

Así, en el caso de la utilización de proteínas se ha señalado que la FD reduce la digestibilidad de las mismas posiblemente formando una barrera física a la difusión de enzimas, o bien por procesos de absorción.⁽⁷⁾

Otras evidencias derivadas de estudios con animales han señalado que dietas con alto contenido de FD pueden conducir a un aumento de las pérdidas de proteínas endógenas de las paredes del tubo digestivo, debido a un efecto abrasivo sobre las mucosas, que incrementa la tasa de descamación del epitelio intestinal.⁽⁸⁾ Por otro lado, es importante señalar que muchos alimentos vegetales, contienen compuestos polifenólicos que podrían reducir la utilización nutritiva de las proteínas de la dieta, ya que estos pudieran estimular la eliminación endógena de aminoácidos y proteínas en el intestino delgado por su acción quelante.⁽⁹⁾

Los mecanismos a través de los cuales la FD altera el proceso digestivo-absortivo no están totalmente esclarecidos, por lo que se plantea la necesidad de realizar estudios fundamentales en los que se relacionen las propiedades fisicoquímicas de las fuentes de fibra y de los compuestos que la integran, con las modificaciones que estos sean capaces de producir sobre la función gastrointestinal y la utilización de nutrientes.

Por lo que, el propósito de este estudio fue determinar el efecto del consumo de diferentes variedades de casabe sobre la absorción y retención aparente de proteínas en un modelo experimental con ratas.

MÉTODOS

Dieta

Este estudio experimental fue realizado en el año 2008. Se elaboraron 4 tipos de dieta, una dieta control sin FD siguiendo las recomendaciones del National Research Council.⁽¹⁰⁾ Con un aporte isoproteico de 18 % que satisface los requerimientos de la rata, 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". La composición de estas dietas está descrita en la Tabla 1.

Las variedades de casabe venezolano utilizadas fueron obtenidas en los mercados locales de Caripito (Estado Sucre), Cupira (Estado Miranda), y Puerto Ayacucho (Estado 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 150 g 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 descritas en la Tabla 1. El manejo de las ratas, se hizo de acuerdo a las normas internacionales para ensayos con animales.⁽¹⁰⁾ Los pesos de los animales, y la ingesta alimentaria se registraron en forma ínter diaria, para el cálculo de la ganancia de peso y la estimación del coeficiente de eficiencia alimentaria (PER) según el método de Campbell.⁽¹¹⁾

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*	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

* Mezcla AIN-76 de Harlan Teklad

Se realizaron tres recolecciones de heces y de orina de 48 horas cada una, los días 7, 14, y 21 respectivamente. Las heces se secaron a 80 °C y se dejaron a temperatura ambiente hasta su análisis respectivo. Las muestras de orina se colectaron sobre un mililitro de ácido sulfúrico 6N para preservarlas y se mantuvieron congeladas hasta el momento de su análisis.

Al final del estudio, las ratas se sometieron a eutanasia en atmósfera de éter. Se practicó laparotomía y se reseco el intestino para determinar su peso y longitud. Una vez culminada la experimentación, se descartaron los animales como desechos biológicos para su posterior incineración fuera de la institución, acorde a la normativa para la experimentación bioética en animales.⁽¹⁰⁾

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 et al.⁽¹²⁾, en las muestras de tres variedades de casabe obtenidas en diferentes estados venezolanos, Miranda, Sucre, y Amazonas, las cuales fueron previamente molidas y tamizadas.

Determinación de nitrógeno en orina y heces

Se determinó el nitrógeno total en orina y heces por el método de Hevia y Ciocchia.⁽¹³⁾

Cálculo del porcentaje de absorción y retención aparente de proteínas

El porcentaje de absorción de proteína (AAP) se determinó usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ AAP} = \frac{\text{Nitrógeno consumido} - \text{Nitrógeno excretado (heces)}}{\text{Nitrógeno consumido}} \times 100$$

El porcentaje de retención aparente de proteína (RAP) se determinó haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ RAP} = \frac{\text{Nitrógeno consumido} - \text{Nitrógeno total excretado (H y O)}}{\text{Nitrógeno consumido}} \times 100$$

H= heces O= orina

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 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 alimentaria (PER), 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 (Tabla 2). 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.

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 ^a	6,99 ± 1,14 ^a	2,62 ± 0,60 ^a
Casabe Sucre	11,1 ± 1,09 ^b	8,42 ± 1,64 ^b	2,73 ± 1,05 ^a
Casabe Amazonas	11,3 ± 0,91 ^b	8,03 ± 1,08 ^b	3,27 ± 0,90 ^b

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 ($p < 0,05$).

Peso y longitud de los intestinos

El peso de los intestinos y su longitud mostraron un incremento significativo ($p > 0,05$) en los grupos de ratas alimentadas con las diferentes variedades de casabe como fuente de fibra, en comparación al grupo control (Tabla 3). Sin embargo, luego de corregir los datos por el peso corporal final y por los gramos de alimento consumido, no se observaron diferencias entre los animales controles y los alimentados con dietas con casabe, indicando que el tamaño de los intestinos fue adecuado para el peso corporal y para el volumen de alimento consumido.

Tabla 3. Medidas de longitud y peso del Intestino delgado en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe.

Intestino Delgado	Control	Grupos Experimentales		
		Casabe Miranda	Casabe Sucre	Casabe Amazona
Longitud (cm)	109,3 ± 4,57 ^a	124,6 ± 8,38 ^b	120,7 ± 4,92 ^b	123,6 ± 8,32 ^b
Peso Húmedo (g)	4,50 ± 0,78 ^a	5,59 ± 0,76 ^b	5,12 ± 0,33 ^b	5,38 ± 0,76 ^b
Peso (g/100 g peso)	2,27 ± 0,15 ^a	2,12 ± 0,15 ^a	2,05 ± 0,19 ^a	2,16 ± 0,16 ^a
Peso corporal (g/100 g alimento)	2,50 ± 0,26 ^a	2,53 ± 0,18 ^a	2,56 ± 0,10 ^a	2,55 ± 0,16 ^a

La tabla muestra el promedio y la desviación estándar de 5 animales. Los valores en una misma fila con letras distintas son estadísticamente significativos, aplicando la prueba paramétrica ANOVA de dos factores ($p < 0,05$).

Peso de la masa fecal

La inclusión de casabe en las dietas experimentales produjo un incremento significativo ($p > 0,05$) del peso seco de las heces en todos los grupos alimentados con esta fuente de fibra, independientemente de la variedad de casabe utilizado, tal como se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4. Peso seco de las heces (g) en los diferentes grupos experimentales y tres períodos de recolección.

Grupos	Tiempo de Recolección (días)		
	Día 7	Día 14	Día 21
Control	1,15 ± 0,09 ^a	0,84 ± 0,09 ^a	0,75 ± 0,02 ^a
Casabe Miranda	2,26 ± 0,38 ^b	1,47 ± 0,27 ^b	1,52 ± 0,19 ^b
Casabe Sucre	2,39 ± 0,19 ^b	1,37 ± 0,13 ^b	1,58 ± 0,16 ^b
Casabe Amazona	2,29 ± 0,86 ^b	1,54 ± 0,32 ^b	1,56 ± 0,11 ^b

La tabla muestra el promedio y la desviación estándar de 5 animales. 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 ($p < 0,05$).

Excreción de nitrógeno fecal

En la tabla 5 se muestra el efecto de la inclusión de casabe a las dietas experimentales, sobre la excreción de nitrógeno en heces. En la misma, se puede observar que se produjo un incremento significativo ($p > 0,05$) en la excreción fecal de nitrógeno en todos los grupos alimentados con casabe, el cual fue sustancialmente mayor en el grupo casabe Amazonas comparado con el grupo control, aunque al final del ensayo no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos alimentados con las distintas variedades de casabe.

Tabla 5. Excreción de nitrógeno fecal en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe en los tres períodos de recolección (mg de nitrógeno heces/48 horas)

Grupos	Tiempo de Recolección (días)		
	Día 7	Día 14	Día 21
Control	19,90 ± 1,61 ^a	25,73 ± 3,01 ^a	22,22 ± 4,17 ^a
Casabe Miranda	30,57 ± 4,23 ^b	38,47 ± 6,95 ^a	38,39 ± 6,44 ^b
Casabe Sucre	33,15 ± 2,75 ^b	34,04 ± 2,28 ^a	42,38 ± 5,75 ^b
Casabe Amazona	44,16 ± 13,72 ^c	52,97 ± 14,75 ^b	45,39 ± 15,22 ^b

La tabla muestra el promedio y la desviación estándar de 5 animales. Los valores en una misma columna con letras distintas son estadísticamente significativos, aplicando la prueba de ANOVA de una vía, seguido de la Prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Excreción de nitrógeno urinario

Con respecto a la excreción de nitrógeno en orina; en la tabla 6 se puede apreciar que ésta solo fue afectada hasta el día 7 del período experimental, donde se encontró que la inclusión de casabe a las dietas experimentales produjo un incremento significativo en la excreción de nitrógeno en orina en todos los grupos alimentados con esta fuente de fibra

Tabla 6. Excreción de nitrógeno en orina en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe, en los tres períodos de recolección. (mg de nitrógeno/48 horas)

Grupos	Tiempo de Recolección (días)		
	Día 7	Día 14	Día 21
Control	18,55 ± 0,85 ^a	23,62 ± 2,45 ^a	29,35 ± 5,63 ^a
Casabe Miranda	24,81 ± 1,20 ^b	28,25 ± 3,88 ^a	33,49 ± 3,88 ^a
Casabe Sucre	24,14 ± 3,97 ^b	27,51 ± 2,93 ^a	29,11 ± 3,49 ^a
Casabe Amazona	26,59 ± 1,14 ^b	25,43 ± 3,04 ^a	32,12 ± 1,81 ^a

La tabla muestra el promedio y la desviación estándar de 5 animales. Los valores en una misma columna con letras distintas son estadísticamente significativos, aplicando la prueba de ANOVA de una vía, seguido de la Prueba de Duncan ($p < 0,05$).

Absorción aparente de proteína

En relación al efecto de la inclusión de casabe a las dietas experimentales, sobre la absorción de proteínas (relación entre el consumo de nitrógeno de cada rata y el nitrógeno excretado en heces), en la figura 1 se puede apreciar que el porcentaje de absorción aparente de proteína, resultó significativamente menor en el grupo de ratas alimentadas con la variedad de casabe Amazonas, en relación con el grupo control. Esta tendencia se mantuvo hasta el final del experimento (día 21), mostrando que este grupo de ratas no pudo absorber con mayor eficacia el nitrógeno de la proteína consumida. Al final del ensayo se apreció también una reducción significativa en la absorción de nitrógeno en el grupo de ratas alimentadas con la variedad de casabe Sucre, aunque no se encontraron diferencias significativas entre los grupos alimentados con las distintas variedades de casabe.

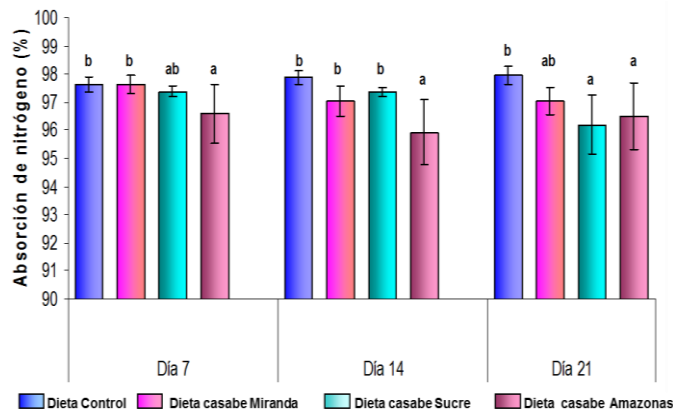


Figura 1. Absorción de nitrógeno en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe, en los tres períodos de recolección.

* Los valores con letras distintas presentan una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Retención aparente de nitrógeno

Cuando los datos se analizaron en términos de porcentaje de retención aparente de nitrógeno (relación entre el consumo de nitrógeno de cada rata entre el nitrógeno total excretado en heces y orina), se encontró que para el día 7 del período experimental, la retención aparente de nitrógeno también resultó significativamente menor en el grupo de ratas alimentadas con la variedad de casabe Amazonas, en relación con el grupo control alimentado sin casabe (figura 2).

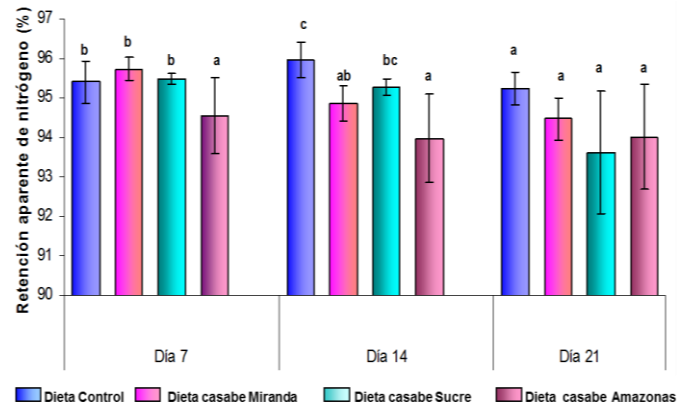


Figura 2. Retención aparente de nitrógeno en ratas alimentadas con dietas con y sin inclusión de casabe, en los tres períodos de recolección.

* Los valores con letras distintas presentan una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Estos resultados encontrados en el grupo Amazonas, sugieren un efecto de la FD o algún componente asociado a la fibra presente en esta variedad de casabe, que no les permitió a estos animales utilizar eficazmente la proteína consumida por lo que excretaron más nitrógeno, mostrando una disminución en la absorción de proteína y en la retención aparente de nitrógeno hasta el día 14 del período de experimentación.

No obstante, para el final del ensayo (día 21), se observa que aunque se mantuvo la disminución en la retención aparente de nitrógeno en todos los grupos alimentados con casabe, esta no fue estadísticamente diferente del grupo control.

DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en este estudio permiten señalar que la inclusión de casabe a las dietas experimentales como fuente de FD, produjo una disminución significativa en la absorción de proteína y de la retención aparente de nitrógeno. Este efecto estuvo relacionado con la dieta que consumieron los animales y dependió de la variedad de casabe utilizada en el diseño experimental, resultando más afectado el grupo alimentado con la variedad de casabe Amazonas.

A nivel de la excreción urinaria de nitrógeno no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Por otro lado, el peso de las heces y la excreción de nitrógeno fecal fueron significativamente mayores en los grupos alimentados con casabe, siendo estas el doble para el nitrógeno fecal con respecto al grupo control. En los grupos alimentados con casabe, las variedades Sucre y Amazonas fueron las que reportaron un mayor peso fecal, así como mayor excreción fecal de nitrógeno, aunque sin diferencias significativas entre ellos.

Resultados muy similares se encontraron en un estudio realizado en 20 ratas Sprague-Dawley en el que se evaluó el efecto de dietas con algas marrones del género *Sargassum*, ricas en fibra, en la biodisponibilidad de la caseína en ratas en crecimiento. Los resultados mostraron un aumento en el peso de las heces así como en su contenido de nitrógeno, sin presentar diferencias significativas en la excreción de nitrógeno urinaria.⁽¹⁴⁾

Cabe señalar que en el presente estudio, la retención aparente de nitrógeno no mostró diferencia entre los controles y los grupos alimentados con casabe, al finalizar el ensayo (día 21), indicando que la inclusión de casabe a las dietas no produjo una reducción en la utilización de proteínas como para afectar el crecimiento de los animales. El hecho de que en este estudio el crecimiento no se haya visto afectado, y que la excreción urinaria de nitrógeno, sólo se haya modificado hasta el día 7 del período experimental, podrían indicar que las ratas tuvieron suficiente nitrógeno para compensar las pérdidas diarias y el recambio celular suficientes para continuar con la síntesis de tejidos necesarios para su crecimiento y desarrollo. Por lo cual, se podría suponer que los niveles más bajos en el porcentaje de absorción y retención de nitrógeno se debieron principalmente al aumento de las pérdidas en heces.

De igual forma, la fibra dietética ha sido señalada como una de las causas de la disminución de la digestibilidad de proteínas en la alimentación. Varios estudios han relacionado a la fibra dietética con el aumento en la excreción de nitrógeno en las heces.^(6,14,15) Las principales teorías que explican este fenómeno se fundamentan en la reducción en el nivel de digestión y absorción de las proteínas o en el aumento de la excreción endógena de nitrógeno.⁽⁷⁾

Existen evidencias derivadas de estudios con animales, donde el consumo de dietas ricas en material de la pared celular vegetal, puede conducir a un debido a un efecto abrasivo sobre las mucosas, que incrementa la tasa de descamación del epitelio intestinal.⁽⁸⁾ Adicionalmente, se ha reportado un incremento de la secreción endógena de proteínas y aminoácidos en el intestino delgado, producido por diferentes proporciones de pectina (5 y 7 %), cuya reabsorción se veía limitada por la fibra, lo que conducía a una reducción de la digestibilidad de la proteína del 5,7 % entre el grupo control y el alimentado con pectina al 7 %.⁽¹⁶⁾

Por otro lado, la fibra dietética soluble por su propiedad de viscosidad, aumenta el grosor de la barrera de difusión intestinal en la superficie de absorción de las células de la mucosa limitando la absorción a nivel del intestino delgado e impidiendo la acción de las enzimas proteolíticas.⁽¹⁷⁾ Su mayor capacidad de hidratación y baja digestibilidad, pudo contribuir al incremento en el peso de las heces así como en la excreción del nitrógeno fecal.

Wong *et al.*⁽¹⁴⁾ en su estudio con algas marinas marrones (*Sargassum*) como fuente de fibra soluble, con un alto contenido de alginato, encontró una correlación lineal positiva ($r=0,99$, $p < 0,05$) entre el contenido de alginato y la pérdida fecal de Nitrógeno.

Cabe señalar que en este estudio, la dieta que contenía la variedad de casabe Amazonas presentó una alta proporción de fibra dietética soluble cuando se realizó la cuantificación del contenido de FDT en las diferentes dietas experimentales, siendo este grupo quien resultó más afectado en la absorción de proteínas y en la retención aparente de nitrógeno, permitiendo estos resultados confirmar que la composición de la fibra dietética es un factor importante en la utilización de proteína.

Estudios experimentales han mostrado una mejor utilización de la proteína en animales que consumían celulosa frente a aquellos que ingerían psyllium o fibra de algarrobas ricas en polifenoles.⁽¹⁸⁾

Esto permite inferir que la presencia de otros compuestos asociados a la fibra dietética, que pudieran estar presentes en la variedad de casabe Amazonas, podrían estar disminuyendo la utilización de la proteína de la dieta, considerando que uno de los principales problemas cuando se utilizan alimentos como fuentes de fibra dietética en los diseños experimentales, es que estos constituyen mezclas complejas que contienen fitatos, polifenoles, compuestos inorgánicos, entre otros, que pudieran influir en la absorción de proteína y en la retención de nitrógeno.

En este particular, algunos estudios han intentado resolver estas dificultades, utilizando fibras aisladas de los componentes de las paredes celulares vegetales, como "modelo" de FD, por ejemplo: purificados de fibra dietética de alcachofa, goma guar, psyllium, entre otros, comprobando que realmente existe un efecto propio de los polisacáridos no amiláceos sobre la adsorción de macronutrientes, y también, aunque con resultados más discretos, en micronutrientes.⁽¹⁹⁾

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio mostraron, que la inclusión de casabe a las dietas produjo una disminución significativa en la absorción de proteínas y de la retención aparente de nitrógeno hasta el día 14 del período experimental. Sin embargo, esta tendencia no se mantuvo hasta el final del ensayo, indicando que la inclusión de casabe a las dietas no ocasionó una reducción en la

utilización de proteínas como para afectar el crecimiento de los animales.

Se plantea la necesidad de seguir realizando estudios fundamentales sobre la composición bioquímica y química de la FD del casabe, y cómo se relacionarían sus propiedades fisicoquímicas sobre la absorción y retención de proteínas, ya que los estudios sobre este tema son muy escasos.

El desarrollo de estudios en esta área permitirá esclarecer la relevancia de los efectos no beneficiosos de dietas con alto contenido de fibra, en aquellos sectores poblacionales con ingesta marginales de proteína, especialmente en grupos vulnerables de la población, como son los niños en crecimiento, pudiendo generar en éstos, trastornos nutricionales graves, como consecuencia de la malabsorción de nutrientes de tipo proteico.

Agradecimientos

Al consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela por el apoyo y aporte financiero con el proyecto individual N° 09-13-5146-03, así como al Dr. Benito Infante, Coordinador del Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas y Nutricionales de la Escuela de Nutrición y Dietética, por el apoyo logístico durante la fase experimental.

REFERENCIAS

- García P, Velasco C. ¿La fibra, es un nutriente esencial en la nutrición enteral estándar?. *Nutr Clin Med*. 2013; 7(1):26-39.
- 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.
- Pérez E, Lares M, González Z, Tovar J. Production and characterization of cassava (manihot esculenta crantz) flours using different thermal treatments. *INCI*. 2007; 32(9):615-19.
- Ortega C. Contribución de las raíces y tubérculos al Sistema Alimentario en Venezuela. En: XI Encuentro Nacional de Productores e Investigadores del Cultivo de Yuca. Memorias. 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. Colección Seguridad y Soberanía Alimentaria "Edgar Abreu Olivo". Caracas: Fondo Editorial Gente de Maíz; 2012.
- 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.
- Falcón M, Barrón J, Romero A, Domínguez M. Efecto adverso en la calidad proteica de los alimentos de dietas con alto contenido de fibra dietaria. *Rev chil nutr*. 2011; 38(3):356-67.
- Ngoc T, Hong T, Len N, Lindberg J. Effect of Fibre Level and Fibre Source on Gut Morphology and Micro-environment in Local (Mong Cai) and Exotic (Landrace×Yorkshire) Pigs. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2012; 25(12):1726-33.
- García-Cuevas M. Influencia de distintas proporciones de fibra soluble, insoluble, y de polifenoles de algarrobas, sobre algunos aspectos de la utilización nutritiva de la dieta y la lipemia en ratas. [Tesis de Doctorado] Universidad Complutense de Madrid; 1996.
- 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.
- Prosky L, Asp NG, Schjeweizner TF, De Vries JW, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in food products. *J Assoc Off Anal Chem*. 1988; 71(5): 1017-23.
- Hevia P, Cioccia A. Application of a colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and human. *Nutr Rep Intl*. 1988; 38(6):1129-36.
- Wong KH, Cheung PC. Effect of fiber-rich brown seaweeds on protein bioavailability of casein in growing rats. *Int J Food Sci Nutr*. 2003;54(4):269-79.
- Li X, Min X, Tsuzuki Y, Sakaguchi E. Effect of indigestible sugars on nitrogen utilization in adult rabbits. *Anim Sci J*. 2011; 82(2):296-301.
- Mosenthin R, Sauer WC, Ahrens F. Dietary pectin's effect on ileal and fecal amino acid digestibility and exocrine pancreatic secretions in growing pigs. *J Nutr*. 1994; 124(8):1222-9.
- Jenkins DJ, Marchie A, Augustin LS, Ros E, Kendall C. Viscous dietary fibre and metabolic effects. *Clin Nutr*. 2004; 1(2):S39-49.
- Pérez L, Ruiz-Roso B, García M. Influencia de la pulpa y fibra natural de algarrobas sobre algunos aspectos de la utilización nutritiva de la dieta y la colesterolemia en ratas. *Food Sci Technol*. 1999; 5(5):425-30.
- Ruiz B, Perez L, García M. Influencia del consumo de fibra dietética sobre la utilización nutritiva de proteína y minerales. *Nutr Hosp*. 1999; XIV(1):7-13.