



## Una dieta rica en calcio minimiza la absorción de grasas en ratas

Cornelio Barrientos-Alvarado,\* Viviana Becerra-Reséndiz,\*\*  
Ana Daniela Flores-Gómez,\*\* Ximena Murúa Beltrán-García\*\*

### RESUMEN

En estudios de corta duración se han descrito asociaciones negativas entre el consumo de calcio y el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura. Este estudio analizó efectos de la ingesta subcrónica de calcio en la dieta, sobre el peso corporal y metabolismo de lípidos, en cuatro grupos de ratas. Control: dieta para roedores. Grasa: enriquecida 24% (g/g) con manteca. Calcio: administrando 1,200 mg/kg/día y combinación grasa + calcio. El aumento de peso y grasa abdominal aumentó para el grupo grasa ( $p < 0.05$ ) vs. calcio; el grupo grasa + calcio disminuyó su peso corporal y contenido de grasa abdominal durante el tratamiento, infiriéndose una posible disminución de la absorción de grasas, al realizar el análisis de heces se observó un aumento de grasas en aquellos grupos que fueron tratados con calcio, relacionando una menor absorción de éstas a nivel intestinal. No hubo diferencia en el perfil lipídico.

**Palabras clave:** *Obesidad, calcio, dieta alta en grasas, absorción intestinal.*

### ABSTRACT

In short-term studies have been reported negative associations between calcium intake and body mass index, fat percentage and waist circumference. This study analyzed the effects of subchronic intake of calcium in the diet, body weight and metabolism of lipids, in four groups of rats. Control: rodent diet. Fat: 24 % enriched (g/g) with butter. Calcium: administering 1,200 mg/kg/day and combination fat + calcium. Observed that weight gain and increased abdominal fat for fat group ( $p < 0.05$ ) vs. calcium, fat + calcium group decreased body weight and abdominal fat during treatment, inferring a possible decrease fat absorption, when performing stool analysis showed an increase of fat in those groups that were treated with calcium, linking them less absorption in the intestine. There was no difference in the lipid profile.

**Key words:** *Obesity, calcium, high fat diet, Intestinal absorption.*

### INTRODUCCIÓN

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) la obesidad es una enfermedad creciente tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, por lo tanto, deben surgir nuevas estrategias para lograr una reducción significativa de esta creciente epidemia. La función principal del intestino es conseguir una adecuada incorporación de nutrientes al organismo, y esto se lleva a cabo a través de los procesos de digestión y ab-

sorción de los nutrientes que se producen básicamente en el intestino delgado y con una absorción específica según nutrientes y tramo intestinal.<sup>1</sup> Se han descrito en estudios y ensayos aleatorios asociaciones negativas entre el consumo de calcio y el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura.<sup>2</sup> Las dietas hipocalóricas altas en calcio aumentan significativamente la pérdida de peso en comparación con dietas hipocalóricas bajas en calcio, la pérdida de peso es mayor si las dietas hipocalóricas son altas en productos lácteos descremados, debido a la acción de otros péptidos bioactivos y aminoácidos en la leche que actúan en forma sinérgica con el calcio para lograr este efecto anti-obesidad.<sup>3-5</sup> Los lácteos descremados están libres de grasas saturadas y son fuente de proteínas, calcio

\* Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional.

\*\* Universidad del Valle de México, Campus Lomas Verdes, Ciencias Básicas, Escuela de Ciencias de la Salud.

y pépticos bioactivos que pueden regular la adiposidad. El calcio intracelular es un importante regulador de la acumulación de grasas en el adipocito, regulado por el calcio dietario a través de la acción de la vitamina D en el adipocito y en la célula  $\beta$  del páncreas.<sup>6,7</sup> Se sugiere que la disminución de la ingesta de calcio dietética puede resultar en un aumento de los niveles de calcio intracelular, el cual interviene en la modulación los depósitos de triglicéridos, podría aumentar lipogénesis, e inhibir la lipólisis y la termogénesis, también se ha propuesto que el calcio dietético podría inhibir la absorción de grasas en el tracto gastrointestinal y aumentar la pérdida de éstas por las heces.<sup>2</sup> El propósito de este estudio fue analizar los efectos subcrónicos de la ingesta de calcio en la dieta sobre el peso corporal y metabolismo de lípidos en rata.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Veinticuatro ratas macho cepa Wistar (300-350 g) se dividieron en cuatro grupos, en condiciones de laboratorio (12 h ciclo luz/oscuridad a  $22 \pm 2$  °C), después de dos semanas de adaptación recibieron alimento y agua *ad libitum* de acuerdo con el siguiente diseño experimental, por 10 semanas.

- **Grupo control.** Se alimentó con una dieta comercial (Rodent Laboratory Chow 5001. PMI, Richmond, IN) contenido de 4.5% de grasa, 23% de proteína y 46.5% de carbohidratos, derivando un contenido energético de 3.27 Cal/g. Agua pura para beber.
- **Grupo grasa.** Se alimentó con una dieta comercial enriquecida con grasa de manteca de cerdo, contenido de 23.6% de grasa, 18.4% de proteína y 37.2% de carbohidratos, derivando un contenido energético de 4.41 Cal/g (adaptada de Muurling, 2008).<sup>8</sup> Agua pura para beber.
- **Grupo calcio y grasa.** Alimentado con una dieta comercial enriquecida con grasa saturada igual al grupo dieta<sup>8</sup> y calcio en el agua de beber (equivalente a 1,200-1,300 mg/kg al día en humano; Zemmel, 2004).<sup>6</sup>
- **Grupo calcio.** Se alimentó con una dieta comercial igual al grupo testigo y calcio<sup>6</sup> disuelto en el agua para beber.

Los procedimientos experimentales siguieron las recomendaciones del Consejo Mexicano para el Cuidado Animal (NOM-177-062-ZOO-1999).

Durante el tratamiento se midió:

- Peso corporal y grasa abdominal: utilizando una balanza analítica.

- Cuantificación de grasa en las heces: por técnica de grasa fecal sudan III y microscopía.
- Niveles basales triglicéridos (TG), colesterol total (Col T), glucemia. Por el método enzimático-colorimétrico.

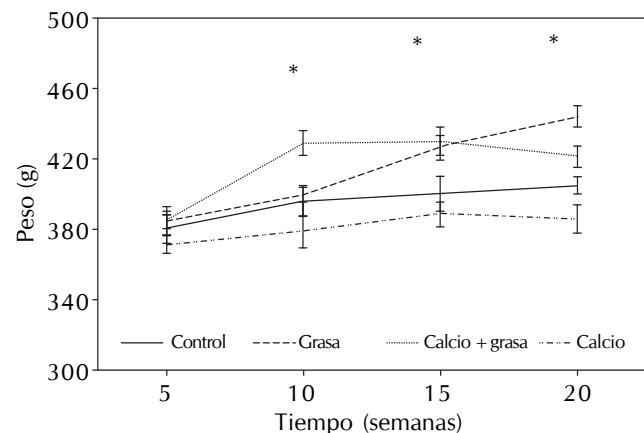
## Análisis estadístico

Análisis de varianza de una y dos vías, utilizando la prueba de Tukey para comparar las medias de cada grupo. Los factores evaluados fueron dieta vs. calcio, con una  $p < 0.05$  considerada estadísticamente significativa.

## RESULTADOS

### Efectos en peso corporal y grasa abdominal

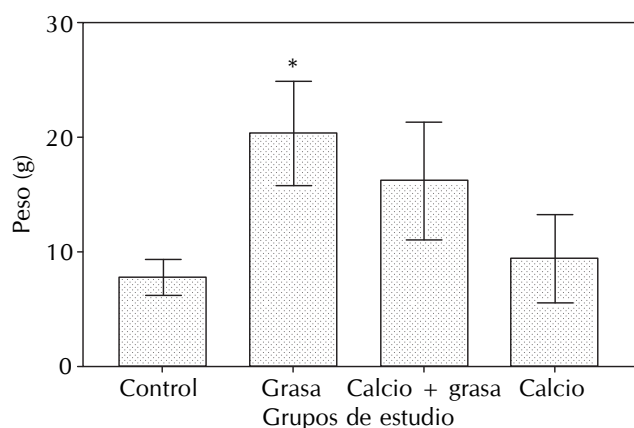
El aumento de peso fue característico y notable para el grupo con dieta alta en grasa (Figura 1) ( $p < 0.05$ ), semana 1 a la última semana de tratamiento, a diferencia del grupo tratado con calcio y grasas, que en la última semana de tratamiento disminuyó su peso corporal, lo que indicó que la absorción de grasas disminuye (Figura 1). Con respecto a la grasa abdominal el grupo que mostró diferencia con respecto al control fue el grupo con dieta alta en grasas, siendo mayor significativamente, mostrándose disminuida en aquel grupo en el cual se administró calcio simultáneamente, esto debido a la disminución de la absorción de



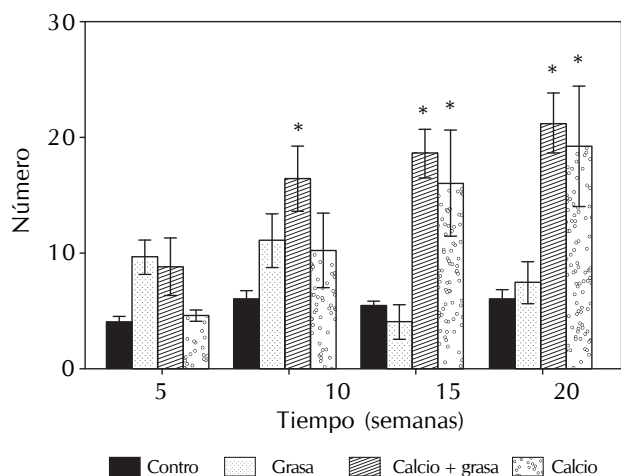
**Figura 1.** Peso corporal de los diferentes grupos en estudio. Grupo sin tratamiento (control,  $n = 6$ ), con administración de una dieta alta en grasas al 24% (grasa,  $n = 6$ ); calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber y dieta alta en grasas al 24% (calcio + grasas,  $n = 6$ ) y calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber (calcio,  $n = 6$ ); durante 20 semanas. Valores expresados como media  $\pm$  error estándar. \* $p < 0.05$  (vs. testigo) en cada tiempo de acuerdo con la prueba ANOVA para medidas repetidas.



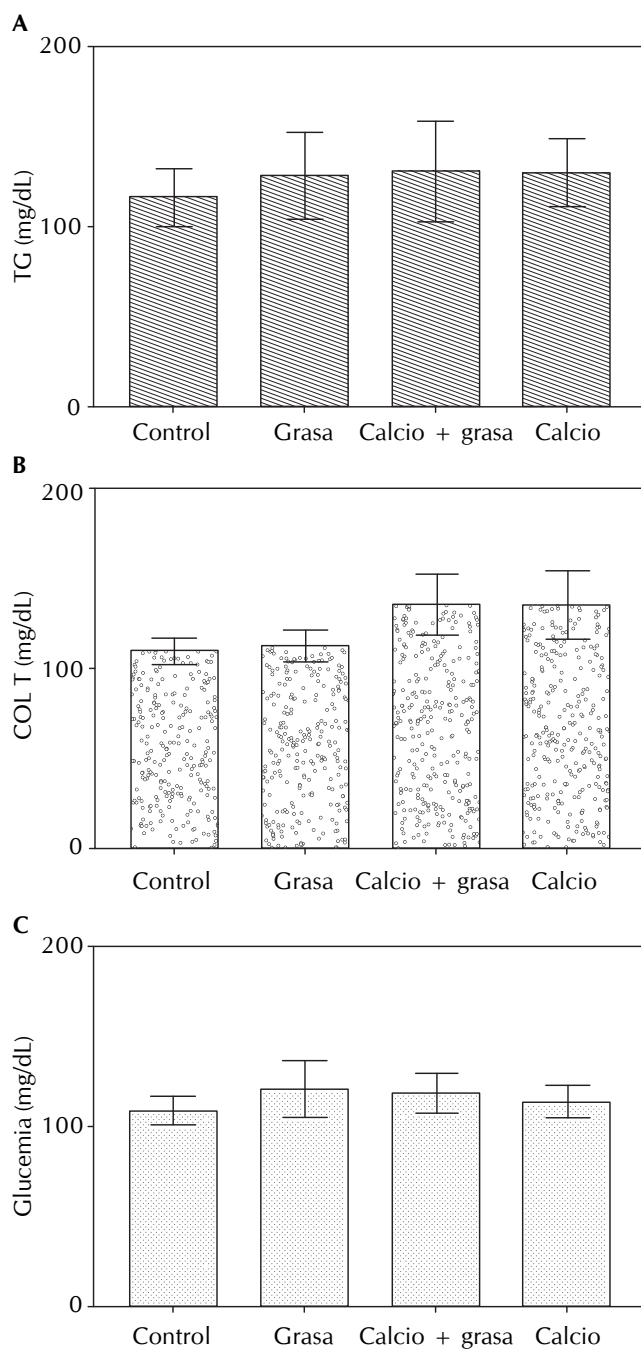
grasas, lo cual corrobora que el calcio puede minimizar la absorción de grasas (Figura 2); asimismo, al analizar las heces se observó un aumento de grasas en aquellos grupos que fueron tratados con calcio, lo que se relaciona con una menor absorción de éstas a nivel intestinal (Figura 3).



**Figura 2.** Contenido de grasa intrabdominal. Grupo sin tratamiento (control, n = 6), con administración de una dieta alta en grasas al 24% (grasa, n = 6); calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber y dieta alta en grasas al 24% (calcio + grasas, n = 6) y calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber (calcio, n = 6); durante 20 semanas. Valores expresados como media ± error estándar. \* p < 0.05 (vs. testigo) en cada tiempo de acuerdo con la prueba ANOVA para medidas repetidas.



**Figura 3.** Número de gotas de grasa en heces de los diferentes grupos de estudio (técnica Sudan). Grupo sin tratamiento (control, n = 6), con administración de una dieta alta en grasas al 24% (grasa, n = 6); calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber y dieta alta en grasas al 24% (calcio + grasas, n = 6) y calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber (calcio, n = 6); durante 20 semanas. Valores expresados como media ± error estándar. \* p < 0.05 (vs. testigo) en cada tiempo de acuerdo con la prueba ANOVA para medidas repetidas.



**Figura 4. A.** Niveles de triglicéridos. **B.** Colesterol. **C.** Glucemia en suero para los grupos en estudio. Grupo sin tratamiento (control, n = 6); con administración de una dieta alta en grasas al 24% (grasa, n = 6); calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber y dieta alta en grasas al 24% (calcio + grasas, n = 6) y calcio 1,200 mg/kg en el agua de beber (calcio, n = 6); durante 20 semanas. Valores expresados como media ± error estándar. \* p < 0.05 (vs. testigo) en cada tiempo de acuerdo con la prueba ANOVA para medidas repetidas.

### **Efecto en niveles séricos de triglicéridos, colesterol y glucemia**

No se observó ningún cambio en los niveles séricos de triglicéridos, colesterol y glucosa para los grupos a los que se les administró calcio en su dieta con respecto al grupo control (Figura 4).

### **DISCUSIÓN**

Como se observó en las figuras 1 y 2, el grupo con una dieta alta en grasa tuvo un aumento de peso corporal y del tejido adiposo a nivel abdominal, no así con el grupo al que se le brindó administración de calcio, que mostró disminución de peso y tejido adiposo, sin importar la dieta brindada, la relación del efecto de esta disminución de grasas posiblemente está dada por la disponibilidad de calcio dietético e intracelular; al aumentar el calcio dietético, éste disminuye la acción de la vitamina D por no estar deficiente en la dieta; y conlleva a minimizar la absorción de grasas y una disminución de pérdida de peso por baja absorción y efecto lipolítico;<sup>6</sup> cabe mencionar que al disminuir el calcio dietético, aumenta la vitamina D, que ayuda a su mejor absorción. Cuando existe una deficiencia de calcio en la dieta se produce un efecto contrario, por acción de la vitamina D, que absorbe el mayor calcio posible aumentándolo intracelularmente y produce un aumento de la lipogénesis por activación de la ácido graso sintasa, enzima clave de la síntesis de triglicéridos intra-adipocitarios y una disminución de la lipólisis por disminución de la actividad de la lipasa sensible a hormonas, estos cambios favorecen la expansión de las reservas de grasa en los adipocitos.<sup>9,10</sup> Asimismo, la insulina y el péptido agouti favorecen la entrada de calcio al adipocito, por lo que ambos favorecen la lipogénesis. Se ha demostrado que individuos obesos tienen concentraciones más altas de calcio intracelular que los controles, los adipocitos tienen receptores para la paratohormona (PTH) y para la vitamina D, ambas hormonas reguladoras del metabolismo del calcio. Es un hecho ya conocido que al disminuir el calcio dietético aumentan los niveles de estas hormonas calcio-homeostáticas para regular la calcemia. La vitamina D actúa a nivel de un receptor no genómico de membrana estimulando la entrada de calcio al adipocito. Por otro lado, la vitamina D produce una disminución de la termogénesis por inhibición de la expresión de la proteína desacoplante tipo 2 (UCP2) en el adipocito, efecto que se da a través de un receptor nuclear para vitamina D independiente de la vía del calcio. El efecto de este mecanismo es una disminución de la eficiencia metabólica. A nivel de la célula  $\beta$  del páncreas la vitamina D actúa como secretagogo de insulina,

la cual a nivel de tejido adiposo favorece la lipogénesis y disminuye la lipólisis.<sup>11-13</sup>

Con respecto al análisis de grasas en las heces, se encontró una mayor cantidad de ésta en aquellos animales que tuvieron una dieta rica en calcio (Figura 3), el cual fue incrementándose conforme avanzó el tratamiento, se ha reportado que el calcio afecta la absorción intestinal de triglicéridos y aumenta los ácidos grasos fecales, en el cual este efecto es dosis-dependiente y usualmente se observa con un consumo diario de 2-4 g de carbonato o citrato maleato de calcio, en humanos puede favorecer este efecto. Este fenómeno sólo produce una pérdida de 0.45 kg/año, por lo que no explica el efecto anti-obesidad del calcio dietario, aunque es adicional al efecto de supresión de la vitamina D, reportado anteriormente.<sup>10,11,13</sup> Por lo cual es importante estudiar y entender el efecto del consumo de calcio en la dieta para este fin.

Con respecto a los niveles de triglicéridos en suero no se mostró un efecto del calcio para bajar éstos cuando se administra junto a una dieta alta en grasas, lo cual presume que el efecto es sólo a nivel absorción intestinal e intracelular, y aparentemente al degradar o llevar a cabo un efecto lipolítico intracelularmente, esto aumenta los niveles séricos de los triglicéridos; sin embargo, se presume que el efecto del calcio a nivel dietético es independiente del presentado a nivel extracelular y como se ha descrito en la bibliografía el aumento a niveles séricos es por la degradación de grasas a niveles intracelulares, aun así para este estudio se propone que el tiempo de duración no fue suficiente para conocer el posible efecto del calcio a nivel extracelular, es decir, en los niveles séricos del perfil lipídico.

En las dietas de pérdida de peso, las cuales suelen ser hipocalóricas e hipograsas, los lácteos descremados son alimentos de gran utilidad para cubrir los requerimientos de nutrientes muy importantes como las proteínas y calcio, sin que se adicione con su consumo grasa.

### **CONCLUSIONES**

El aumento de calcio en una dieta favorece la disminución de peso corporal y la disminución de tejido adiposo en rata.

El aumento de calcio en una dieta minimiza la absorción de grasas en rata.

### **REFERENCIAS**

1. Bowen J, Noakes M, Clifton MP. A high dairy protein, high calcium diet minimizes bone turnover in overweight adults during weight loss. *J Nut* 2004; 134: 568-73.



2. Harvey BJ, Casey GB, Lauber R, Starinski A. The impact of calcium and dairy product consumption on weight loss. *Obes Res* 2005; 13: 1720-6.
3. Thompson WG, Rostad HN, Janzow DJ, Slezak JM, Morris KL, Zemel MB. Effect of energy-reduced diets high in dairy products and fiber on weight loss in obese adults. *Obes Res* 2005; 13: 1344-53.
4. Eagan MS, Lyle RM, Gunther CW, Peacock M, Teegarden D. Effect of 1 year dairy product intervention on fat mass in young women: 6 month follow-up. *Obesity* 2006; 14: 2242-8.
5. Trowman R, Dumville JC, Hahn S, Torgerson DJ. A systematic review of the effects of calcium supplementation on body weight. *Br J Nutr* 2006; 95: 1033-8.
6. Zemel MB. Calcium and dairy acceleration of weight fat loss during energy restriction in obese adults. *Obes Res* 2004; 12: 582-90.
7. Tejeda LM, Ramírez LK, Bacardí GM, Jiménez CA. Efecto del calcio sobre la pérdida de peso. *Nutr Hosp* 2009; 24(3): 364-7.
8. Muurling M, Mensink RP, Pijl H, Romijn J A, Havekes LM, Voshol PJ. A fish oil diet does not reverse insulin resistance despite decreased adipose tissue TNF- $\alpha$  protein concentration in ApoE-3\*Leiden mice. *J Nutr* 2003; 133(11): 3350-5.
9. Zemel MB. Mechanisms of Dairy Modulation of Adiposity. *J Nutr* 2003; 133: 252S-256S.
10. Zemel MB. The role of dairy foods in weight management. *J Am Coll Nutr* 2005; 24(6 Suppl.): 537S-546S.
11. Zemel MB. Role of calcium and dairy products in energy partitioning and weight management. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(5): 907S-912S.
12. Sun X, Zemel MB. Calcium and dairy products inhibit weight and fat regain during ad libitum consumption following energy restriction in Ap2-agouti transgenic mice. *J Nutr* 2004; 134(11): 3054-60.
13. Zemel MB, Richards J, Milstead A, Campbell P. Effects of calcium and dairy on body composition and weight loss in African-American adults. *Obes Res* 2005; 13(7): 1218-25.

**Solicitud de sobretiros:**

**Cornelio Barrientos-Alvarado**

Escuela Superior de Medicina  
 Instituto Politécnico Nacional  
 Plan de San Luis  
 Col. Santo Tomás  
 C.P. 11340, México, D.F.  
 Tel.: 5729-6300, Ext. 62803. Fax: 62806  
 Correo electrónico:  
 cornelio\_barrientos@yahoo.com.mx