

Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar

Marcela Sepúlveda, Vilma Quiral, Marco Schwartz, Fernando Vio, Isabel Zacarías, Kern Werther

Facultad de Ciencias Agronómicas. Facultad de Medicina-Departamento de Nutrición.
Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos-INTA, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

RESUMEN. Se desarrolló un snack de manzana con el fin de introducir el consumo de alimentos derivados de frutas para disminuir la obesidad en escolares de Santiago de Chile. Se deshidrataron rodajas de manzanas, con la piel incluida, de variedad Fuji a 60°C por 4 horas obteniendo un producto con 4,6 g/100 g de humedad y actividad de agua (Aw) de 0,56. El snack de manzanas presentó $24,8 \pm 0,3$ g/100 g b.s. de fibra dietética y $550,16 \pm 5,89$ mgGAE/100 g b.s. de polifenoles lo que lo convierte en un alimento saludable, presenta además alta capacidad antioxidante medida por FRAP, con 0,59 mmolFe/100g. El análisis sensorial realizado en escolares de 8 y 12 años indica que el producto presenta alta aceptabilidad, es un producto crujiente, de textura crujiente, con sabor agridulce, por lo que se constituye en una alternativa para colaciones escolares.
Palabras clave: manzanas, fibra dietética, polifenoles, capacidad antioxidante, FRAP, snack, sensorial, °Brix/acidez, deshidratación

SUMMARY. Health properties and sensory quality of apple snack destined for school feeding. An apple snack has been developed with the purpose of introducing foods derived from fruit to reduce obesity in school children of Santiago, Chile. Apple slices of the 'Fuji' variety were dehydrated, with skin included, at 60°C for 4 h obtaining a product with 4.6 g/100 g of humidity and water activity (Aw) of 0.56. The apple snack presented 24.8 ± 0.3 g/100 g b.s. of dietary fiber and 550.16 ± 5.89 mgGAE/100 g b.s. of polyphenols which converts into a healthy food, it also presents high antioxidant capacity measured by FRAP, with 0.59 mmolFe/100g. The sensory analysis done in school children between the ages of 8 and 12 years old indicates that the product presents high acceptability, is a crispy product, of a crunchy texture, with bittersweet flavor, so it is an alternative for school snacks.

Key words: apples, dietary fiber, polyphenols, antioxidant capacity, FRAP, snack, sensory, ° Brix / acidity, dehydration

INTRODUCCIÓN

La obesidad, tanto del niño como del adolescente, constituye el mayor problema de salud pública en el ámbito mundial por su creciente prevalencia y por sus consecuencias sobre la expectativa y la calidad de vida futura. La obesidad infantil seguirá muy probablemente en la edad adulta, por lo que es de vital importancia examinar los factores determinantes en los primeros años de vida ya que los individuos con sobrepeso y obesidad poseen mayor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas, incluyendo diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión y ciertas formas de cáncer (1).

Los principales factores ambientales que contribuyen a la obesidad son los patrones alimentarios inadecuados (un alto consumo de calorías provenientes de grasas y azúcar y un bajo consumo de fibra) y activi-

dad física disminuida. Los hábitos de alimentación que entregan durante la infancia permite establecer comportamientos saludables y así evitar el sobrepeso y la obesidad. Existen investigaciones psicosociales que han demostrado que los hábitos de alimentación desarrollados durante la infancia pueden tener un impacto positivo sobre el consumo de frutas y hortalizas en edad adulta (2). Por este motivo es tan importante el tipo de alimentación que se entrega en los establecimientos educacionales ya que tiene influencia en la mayoría de los niños y ofrece una oportunidad para promover dietas sanas y equilibradas.

El consumo de frutas y hortalizas es considerado como un indicador de hábitos dietarios que conducen a una buena salud. Los fitoquímicos presentes en vegetales juegan un importante rol en la capacidad de promover salud. Estudios epidemiológicos han demostrado que una dieta rica en frutas y hortalizas puede

disminuir el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, incluyendo cardiovasculares y cáncer (3), además el consumo de frutas puede contribuir a la pérdida de peso (4).

Por medio de la deshidratación se pueden obtener snacks de frutas, que son alimentos estables, con baja actividad de agua y de sabor y textura muy agradables. Éstos han llegado a ser parte importante de la dieta de consumidores de Norteamérica (5).

Los snack de frutas se perciben como alimentos sanos y refrescantes, al igual que las frutas naturales, pero la ventaja de los snack es que incluyen otros aspectos valorados por los consumidores como la facilidad para almacenarlos y la ausencia de deshechos (6).

La manzana es una muy buena fuente de fitoquímicos, y se ha asociado su consumo con la reducción del riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares, asma y diabetes.

El objetivo del presente estudio es desarrollar un snack de manzana con propiedades saludables y alta calidad sensorial para entregar en el programa de alimentación escolar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se realizaron ensayos con manzana variedad Fuji obtenidas de los descartes de calibre de fruta de exportación. Previo al deshidratado las frutas se lavaron y se cortaron en rodajas de ± 5 mm de espesor manteniendo el corazón. La piel de la fruta no se eliminó. Se sumergieron en una solución acuosa de ácido cítrico (15 g/L) y antioxidante (0,7 g/L), por 10 minutos.

El proceso de secado se realizó en un túnel con circulación de aire caliente forzado a una temperatura de 60°C durante 4 horas.

Los productos se envasaron en bolsas de polipropileno y se almacenaron a temperatura ambiente hasta su evaluación.

Análisis

Análisis Microbiológicos:

En las manzanas deshidratadas se realizó recuento en placa de microorganismos aerobios mesófilos viables y recuento de hongos y levaduras.

Análisis físicos y químicos:

- Sólidos totales y humedad. Método termogravimétrico. 9920.151/37.1.12 (7)

- Sólidos solubles por medición directa a 20°C. 932.12/37.1.15 (7) con refractómetro manual Model General REF-107, Reino Unido.
- Actividad de agua (Aw) se determinó con un analizador LUFFT modelo 5803.Durotherm, Alemania.
- Acidez por método de titulación 942.15/37.1.37 (7)
- pH por lectura directa en pHmetro Quimis modelo Q400MT2, Brasil.
- Fibra dietética por método enzimático gravimétrico 985.29/45.4.07 y 993.19/45.4.08 (7)
- Polifenoles totales por el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu. Se utilizó ácido gálico como estándar de referencia (8).
- Capacidad antioxidante total mediante el método FRAP propuesta por Benzie & Strain (9).

Análisis Sensorial

- Para determinar la aceptabilidad de los snack de manzana se trabajó con niños de 2 establecimientos educacionales en la ciudad de Santiago de Chile. De ambos establecimientos se seleccionaron niños de 8 y 12 años. A los estudiantes se les presentó el producto para que respondieran si les gustaba mucho (15 puntos), si les resultaba indiferente (7,5 puntos) y si les disgustaba (0 puntos) con una escala gráfica (10).

Estadística

Se compararon las medias muestrales mediante la prueba t de student.

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los datos de análisis fisicoquímicos realizados en manzanas frescas y en los snack de manzana.

La Tabla 2 presenta el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de manzanas frescas y de snack de manzana, observándose diferencias significativas entre los dos productos.

Los resultados del análisis sensorial de los snack de manzana se presentan en la Tabla 3.

DISCUSIÓN

La humedad final de los snacks de manzana es lo suficientemente baja para asegurar ausencia de micro-

TABLE 1
Análisis físico-químico de manzanas frescas y de snacks de manzana

Análisis	Manzana fresca	Snack de manzana	
Humedad (g /100 g)	86,4	4,6	
Sólidos Totales (g /100 g)	14	95,4	
Sólidos Solubles (°Brix)	15°	86,5°	
Actividad de agua		0,56	
Acidez (% ácido málico)	0,2	2,4	
Acidez (% ácido cítrico)	0,2	2,3	
pH		3,7	
Relación dulzor/acidez	71,4	36	
Fibra (% b.s.)			
- Fibra dietética total	19,4	24,8	*
- Fibra dietética insoluble	15,1	16,6	**
- Fibra dietética soluble	4,2	8,2	*

Promedio de 5 mediciones

b.s.: base seca

(*): Diferencias significativas por t. (*p<0.001), (**p<0.05)

TABLE 2
Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante (FRAP) en manzanas frescas y en snacks de manzanas.

Análisis	Manzana fresca	Snack de manzana	
Polifenoles totales mgGAE/100g b.h.	57,07 ± 2,33	503,12 ± 5,38	*
Polifenoles totales mgGAE/100g b.s.	398,51 ± 16,25	550,16 ± 5,89	*
Capacidad antioxidante FRAP mmolFe/100g b.h.	0,42 ± 0,05	0,59 ± 0,08	**

Promedio de 5 mediciones más desviación estándar

b.h.: base húmeda

b.s.: base seca

(*): Diferencias significativas por t. (*p<0.0001), (**p<0.001)

TABLE 3
Análisis sensorial de aceptabilidad de snack de manzanas en estudiantes de Santiago de Chile

	N° de estudiantes	Puntaje Promedio ± desviación estándar
8 años	132	13,2 ± 3.45
12 años	170	11,4 ± 4.04
Total	302	12,1 ± 3.89

organismos y de actividad enzimática, en este último aspecto se trataron las manzanas previa deshidratación con ácido cítrico y antioxidante. Como antioxidante se usó bisulfito de sodio y el ácido cítrico actúa como sustancia sinergista del antioxidante. La adición del bisulfito de sodio evita el pardeamiento enzimático, retiene pigmentos que le dan la coloración natural a las frutas y evita un mayor pardeamiento por la reacción de Maillard y la generación de olores desagradables.

La acidez de la fruta fresca se encuentra entre los valores determinados por Henríquez et al. (11) y Vieira et al. (12) quienes informan valores de 0,15% y 0,35% ácido málico en manzanas Fuji; existe mucha variación en los valores de acidez ya que ésta depende del estado de madurez de la fruta.

En los snack de manzana, la acidez fue muy similar a la que informa Lavelli (13) y Lavelli & Vantaggi (14) en un producto similar, pero de manzana variedad Golden Delicious, con un valores de 2,48 y 2,49 % ácido málico respectivamente.

El pH del snack de manzana es levemente mayor que 3,62 informado por Lavelli (13) y similar a los valores informados por Lavelli & Vantaggi (14), ambos en manzanas deshidratadas de variedad Golden Delicious.

El contenido de sólidos solubles en los snack de manzanas es alto, comparado con Lavelli (13) que en manzanas deshidratadas de variedad Golden Delicious, determinó 72,7° Brix.

Durante la madurez de los frutos se produce aumento de azúcares y disminución de la acidez, con esto desaparece el sabor agrio y la astringencia, para dar lugar al sabor suave y al equilibrio dulzor/acidez de los frutos maduros. La relación °Brix/acidez tiene una buena correlación con la aceptabilidad por parte de los consumidores y es mejor indicador que los °Brix o acidez por separado para evaluar la calidad de frutas (15). En el caso de la fruta fresca y el snack de manzana este índice es bastante alto, comparado con valores determinados en manzanas de distintos cultivares por Vieira et al (12).

La fibra dietética en manzanas frescas es mayor que la determinada por Leontowicz et al. (16) y Pak (17), pero en ambos estudios no se especifica la variedad de manzana.

Comparando manzana fresca y snack de manzana en cuanto a su contenido de fibra dietética, expresada

en base seca, en snack de manzana son mayores en un 27,8% respecto a manzana fresca, por lo tanto al consumir el snack se está ingiriendo mayor cantidad de fibra por porción. Además en la elaboración de los snack de manzana se mantuvo la piel, que contiene mayor proporción de fibra que la pulpa (16, 18).

Las frutas presentan mayor proporción de fibra insoluble que fibra soluble al igual que la mayoría de las verduras (17). La fibra insoluble es más resistente a la fermentación por bacterias en el colon y tiene efecto en el habitat intestinal. Posee la propiedad de atraer agua en forma pasiva, lo que promueve el volumen fecal, ablandamiento y laxación. Existe evidencia epidemiológica que sugiere que la fibra insoluble si tendría un efecto en la glicemia postprandial y se ha demostrado su asociación con disminución del riesgo de Diabetes (19).

Existen estudios epidemiológicos que sugieren una relación inversa entre el consumo de fibra dietética y peso corporal. Uno de los efectos es que el consumo de fibra induce mayor saciedad comparada con el consumo de polisacáridos digeribles y azúcares simples. La mayor saciedad se puede deber a diferentes factores: propiedad intrínseca de la fibra (aumento de volumen, formación de gel, cambio de la viscosidad del contenido gástrico), modulación del motor gástrico, adormecimiento de la respuesta glucosa e insulina postprandial. Además los alimentos con fibra permiten prolongar la duración de la comida en la boca por el aumento de la masticabilidad con posible influencia cefálica y periférica sobre la saciedad (20).

La concentración de polifenoles en la muestra fresca es menor que la que han informado algunos autores para la misma fruta. Henríquez et al. (11) determinaron una concentración de polifenoles de 200 mg GAE/100g b.h., Sun et al., (21) encontraron 296,3 mg GAE/100 g b.h. mientras que en manzana Golden delicious se encontró una concentración de 810 mg/100g b.s. (13). Otros autores han determinado valores menores de concentración de polifenoles en manzana fresca, como Rababah et al. (22) que determinaron una concentración de 339,2 mg/100g b.s. de compuestos fenólicos en manzanas frescas; Devic et al. (23) que trabajaron con tres cultivares de manzanas (*Malus domestica*) encontraron concentraciones de 49,2, 137,8 y 335,9 mg/100g b.s. para cultivares Gala, Guillevic y Marie Menard respectivamente.

La diferencia encontrada en diversas investigaciones se debe a la complejidad de estos compuestos y a los métodos de extracción y análisis. Los compuestos fenólicos presentes en frutas se pueden encontrar en forma libre o asociada a glicósidos, y estos últimos no alcanzan a ser extraídos totalmente, por lo que el valor total de polifenoles puede ser subestimado (21). También existen otros factores como la variedad, cultivar y género del vegetal y factores extrínsecos como suelo, estacionalidad, factores agronómicos, etc. (24).

El contenido de polifenoles en el snack de manzana es de 550,16 mg/100 g b.s., valor que supera en 38% la concentración de la fruta fresca. El contenido de polifenoles aumenta en el snack de manzana respecto a la materia prima, a pesar de haber sufrido un tratamiento térmico durante la deshidratación. Los polifenoles se acumulan principalmente en las vacuolas de las células vegetales, las que sufren un daño por la aplicación de elevadas temperaturas liberando polifenoles al medio, haciéndolos más accesibles a la extracción y más disponible durante el consumo del alimento. Soong y Barlow (25) atribuyen el aumento de polifenoles a la formación de moléculas de menor peso molecular a temperaturas moderadamente altas, como es 60°C (temperatura que se aplicó durante la elaboración de los snack de manzanas); en cambio a temperaturas extremas se producirían un rompimiento de la estructura fenólica. Además la liberación de polifenoles sería el resultado de las reacciones de hidrólisis de las moléculas glicosiladas durante la deshidratación (26). Otro hecho que explica este fenómeno es que las enzimas oxidantes se inactivan con la temperatura, como es el caso de la polifenoloxidasas (27).

En muchas investigaciones se ha demostrado un incremento de los niveles de polifenoles totales por efecto de la deshidratación de frutas (ciruelas, higos, duraznos, pasas) donde se observaron aumentos con respecto a las frutas frescas entre un 20 a 200% (22). Además, en estudios realizados a diversos vegetales comestibles secos de color verde, se mostró un cambio en el contenido de polifenoles totales, observándose incrementos en un rango de 6,45 a un 223,08% (28). La adición de bisulfito de sodio a las frutas previa deshidratación, produce un leve efecto protector sobre el contenido de polifenoles.

Los compuestos fenólicos se han asociado con beneficios para la salud, obtenidos por el consumo de altos niveles de frutas y hortalizas, gracias a su activi-

dad antioxidante.

La capacidad antioxidante de los vegetales se debe a la presencia vitamina C, carotenoides, tocoferoles y principalmente polifenoles.

Araya et al. (29) determinaron la capacidad antioxidante de manzanas Fuji por el método FRAP obteniendo un valor de $0,458 \pm 0,021$ mmol Fe/100g de muestra b.h., valor muy similar al determinado en el presente estudio.

En cuanto a la calidad sensorial, el puntaje promedio obtenido en niños de 8 años pone de manifiesto que el snack de manzana goza de gran aceptabilidad y, por tanto, su inserción en la dieta, será evidentemente bien recibida por estos niños. Por otro lado, los niños de 12 años, si bien es cierto también calificaron los snack de manzana con valores muy cercanos a "me gusta mucho", su aceptabilidad no fue tan alta como en los niños menores.

El éxito logrado en el diseño del producto se fundamenta en su crocancia y en la equilibrada y acentuada relación dulzor/acidez. Las manzanas de la variedad Fuji contienen niveles más altos de pectinas y más calcio unido a los sitios de enlace que otras variedades (Golden Delicious, Red Delicious) lo que les otorga más firmeza, gracias a lo que al deshidratarlas mantienen la firmeza esperada por los consumidores (30).

El sabor juega un rol importante en la aceptabilidad de alimentos, pero los compuestos volátiles que forman el sabor se pierden por volatilización, se degradan o oxidan durante procesos térmicos como la deshidratación, pero la temperatura aplicada en el proceso (60°C) no fue extremadamente alta y el snack mantuvo el sabor característico de la manzana.

CONCLUSIONES

El snack de manzana de variedad Fuji, obtenido de acuerdo a las condiciones descritas, posee mayor concentración de fibra dietética, polifenoles y capacidad antioxidante (FRAP) que las manzanas frescas.

El snack de manzanas es fácil de almacenar y al consumirlo no se deben eliminar residuos, lo que constituye una ventaja bien apreciada por los consumidores

El snack de manzana goza de alta aceptabilidad, puesto que es un producto crocante, con sabor agri-dulce atractivo para los estudiantes que lo evaluaron, por lo tanto se constituye en una alternativa para cola-

ciones escolares, incentivando así el consumo de alimentos derivados de frutas en escolares.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del Proyecto Innova-Corfo "Alimentos sanos, saludables e innovadores derivados de vegetales para abastecer el programa de alimentación escolar de la JUNAEB"

REFERENCIAS

1. Hurley K, Cross M, Hughes S. A systematic review of responsive feeding and child obesity in high-income countries. *J Nutr.* 2011; 141:495-501
2. Harker FR, Gunson FA, Jaeger SR. The case for fruit quality: an interpretive review of consumer attitudes, and preferences for apples. *Postharvest Biol Tec.* 2003; 28: 333-347
3. Verbeyst L, Oey I, Van der Plancken I, Hendrickx M, Van Loey A. Kinetic study on the thermal and pressure degradation of anthocyanins in strawberries. *Food Chem.* 2010; 123(2): 269-274
4. De Oliveira MC, Sicjheri R, Sanchez A. Weight loss associated with a daily intake of three apples or three pears among overweight women. *Nutrition.* 2003; 19:253-256
5. Joshi APK, Rupasinghe HPV, Pitts NL. Sensory and nutritional quality of the apple snacks prepared by vacuum impregnation process. *J Food Quality.* 2010; 33:758-767
6. Jack FR, O'Neill JO, Piacentini MG, Schröder MJA. Perception of fruit as a snack: A comparison with manufactured snack foods. *Food Qual Prefer.* 1997; 8(3):175-182
7. A.O.A.C. Official Methods of Analysis of Official Analytical Chemist. 18th Edition. Horwitz W. & Latimer G.W. Editors. U.S.A., 2005.
8. Swain T, Hillis WE. The quantitative analysis of phenolic constituents of *Prunus domestica*. *J Sci Food Agr* 1959; 10: 63-68.
9. Benzie I, Strain J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996; 239: 70-76
10. Guinard J-X. Sensory and consumer testing with children. *Trends Food Sci Tech.* 2001; 11: 273-283
11. Henríquez C, Almonacid S, Chiffelle I, Valenzuela T, Araya M, Cabezas L, et al. Determination of antioxidant capacity, total phenolic content and mineral composition of different fruit tissue of five apple cultivars grown in Chile. *Chil J Agr Res.* 2010; 70(4): 523-536.
12. Vieira FGK, Da Silva G, Copetti C, De Mello R, Denardi F, Fett R. Physico-chemical and antioxidant pro-

- properties of six apple cultivars (*Malus domestica Borkh*) grown in southern Brazil. *Sci Hort.* 2009; 122:421-425
13. Lavelli V. Combined effect of storage temperature and water activity on the antiglycoxidative properties and color of dehydrated apples. *J Agric Food Chem.* 2009; 57:11491-11497
 14. Lavelli V, Vantaggi C. Rate of antioxidant degradation and color variations in dehydrated apples as related to water activity. *J Agric Food Chem.* 2009; 57:4733-4738
 15. Jayasena V, Cameron I. °Brix/acid ratio as a predictor of consumer acceptability of crimson seedless table grapes. *J Food Quality.* 2008; 31:736-750
 16. Leontowicz H, Gorinstein S, Lojek A, Leontowicz M, Číž M, Soliva-Fortuny R, et al. Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats. *J Nutr Biochem.* 2002; 13:603-610
 17. Pak N. Fibra dietética en frutas cultivadas en Chile. *Arch Latinoam Nutr.* 2003; 53(4): 413-417
 18. Gorinstein A, Martin-Belloso O, Lojek A, Číž M, Soliva-Fortuny R, Park YS, et al. Comparative content of some phytochemicals in Spanish apples, peaches and pears. *J Sci Food Agric.* 2002; 82:1166-1170
 19. Schulze MB, Schulz M, Heidemann C, Schienkiewitz A, Hoffmann K, Boeing H. Fiber and Magnesium Intake and Incidence of Type 2 Diabetes. A Prospective Study and Meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2007; 167(9):956-965.
 20. Slavin J.L. Dietary fiber and body weight. *Nutrition.* 2005, 21:411-418
 21. Sun J, Chu YF, Wu X, & Liu RH. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. *J Agric Food Chem.* 2002; 50: 7449-7454
 22. Rababah TM, Ereifej KI, Howard L. Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolic, antioxidant capacity, antocyanins and color in fruits. *J Agric Food Chem.* 2005; 53: 4444-4447
 23. Devic E, Guyot S, Daudin J-D, Bonazzi C. Effect of temperature and cultivar on polyphenol retention and mass transfer during osmotic dehydration of apples. *J Agric Food Chem.* 2010 ; 58: 606-614
 24. Felicetti DA, Schrader LE. Postharvest changes in pigment concentrations in “Fuji” apples with “Fuji” stain. *Sci Hort.* 2010; 125: 283-288
 25. Soong Y, Barlow P. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chem.* 2004; 88: 411-417
 26. Turkmen N, Sari F, Velioglu SY. The effect of cooking method on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chem.* 2005; 93: 713-718
 27. Del Caro A, Piga A, Pinna I, Fenu PM, Agabbio M. Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity and ascorbic acid prunes. *J Agric Food Chem.* 2004; 52: 4780-4784
 28. Oboh G, Akimdahunsi A. Changes in the ascorbic acid, total phenol and antioxidant activity of sun-dried commonly consumed green leaf vegetables in Nigeria. *Nutr Health* 18: 29-36, 2004.
 29. Araya H, Clavijo C, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivadas en Chile. *Arch Latinoam Nutr.* 2006; 56(4): 361-365
 30. Sham PY, Scaman TD, Durance TD. Texture of vacuum microwave dehydrated apple chips as affected by calcium pretreatment, vacuum level, and apple variety. *J Food Sci.* 2001; 66 (9): 1341-1347

Recibido: 15-05-2011

Aceptado: 25-07-2011