

CONTENIDO DE FRUCTANOS EN RAÍCES DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) ALMACENADAS EN DIFERENTES CONDICIONES

Valdez Clinis, Gabriela*; Margalef, Ma. Isabel*; Gómez, Marta**

*Lic. en Nutrición. Facultad de Ciencias de la Salud. Consejo de Investigación Universidad Nacional de Salta.

E-mail: gabriela.valdezcl@hotmail.com

** Ph. D. Consejo de Investigación. Universidad Nacional de Salta.

RESUMEN

El yacón (Smallanthus sonchifolius) raíz tuberosa de la familia Asteraceae, almacena sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS). Posee bajo índice glucémico y potencial prebiótico demostrado; representa un alimento funcional no tradicional del norte argentino.

Objetivo: Estudiar la degradación de fructanos del yacón fresco almacenado a temperatura ambiente y de refrigeración.

Material y Método: Se trabajó con raíces de 8 meses de edad, almacenadas a temperatura ambiente (TA=15±2°C) y de refrigeración (TR=4,5±0,5°C). Se prepararon extractos al 10% cada 5 días, en los que se midió el porcentaje de sólidos solubles (SS) con un refractómetro óptico. Teniendo en cuenta la citada determinación, la cuantificación de fructanos por cromatografía se efectuó en los extractos de yacón almacenados a TA a los 0, 5, 10 y 20 días y a TR a los 0, 5, 15 y 25 días.

Resultados y Discusión: La concentración de SS aumentó linealmente hasta el día 35 a TA y 30 a TR. Al quinto día el contenido de fructanos del yacón a TA tuvo una pérdida del 28%, mientras que a TR se mantuvo estable, evidenciándose una pérdida del 11% a los 15 días y del 33% a los 25 días. La cuantificación de fructanos se efectuó en las muestras almacenadas a TA y TR hasta los 20 y 25 días respectivamente, pasados dichos períodos las raíces no presentaban características de calidad aceptables para su consumo.

Conclusiones: El almacenamiento del yacón no debería superar los 5 días a TA y los 15 días a TR; puesto que transcurrido este período disminuye el contenido de fructanos.

Palabras claves: Yacón - Almacenamiento - Fructanos - Sólidos solubles

INTRODUCCIÓN

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una raíz tuberosa perteneciente a la familia Asteraceae, que se produce desde Colombia hasta el noroeste de Argentina, específicamente en las provincias de Salta y Jujuy. Asimismo en los últimos años su producción se ha difundido en países como Nueva Zelanda, Japón, Corea y Brasil (1).

El yacón es una de la raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua, entre 83 y 90% del peso fresco de las raíces. En términos generales los carbohidratos representan alrededor del 90% del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre 50 y 70% son fructooligosacáridos (FOS) (2), el resto de los hidratos de carbono son sacarosa, fructosa y glucosa (1, 3, 4). Sin embargo, la composición relativa de los diferentes azúcares varía debido a ciertos factores como el cultivar, la época de siembra y cosecha, tiempo y temperatura en post-cosecha, entre otros. Debido al bajo contenido de estos últimos se considera al yacón un alimento de bajas calorías (15 Kcal/100 g de yacón) (5).

Los FOS de esta raíz tuberosa tienen propiedades físicas especiales como elevada capacidad de retención de agua, y estabilidad a temperaturas altas y de refrigeración (6). Este alimento posee además bajo índice glucémico lo cual se evidencia en su efecto hipoglucemiante (7). Estas características físico-químicas relevantes convierten al yacón en un recurso natural para la obtención de FOS y en un ingrediente funcional para la formulación y elaboración de productos alimenticios con beneficios para la salud (4).

Como se mencionó anteriormente la raíz tuberosa de yacón almacena sus carbohidratos principalmente en forma de FOS, los cuales son conocidos como fructanos y se caracterizan por sus enlaces tipo β - (2-1) entre las unidades de fructosa, con un grado de polimerización que varía entre 2 y 60 unidades. Por su configuración química los fructanos no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas, pero son fermentados en su totalidad por las bacterias del tracto gastrointestinal; es por esta razón que este tipo de compuestos se comportan como fibra dietética (8).

El Código Alimentario Argentino (C.A.A.) define a la Fibra Alimentaria como “cualquier material comestible que no sea hidrolizado por las enzimas endógenas del tracto digestivo humano”. Asimismo define a los *Fructooligosacáridos* (FOS) como “oligosacáridos de fructosa con uniones β 2-1 de origen natural o sintético, siendo este último el producto de la hidrólisis enzimática (enzima fructofuranosidasa fúngica) de la inulina o de la síntesis o de la transfructosilación de la sacarosa” (9).

Existen diversas plantas que contienen fructanos naturales y que se utilizan como alimentos, entre las que se destacan las: *Liliaceae* (ajo, cebolla, puerro, espárragos), *Asteraceae* (topinambur, yacón, achicoria), *Poaceae* (trigo) y *Musaceae* (plátano) (10).

Debido a que la mayoría de las propiedades del yacón han sido atribuidas a su contenido en FOS, es importante conocer de qué manera la composición química de las raíces cambia en sus principales estados de desarrollo. En términos generales la concentración de FOS en las raíces aumenta a medida que la planta madura y alcanza su máximo valor en el estado senescente o un poco antes. Después de la cosecha ocurrirá lo contrario, es decir, el contenido de FOS disminuirá progresivamente mientras que la de los azúcares simples (glucosa, fructosa y sacarosa) se incrementará; este proceso es activado por la enzima fructano-hidrolasa (FH), la cual actúa liberando sucesivamente las moléculas de fructosa que se encuentran en posición terminal dentro de la cadena de los fructooligosacáridos (5, 11).

La hidrólisis de los FOS en azúcares simples puede llegar a tener gran importancia para la comercialización del yacón. La velocidad de conversión es muy rápida en los primeros días de post-cosecha. Estudios realizados reportaron que el contenido de FOS en raíces almacenadas a una temperatura de 5°C fue significativamente mayor al de las raíces almacenadas a 25°C; estos resultados sugieren que la velocidad de conversión puede ser más lenta cuando las raíces son almacenadas a temperaturas de refrigeración (12). Al exponer las raíces al sol, éstas se vuelven más dulces porque se deshidratan (pierden alrededor del 40% de su peso fresco) y además porque una parte importante de los FOS se convierten en azúcares simples (2). De Oliveira y Nishimoto investigaron las variaciones en el contenido de azúcares y oligofructanos (OF) del yacón durante el almacenamiento a temperatura ambiente y en refrigeración (4°C), a fin de determinar el período máximo de conservación de la raíz en el cual presenta la mayor concentración de OF. Los resultados obtenidos fueron que en el yacón refrigerado el porcentaje de OF se mantuvo elevado hasta el día 14, mientras que en las raíces almacenadas a temperatura ambiente dicho porcentaje tendió a disminuir luego del séptimo día (13).

Vilhena et al. (14) estudiaron el ciclo de cultivo del yacón a los fines de determinar la edad en que este cultivo almacena la mayor cantidad de FOS; arribando a la conclusión de que a los 8 meses las raíces tuberosas presentaron el mayor contenido de FOS, siendo esa la mejor época de cosecha.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fue analizar la degradación de fructanos en el yacón fresco durante el almacenamiento a temperatura ambiente y temperatura de refrigeración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) variedad blanca, cosecha 2010, procedente de la Localidad Vaqueros, Departamento La Caldera, Provincia de Salta. La edad del cultivo al momento de la cosecha fue de 8 meses, momento en el cual las raíces presentan la mayor concentración de FOS (14).

Se seleccionaron yacones frescos (sin exposición al sol), sanos (desechando aquellas raíces que presentaron algún grado de deterioro o que estaban dañadas) y con características sensoriales aceptables.

El estudio de degradación de fructanos en el yacón se llevó a cabo utilizando yacones sometidos a diferentes condiciones de almacenamiento.

Luego de la cosecha las raíces fueron separadas en 2 grupos. El lote 1 fue mantenido por 35 días a temperatura ambiente ($15,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$) y la extracción de fructanos y medición de sólidos solubles fue realizada en intervalos de 5 días, totalizando 8 muestras. El lote 2 fue almacenado bajo refrigeración a $4,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 40 días y los análisis se llevaron a cabo con iguales intervalos, obteniendo un total de 9 muestras.

Los fructanos fueron extraídos según la metodología propuesta por Zuleta y Sambucetti (15); la cual consistió en triturar la pulpa del yacón y suspenderla en agua bidestilada en una relación del 10 % (p/v); esto fue llevado a un agitador mecánico Precytec modelo A-9/1177 (200 W) por 30 minutos a una temperatura constante de 85°C y posteriormente se colocó en una centrifuga Demon IEC, modelo B-20 A, a 5000 rpm durante 30 minutos. El sobrenadante se separó en 2 muestras; una de ellas fue sometida a medición de sólidos solubles, por triplicado, empleando un refractómetro óptico portable marca Milwaukee, modelo MA 871 (0 – 85 % Brix, con compensación automática de temperatura); la muestra restante fue congelada a $-15,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ para su posterior cuantificación de fructanos, la cual fue realizada por cromatografía HPLC.

Se determinó el contenido de humedad en las raíces de yacón al inicio y al final del estudio según la técnica oficial A.O.A.C. (16) modificada. La deshidratación en estufa se realizó a una temperatura de $98,5 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

RESULTADOS

El índice de refracción (IR), el cual se relaciona con la concentración total de sólidos disueltos en una solución (17), permitió una rápida estimación de éstos en los extractos de yacón. Según Hermann et al. el IR presenta una correlación positiva con el contenido de FOS sólo en las raíces frescas pero no durante el almacenamiento de las mismas; existiendo una relación inversa durante el mismo (3).

La elección de las muestras a analizar por refractometría y cromatografía HPLC fue diferente dependiendo de la determinación a realizar. Debido a que la cuantificación de sólidos solubles es una técnica rápida y sencilla, las determinaciones se efectuaron en los extractos de yacón almacenados a temperatura ambiente y bajo refrigeración cada 5 días. En función de los resultados del IR, el análisis del contenido de fructanos se realizó en los extractos de yacón almacenados a temperatura ambiente a los 0, 5, 10 y 20 días y bajo refrigeración a los 0, 5, 15 y 25 días. Cabe señalar que la cuantificación de fructanos por cromatografía se efectuó hasta los 20 y 25 días respectivamente. Pasados dichos períodos las raíces de yacón no presentaban características de calidad para su consumo.

En los Gráficos 1 y 2 se muestra que la concentración de sólidos solubles (SS) en el extracto de yacón recién cosechado fue de 17 °Brix, valor similar al reportado por Arango Bedoya et al. (18). La concentración de fructanos determinada por cromatografía fue de 18 g/100 g.

La concentración de sólidos solubles aumentó progresivamente de manera lineal hasta el día 35 a temperatura ambiente y 30 días a temperatura de refrigeración.

En el lote de yacones almacenados a temperatura ambiente (Gráfico 1) el contenido de fructanos registró una evidente disminución al quinto día (12,9 g /100 g) lo que representa una pérdida del 28%. Al décimo día experimentó un incremento (16,7 g/100 g), para luego disminuir al vigésimo (14,7 g/100 g), evidenciándose un descenso del 18% al final del estudio (Figura 1).

Con respecto al almacenamiento del yacón bajo refrigeración (Gráfico 2) se puede observar que el contenido de fructanos de yacón tiende a permanecer estable hasta el día 15, con variaciones entre 18 y 16 g/100 g, observándose una pérdida del 11%, luego se evidencia una disminución a 12,1 g/100 g al día 25, lo que equivale a una pérdida total del 33% (Figura 1).

Gráfico 1

Contenido de Sólidos Solubles (°Brix) y Fructanos (g) en 100 g de yacón fresco almacenado a Temperatura Ambiente

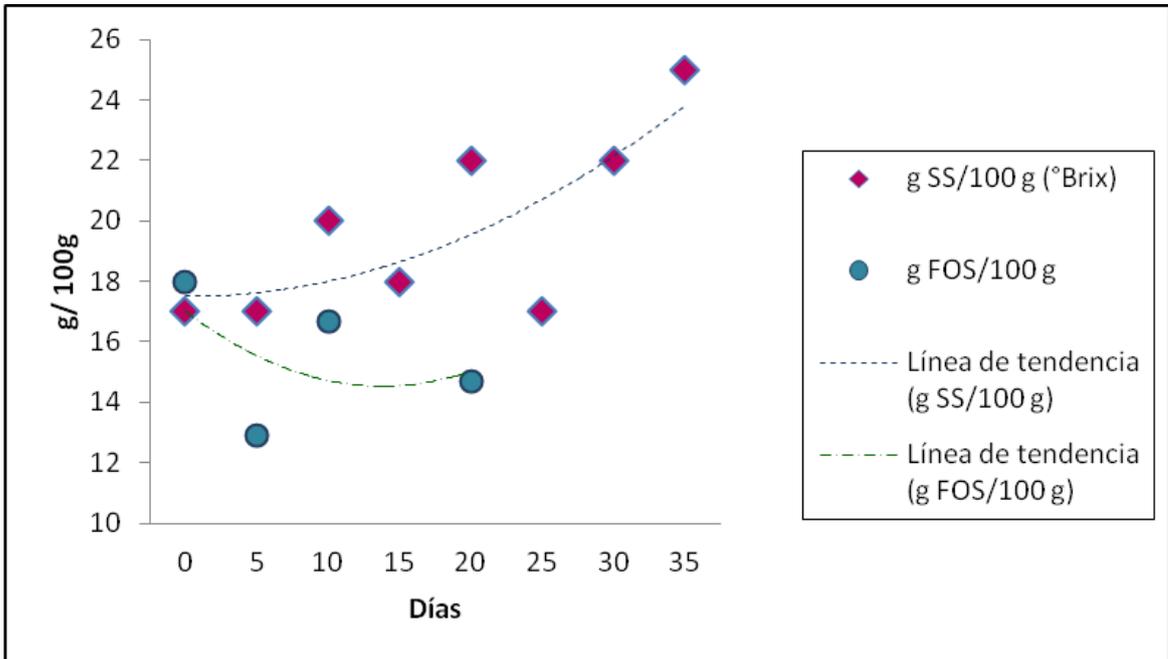


Gráfico 2

Contenido de Sólidos Solubles (°Brix) y Fructanos (g) en 100 g de yacón fresco almacenado a Temperatura de Refrigeración

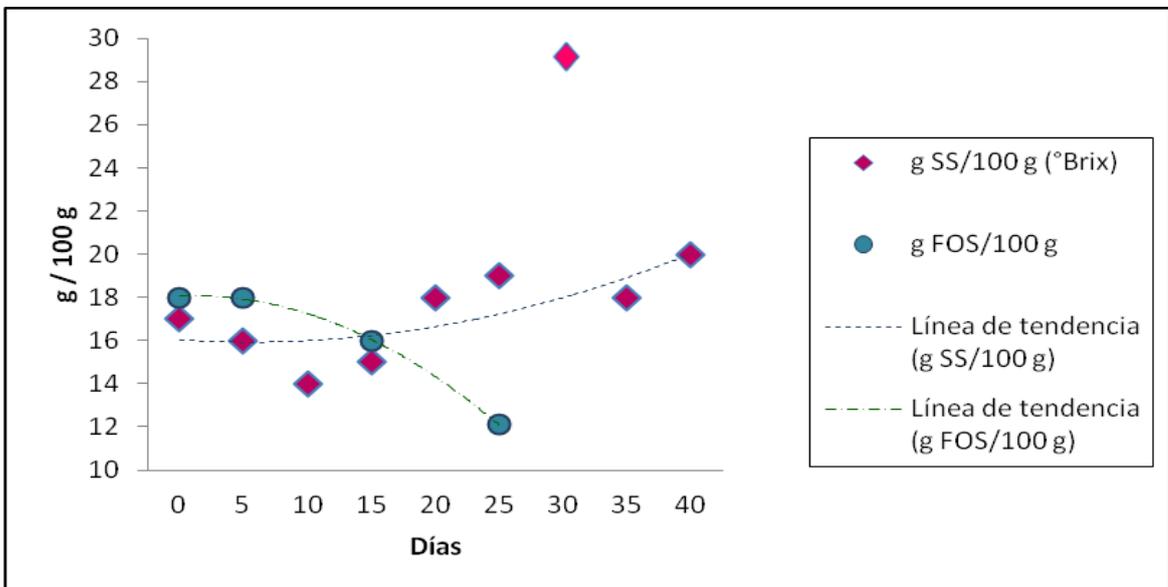
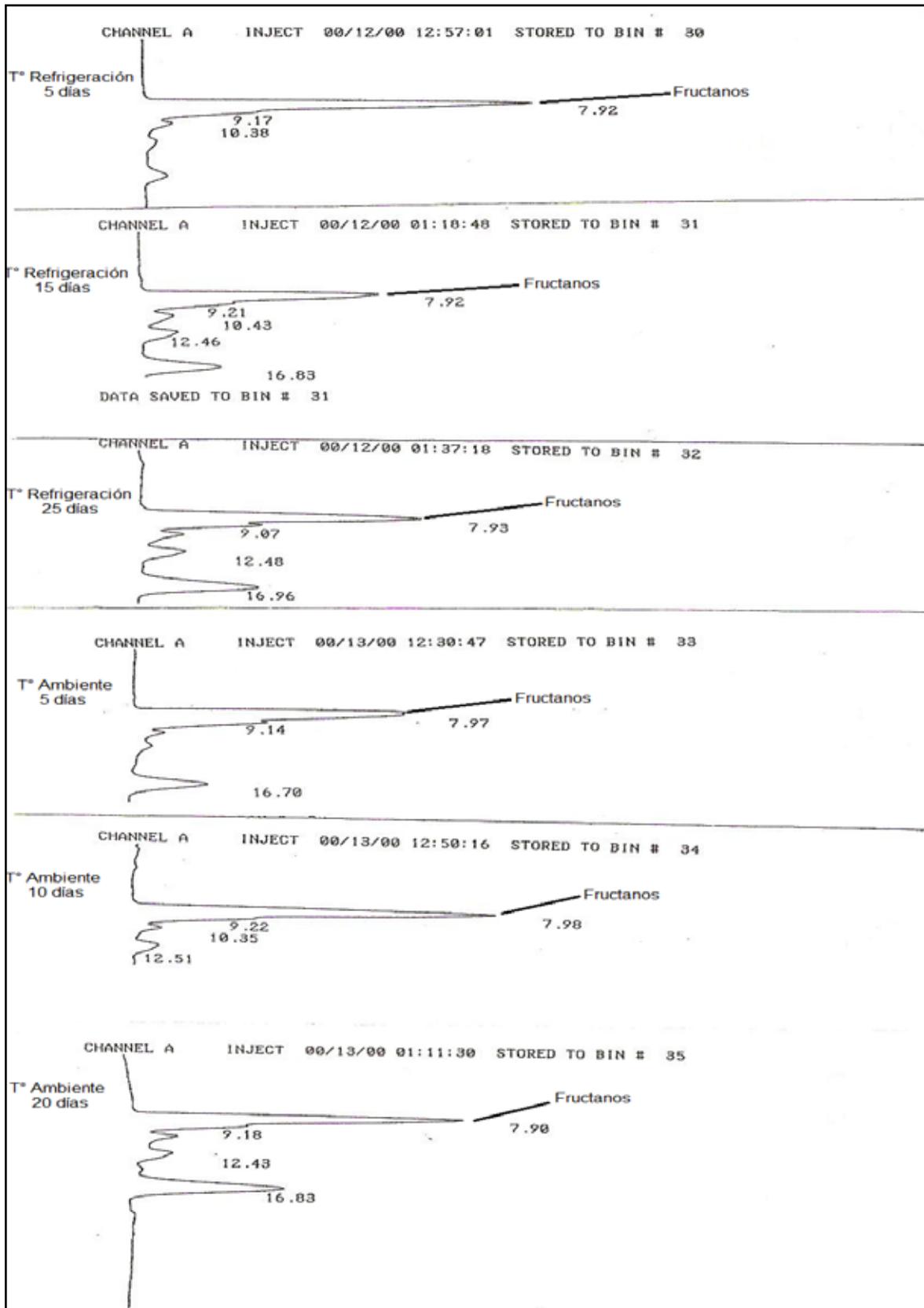


Figura 1
Cromatogramas de Fructanos en Extractos de Yacón



Cabe señalar que si bien el contenido de sólidos solubles muestra un aumento evidente durante el almacenamiento debido a la degradación de fructanos, éste también se ve afectado por el aumento de la materia seca o la deshidratación de la muestra durante el almacenamiento; puesto que la humedad obtenida en el yacón recién cosechado fue de $87,09 \pm 0,08\%$, siendo ésta al final del estudio de $79,54 \pm 0,22\%$ en las raíces almacenadas a temperatura ambiente y de $80,26 \pm 0,16\%$ bajo refrigeración. Esta tendencia también fue observada y reportada por Fenner en el estudio de secado de raíces de yacón por aire caliente a 50, 60 y 70°C (19).

Asimismo se observa que las concentraciones de los sólidos solubles aumentaron más lentamente durante el almacenamiento refrigerado. Según De Oliveira y Nishimoto, la diferencia básica entre ambas formas de almacenamiento es que las reacciones metabólicas a temperatura ambiente ocurren de forma más rápida (13).

CONCLUSIONES

La concentración de sólidos solubles en el yacón refrigerado disminuyó hasta el décimo día aumentando progresivamente hasta día 30; mientras que a temperatura ambiente éstos se elevan de manera lineal hasta los 35 días. A temperatura ambiente el yacón tuvo una pérdida del 28% del contenido de fructanos al quinto día, mientras que en refrigeración dicha concentración se mantuvo estable al día 5, evidenciándose una pérdida del 11% a los 15 días y del 33% a los 25 días.

El almacenamiento del yacón no debería superar los 5 días a temperatura ambiente y los 15 días bajo refrigeración; puesto que pasado este período disminuye el contenido de fructanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maldonado S, Pizarro L, Martínez V, Villatarco M, Singh J. Producción y comercialización de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en comunidades rurales del Noroeste Argentino. *Agroalimentaria*, 2008; 13 (16): 119-125.
2. Graefe S, Hermann M, Manrique I, Golombek S, Buerkert A. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacón roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Research*, 2004; 86: 157-165.
3. Hermann M, Freire I, Pazos C. Compositional diversity of the yacon storage root. Impact on a changing world: Program report, 1999-98. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 1999; pp. 425-432.
4. Bautista CM, Reyna ML, Cornejo O. Procesamiento de jarabe de yacón y determinación de inulina. *La Alimentación Latinoamericana*, 2007; 272: 58-60.
5. Seminario J, Valderrama M, Manrique I. El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Lima, Perú. 2003; pp 60.
6. Fernandez Jeri A. Yacón: Importancia Prebiótica y Tecnológica. *Agroenfoque*, 2003; 139: 46-47.
7. Aybar MJ, Sánchez Riera A, Grau A, Sánchez S. Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *J. Ethnopharmacol*, 2001; 74 (2): 125-132.
8. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos del Reino Unido – IFST. Fibra Alimentaria. *La Alimentación Latinoamericana*, 2007; 267: 42-46.
9. Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología Médica. “Código Alimentario Argentino” en ANMAT [En línea] 2011. Argentina. Disponible en <http://www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm>.
10. Zuleta A, Sambucetti ME. Fructanos: características estructurales y metodología analítica en FM Lajolo, Wenzel de Menezes E, eds. *Carbohidratos en Alimentos Regionales Iberoamericanos*. Editorial Edusp, Brasil; 2006. Cap.8, p. 197-210.
11. Fukai K, Ohno S, Goto K, Nanjo F, Hara Y. Seasonal fluctuations in fructan content and related enzyme activities in yacón (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Science and Plant Nutrition*, 1997; 43 (1): 171-177.
12. Graefe S. Post-harvest compositional changes of yacón roots (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.) as affected by storage conditions and cultivar. MSc thesis, University of Kassel. Alemania, 2002; pp. 63.
13. De Oliveira MA, Nishimoto EK. Caracterização e quantificação dos carboidratos de reservas das raízes de yacon (*Polymnia sonchifolia*) mantidas sob condições ambientais e refrigeração. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 2005; 1: 30-39.
14. Vilhena SM, Cámara FL, Piza IM. Contenido de fructanos en raíces tuberosas de Yacón (*Polymnia sonchifolia*). *Cienc. y Tecnol. Aliment.*, 2003; 4 (1):35-40.

15. Zuleta A, Sambucetti ME. Inulin determination for Food labeling. *Agric. Food. Chem.*, 2001; 49: 4570-4572.
16. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS –AOAC-. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. [CD-ROM]. 16th Edition, 1996. Washington D.C.
17. National Microscope. Atago Brix Refractometers. National Microscope Exchange, Inc., Carnation, WA, USA, 2002. Disponible en <http://www.nationalmicroscope.com>.
18. Arango Bedoya O, Cuarán GP, Fajardo JC. Extracción, Cristalización y Caracterización de Inulina a partir de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) para su utilización en la Industria Alimentaria y Farmacéutica. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 2008; 6 (2): 14-20. Disponible en <http://www.unicauca.edu.co/biotecnología/ediciones/Vol6-2>.
19. Fenner CS, Oliveira AR, Pelayo C. Hot air drying of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its effect on sugar concentrations. *International Journal of Food Science and Technology*, 2009; 44: 2169-2175. Disponible en <http://www.onlinelibrary.wiley.com>.