

## Estudio de factibilidad para la industrialización del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como fuente de fructooligosacáridos (FOS) para la aplicación en yogur tipo II en Cayambe

Roberto Cadena<sup>1</sup> Stalin Santacruz<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición (CAAN), Universidad San Francisco de Quito

Diego de Robles s/n y Vía Interoceánica, Quito, Ecuador

Autor principal/Corresponding author e-mail: stalin.santacruz@gmail.com

Editado por/Edited by: E. Dueno, Ph.D.

Recibido/Received: 03/15/2012. Aceptado/Accepted: 04/25/2012.

Publicado en línea/Published on Web: 06/30/2012. Impreso/Printed: 6/30/2012.

### Abstract

For the feasibility study of the industrialization of yacon, laboratory tests were performed by mixing yacon and yogurt. Yacon was added in three different ways, chopped, liquid or extract. The mixture which contained yacon extract had the best organoleptic characteristics. This prototype met the 2 % required by the standard FOS INEN. The financial analysis revealed a TIR of 60 %, a VAN of \$ 416.326,10 and a benefit/ cost ratio of 1,53 taking into account the five year project.

**Keywords.** Yacón, fructooligosaccharides, feasibility study, *Smallanthus sonchifolius*

### Resumen

Para el estudio de factibilidad de la industrialización del yacón se realizaron pruebas a nivel de laboratorio donde el yacón fue adicionado al yogur de tres maneras distintas, en trozos, licuado o en extracto. El prototipo que contenía extracto de yacón fue el que mejores características organolépticas presentó. Este prototipo cumplió con el 2 % de FOS requerido por la norma INEN. El análisis financiero reveló un TIR del 60 %, un VAN de \$ 416.326,10 y una relación beneficio/costo de 1,53 tomando en cuenta los cinco años de duración del proyecto.

**Palabras Clave.** Yacón, fructooligosacáridos, estudio de factibilidad, *Smallanthus sonchifolius*

### Introducción

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta perteneciente a la familia de las asteráceas, domesticada en los Andes desde la época preincaica. A diferencia de la mayor parte de raíces y tubérculos que almacenan almidón, el yacón contiene una cantidad importante de fructooligosacáridos (FOS). Estos FOS son azúcares lentamente metabolizados en el tracto digestivo y aportan pocas calorías al organismo. Esta característica le hace interesante para ser utilizado por diabéticos ya que no elevan el nivel de glucosa en la sangre [1].

Diferentes estudios han asociado las siguientes propiedades a un consumo elevado de FOS: reduce el nivel de triglicéridos y colesterol, mejora la asimilación del calcio, fortalece la respuesta del sistema inmunológico, previene el estreñimiento, reduce el riesgo de cáncer de colon y restaura la flora intestinal [1, 2, 3]. Sin embargo, la mayoría de estos efectos han sido observados en animales de laboratorio mientras que la mayor parte de

estudios clínicos en humanos han dado resultados frecuentemente contradictorios.

El sabor neutro del yacón permite que este producto pueda ser utilizado en la industria como una fuente de FOS [1].

El yogur es uno de los productos representativos y económicamente más importantes entre las leches fermentadas [4]. De acuerdo a investigaciones de mercado [5] en los años 2007 y 2008 salieron a la venta en el mercado ecuatoriano 207 y 301 productos nuevos respectivamente. De ellos, los productos con ingredientes funcionales correspondieron a 11 y 9 respectivamente. Debido a la baja oferta de productos con atributos que benefician la salud en el mercado ecuatoriano, este proyecto se basa en crear una alternativa innovadora de negocio que beneficie a un círculo productivo desde pequeños agricultores con la introducción del cultivo yacón hasta empresas que puedan aprovechar esa materia prima para fortificar varios de sus productos alimenticios. La

ISSN 1390-5384



aplicación de los FOS a un producto lácteo acidificado que contenga bifidobacterias con características benéficas, dará como resultado un producto simbiótico con fibras solubles y bacterias pro-bióticas, que potenciarán sus funcionalidades en el organismo humano.

De acuerdo con Garrido (2008) [5] que realiza estudios de mercado en el Ecuador en el 2007 y 2008 salieron a la venta 207 y 301 nuevos productos, respectivamente, de los cuales en yogur light y productos con ingredientes funcionales correspondieron a 11 y 9 respectivamente.

### Materiales y Métodos

El yacón fue cultivado en la granja experimental de la USFQ y correspondió a las variedades del INIAP 1239 y 1240.

#### Elaboración del extracto de yacón

Se realiza un proceso de selección del yacón donde se descartan las raíces menores a 50 g. Las raíces se lavan con agua y se sumergen posteriormente en una solución de 200 ppm de hipoclorito de sodio por 5 minutos. Se pela el yacón utilizando peladores domésticos de papa. Se utiliza una picadora de fruta tipo industrial para obtener pequeños trozos de 2 cm x 2 cm x 2 cm, estos se reciben en agua que contiene 1,3 g de ácido ascórbico por cada kilogramo de yacón [6]. Se obtiene el jugo de yacón mediante un extractor de jugos al que se adiciona 0,13 % de ácido ascórbico. Se filtra el jugo con un filtro prensa o mallas con un diámetro de poro menor a 100  $\mu$ m. Se calienta el jugo hasta una temperatura de 75°C por 10 minutos y se envasa en fundas de polietileno de baja densidad, las que pueden ser almacenadas a una temperatura de aproximadamente 4°C por 15 días sin ninguna alteración.

#### Prototipos

La elaboración de los prototipos se la realizó variando la presentación del yacón en el yogur. Se planificaron 3 formas de presentación, esto es yacón en trozos, yacón licuado y extracto de yacón. El análisis de los prototipos se lo realizó con la participación de un grupo focal conformado por 3 personas. A cada uno de los miembros del grupo focal se le entregó una muestra del prototipo y se le solicitó evaluar las características organolépticas del mismo. Todos los prototipos elaborados cumplieron con la norma INEN 2395: 2009 [7] además de que se controló de que el contenido de FOS sea máximo del 2 % [2, 3].

**Prototipo 1: Yogur con trozos de yacón:** En este prototipo se utilizó una mezcla de una base de yogur tipo II a la que se adicionó 15-20 % de trozos de yacón

**Prototipo 2: Yogur con yacón licuado:** En este prototipo se adicionó 15-20 % de trozos de yacón a la base de yogur tipo II. La mezcla fue posteriormente homogenizada mediante la utilización de una licuadora.

**Prototipo 3: Yogur con extracto de yacón:** Se realizó una mezcla que contuvo 24 % de extracto de yacón y 76 % de la base de yogur tipo II.

#### Investigación exploratoria del mercado

Se la realizó en las zonas urbanas de la provincia de Pichincha a un total de 100 personas. La edad de los encuestados fue entre los 16 y 60 años, el 58 % perteneció al género femenino y 42 % al género masculino, todos ellos pertenecientes a un grupo socio-económico medio-alto. Se elaboraron diez preguntas con respuestas de si o no. Las preguntas se enfocaron básicamente a establecer la frecuencia de consumo de yogurt, el conocimiento de los encuestados sobre productos con ingredientes funcionales y la intención de pagar más por un producto que contenga ingredientes funcionales. Las respuestas de cada pregunta se tabularon y se representaron en diagramas de barras para su interpretación.

#### Estudio Financiero

Se determinaron tres indicadores financieros TIRF, VAN, y relación beneficio costo. Los valores que fueron utilizados para los cálculos y la realización del análisis financiero del año 2009 fueron: tasa de interés activa en el Ecuador del 9,11 %, tasa de interés corporativo anual de 9,5 % como tasa de descuento. Se consideró un crecimiento de la población anual del 1,49 % [8].

### Resultados y Discusión

#### Investigación exploratoria del mercado

De acuerdo con el estudio de mercado, la penetración del yogur en el mercado nacional depende también de la capacidad adquisitiva de una familia, según el INEC, cuando los ingresos de un hogar son mayores, mayor es el consumo de este producto [8]. Según el mismo informe el yogur ocupa el puesto 21 dentro de los 51 productos alimenticios más importantes que consumen las familias ecuatorianas de mayores ingresos económicos. El yogur ha conseguido situarse entre los productos más consumidos, aunque es menos prioritario que el pan, arroz, vario tipos de carne, queso, gaseosas, huevos y papas. La investigación exploratoria del mercado dio como resultado que el 38 % de los encuestados consume yogurt entre 2 y 3 veces al mes. El 63 % de los encuestados identifican los productos que contienen ingredientes funcionales, y finalmente el 68 % de los consumidores estarían dispuestos a pagar más por un producto con ingredientes que ayuden a reforzar el sistema inmunológico de las personas.

#### Resultados de los prototipos

El prototipo más aceptado por sus buenas características organolépticas fue el que contenía extracto de yacón. El mismo que según los análisis físico químicos obtuvo los siguientes valores: pH 4,27, acidez titulable de 85° Dornic, Grasa 2,5 % y 17 grados Brix. Según el análisis organoléptico, se determinó el siguiente perfil

del producto: color claro, olor lácteo moderado; sabor lácteo y dulzor moderado; acidez muy ligera y textura ligera.

### Resultados del estudio financiero

El total de la inversión del proyecto tiene un monto de \$ 648.139, la misma que será solventada en un 44,48 % con capital propio y 55,53 % mediante un préstamo bancario a un plazo de 5 años, tal como se puede observar en la tabla 1.

En la tabla 2 se puede apreciar el total de ingresos así como la presentación del producto al consumidor conjuntamente con el total de producción. Los valores fueron calculados considerando un incremento de la producción del 4 % anual.

En la Tabla 3 se puede apreciar el flujo de caja para el presente proyecto. Se puede apreciar un incremento de la utilidad neta lo largo de los 5 años de análisis del proyecto

La tasa interna de retorno financiero (TIRF) del proyecto es de 60 %, esto indica que si el dinero de la inversión inicial fuera colocado en una entidad financiera, el rendimiento de este sería menor que el obtenido en el proyecto. Los valores actuales netos (VAN) permiten calcular el valor presente de un número de flujos de caja futuros con una tasa de descuento de 9,5 % . El VAN para este proyecto es de \$ 416.326,10. La relación beneficio-costos del proyecto es de 2,53 (tabla 4), que permite diagnosticar que por cada dólar que se invierte en este proyecto se obtiene un retorno económico de \$ 1,53.

El punto de equilibrio (tabla 5) está determinando la cantidad de producción requerida para no ganar ni perder dinero. Estas cifras representan el 53 % de la producción normal estimada

### Conclusiones

El yogur simbiótico representa una interesante opción de negocio que promete buenos réditos económicos, ya que es un producto nuevo con respecto a las alternativas del mercado local. La explotación del yacón, crearía nuevas alternativas de negocios más estables para los pequeños agricultores de la zona. En el presente estudio se encontró que la manera óptima de incorporación del yacón en el yogur fue mediante un jugo rico en FOS previamente obtenido por extracción acuosa. El presente proyecto resulta rentable porque los indicadores financieros demuestran su viabilidad: TIRF (60 % ), VAN (\$ 416.326,10) y relación beneficio-costos (2,53).

### Referencias

[1] I., M., Hermann, M., and Berner, T. 2004. "El Potencial del Yacón en la Salud y Nutrición". *International Potato Center (CIP)*. Obtenido y disponible en línea: <http://www.cipotato.org/artc/ciprocrops/factsheetyacon.pdf>.

[2] Sangeetha P., Ramesh M. and Prapulla S 2005. "Recent Trends in the Microbial Production, Analysis and Application of Fructooligosaccharides". *Trends in Food Science and Technology*. 16, 442–457.

[3] Fanaro S., Ntherboehm G., Garssen J., Bernd F. and Vigi V. 2005. "Galacto-oligosaccharides and Long-chain Fructo-oligosaccharides as Prebiotics in Infant Formulas: A Review" *Acta Paediatrica*. 94, 22–26.

[4] Tamine A. and Robinson R. 1991. "Yogurt Ciencia y Tecnología" *Acribia*, España.

[5] Garrido, R. 2008. "Lanzamiento de Nuevos Productos". *IPSA Researchers. Revista de Investigación de mercados*, Noviembre - Diciembre, Ecuador

[6] Rivera, D. and Manrique 2005. "Zumo de Yacón - Ficha Técnica". *Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Obtenido y disponible en línea: <http://www.cipotato.org/artc/ciprocrops/fichazumoyacon.pdf>. Fecha de consulta: noviembre 2010

[7] Norma INEN NTE INEN 2395:2009

[8] Instituto Nacional de Estadística y Censos. INEC. 2010. Obtenido y disponible en línea: <http://www.inec.gov.ec/home>. Fecha de consulta: noviembre 2010.

Table 1: Inversión total del proyecto

INVERSIÓN TOTAL	VALOR(USD)	%
Préstamo	350.000	54 %
Aporte Propio	298.139	46 %
Total	648.139	100 %

Table 2: Producción e ingresos de yogur simbiótico por año

Referencia	Precio (USD)	CANTIDAD DE ENVASES DE YOGUR PRODUCIDAS POR AÑO				
		1	2	3	4	5
Yogur 200 g	0,55	296.683	308.551	320.893	333.729	347.078
Yogur 1000 g	2,37	257.646	267.952	278.670	289.817	301.410
Yogur 2000 g	4,33	366.951	381.629	396.894	412.770	429.280
Total kg de producción		1.050.885	1.092.920	1.136.636	1.182.102	1.229.386
Total de ingresos (USD)		2.436.636,8	2.533.823,6	2.635.176,6	2.740.583,6	2.850.206,97

Table 3: Flujo de caja

Detalle	Años					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos		2.436.636,8	2.533.823,61	2.635.176,56	2.740.583,62	2.580.206,97
Costos variables		-1.956.074	-2.034.316,68	-2.115.689,35	-2.200.316,92	-2.288.329,60
Costos fijos		-65.003,2	-67.603,28	-70.307,41	-73.119,71	-76.044,50
Gastos administrativos		-97.504,7	-101.404,92	-105.461,12	-109.679,56	-114.066,74
Interés del préstamo		-33.250,00	-27.749,24	-21.725,91	-15.130,35	-7.908,23
Depreciación		-20.450,00	-20.450,00	-20.450,00	-20.450,00	-20.450,00
Utilidad antes del impuesto		264.354,9	282.299,49	301.542,78	321.887,07	343.407,90
Impuesto		-49.238,2	-55.146,82	-61.881,97	-69.002,48	-76.534,76
Utilidad neta		216.335,9	227.152,67	239.660,80	252.884,60	266.873,13
Depreciación		20.450,00	20.450,00	20.450,00	20.450,00	20.450,00
Inversión	-215.000,00					
Capital de trabajo	-433.139,76					
Préstamo	350.000,00					
Amortización		-57.902,7	-63.403,51	-69.426,84	-76.022,40	-83.244,52
Utilidad + depreciación	-298.139,8	178.883,2	184.199,16	190.683,96	197.312,2	204.078,61

Table 4: TIRF, VAN y relación beneficio costo

TIRF	60 %
VAN (USD)	416.326,10
B/C* (USD)	2,53

\*relación beneficio costo

Table 5: Punto de equilibrio

PUNTO DE EQUILIBRIO (USD)	AÑOS				
	1	2	3	4	5
kg de yogur	1.090.799	1.101.817,22	1.105.555,73	1.107.763,30	1.108.219,05