

Proyecto de instalación de una planta elaboradora de jarabe de yacón

Víctor Huiman Arroyo*
David Luna Jerí*
Universidad de Lima. Lima, Perú

Recibido: 24 de junio de 2013 / Aprobado: 7 de noviembre de 2013

RESUMEN: El presente estudio busca evaluar la viabilidad técnica, económica y de mercado de instalar una planta de jarabe de yacón en el Perú. Este producto consiste en un endulzante natural líquido, bajo en calorías, elaborado, a base de yacón, tubérculo originario de los Andes peruanos, rico en fructooligosacáridos, un tipo de azúcar no asimilable por el cuerpo. Posteriormente, se desarrollan los estudios de mercado e ingeniería y se evalúan los aspectos económicos, financieros y sociales respectivos. Finalmente, se concluye la factibilidad del proyecto de inversión bajo los tres criterios propuestos.

Palabras clave: yacón / jarabe / edulcorante / azúcar

Project of installation of a yacon syrup processing plant

ABSTRACT: The objective of this study is to evaluate the technical, economic and market feasibility of installing a yacon syrup processing plant in Peru. This product consists of a low-calorie natural liquid sweetener made from yacon, a tuber original from the Peruvian Andes which is rich in Fructooligosaccharides, a type of sugar which is not metabolized by the human body. Subsequently, the market research and Engineering studies are performed and the economic, financial and social evaluations are developed. Finally, the investment is concluded to be feasible under the three criteria proposed.

Key words: yacon / syrup / sweetener / sugar

* Correos electrónicos: victorhuimana@gmail.com, davidlunaj@gmail.com.

1. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

El yacón es un tubérculo originario de los Andes peruanos, que se cultiva en casi todos los departamentos del país; Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Pasco y Puno son aquellos con mayor área sembrada. Adicionalmente se siembra en otros países, como Argentina, Brasil, Bolivia, Ecuador, Japón, entre otros.

La característica principal de este tubérculo radica en su principio activo: los fructooligosacáridos (FOS), un tipo de azúcares compuestos que no son metabolizados por el cuerpo humano. En la tabla 1 se detalla la composición del yacón en su estado natural, en la que se observa la alta proporción de agua y bajo nivel calórico.

Tabla 1
Composición nutricional del yacón (100 g de raíces frescas sin cáscara)

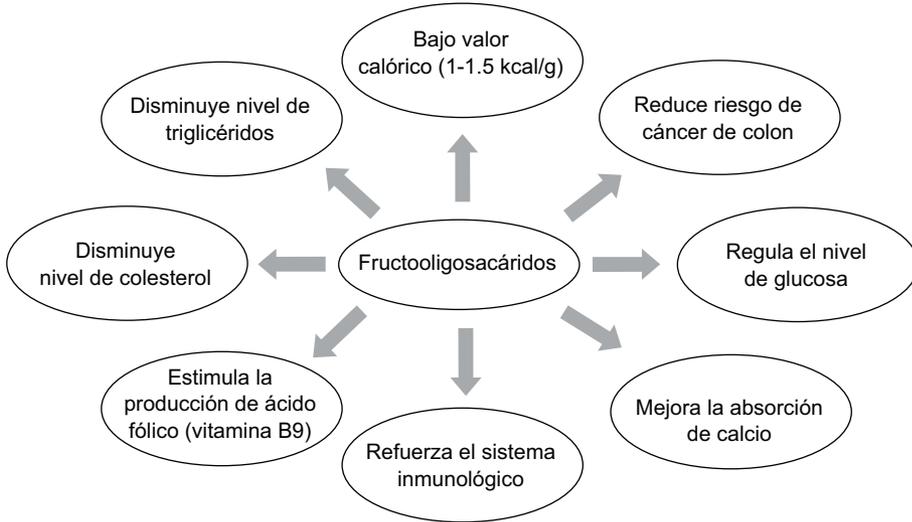
Componente	Rango	Unidad
Agua	85-90	g
Fructooligosacáridos	6-12	g
Azúcares simples	1.5-4	g
Proteínas	0.1-0.5	g
Potasio	185-295	mg
Calcio	6-13	mg
Calorías	14-22	kcal

Fuente: Manrique (2003).
Elaboración propia.

2. USOS Y PROPIEDADES

El jarabe de yacón se puede consumir directamente o como complemento de otros alimentos y bebidas, como ensaladas de frutas, jugos de frutas, postres caseros o yogur, de manera similar a otros endulzantes como la miel de abeja o maple. En la figura 1 se observan los beneficios para la salud que ofrece el jarabe debido a la presencia de FOS.

Figura 1
Beneficios de los fructooligosacáridos (FOS)



Fuente: Manrique (2003).
Elaboración propia.

3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1 Definición del producto

El jarabe de yacón es el resultado de la concentración del zumo obtenido de las raíces de yacón, manteniendo así todas las propiedades de los FOS. Se trata de un producto natural, orgánico y con alto contenido de fibra, que se presenta como alternativa saludable para endulzar alimentos y bebidas.

Este producto es relativamente nuevo en el mercado, dentro de su ciclo de vida se ubica en la etapa de introducción. Uno de los objetivos de este proyecto es llevarlo a su etapa de desarrollo y explotar su potencial comercial, especialmente atractivo para aquellas personas que se preocupan por mantener una dieta saludable. Asimismo, puede ser consumido por personas diabéticas, ya que ayuda a regular el nivel de glucosa en la sangre.

3.2 Situación relativa del mercado

Actualmente en el mercado se pueden encontrar algunos productos elaborados a partir del yacón, como extracto, miel, néctar, té, hojuelas y polvo de yacón, elaborados de manera artesanal o por pequeñas.

De estos, los productos más similares al jarabe son la miel de yacón, que tiene una concentración de sólidos solubles de 78° Brinx¹ y una alta viscosidad; y el extracto de yacón, que cuenta con 5.2° Brix y una baja viscosidad.

Sin embargo, ninguno de estos tiene un uso difundido como complemento de los alimentos. El jarabe propuesto en este artículo contará con 73° Brix, aproximadamente.

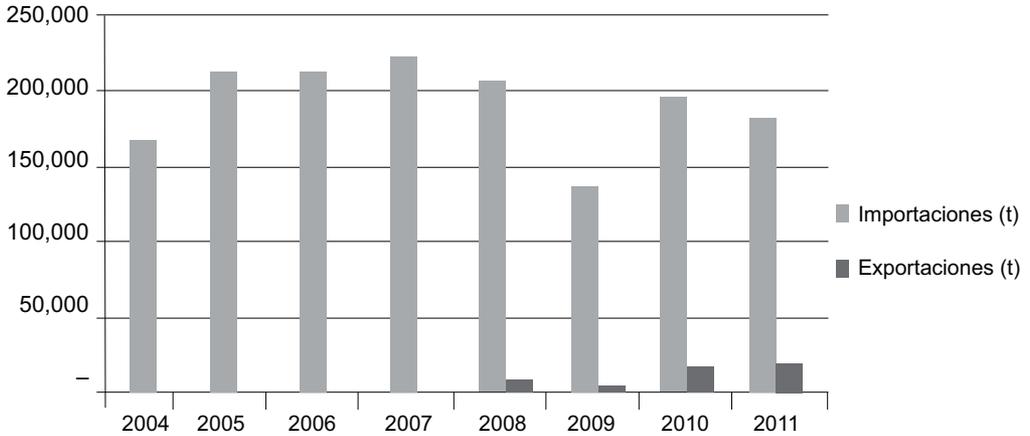
3.3 Análisis de la demanda

Debido a que el jarabe de yacón busca ser un sustituto del azúcar, se toma en cuenta la información histórica de las importaciones y exportaciones de dicho bien de consumo obtenida de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (Sunat).

Asimismo, se obtuvieron datos de la producción de azúcar refinada del Ministerio de Producción, como se muestra en los gráficos 1 y 2.

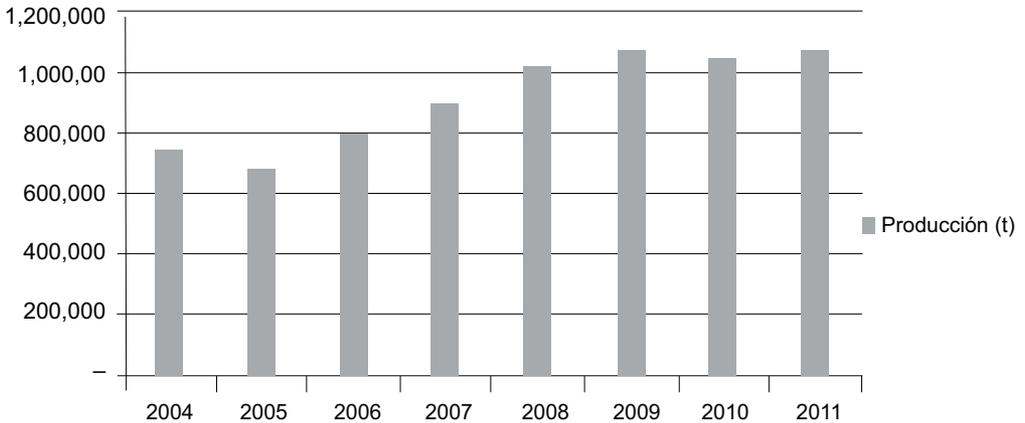
1 Grados Brix son las unidades más comúnmente empleadas para expresar la concentración de sólidos solubles totales (azúcares, principalmente) en una solución.

Gráfico 1
Balanza comercial de azúcar refinada



Fuente: Sunat (2012).
Elaboración propia.

Gráfico 2
Producción de azúcar refinada



Fuente: Ministerio de la Producción (2012).
Elaboración propia.

3.4 Demanda interna aparente

A continuación, se muestra el cálculo de la demanda interna aparente (DIA) de azúcar refinada sobre la base de los datos de producción, importaciones y exportaciones mostrados anteriormente.

Tabla 2
Demanda interna aparente de azúcar refinada

Año	Producción (t)	Importaciones (t)	Exportaciones (t)	Demanda interna aparente (t)
2004	746,181	168,175	-	914,356
2005	695,598	213,024	-	908,622
2006	805,132	212,856	-	1,017,988
2007	908,250	222,373	-	1,130,623
2008	1,007,169	204,707	8,655	1,203,221
2009	1,064,499	137,138	3,448	1,198,189
2010	1,039,167	196,205	18,474	1,216,898
2011	1,076,214	182,663	20,011	1,238,867

Elaboración propia.

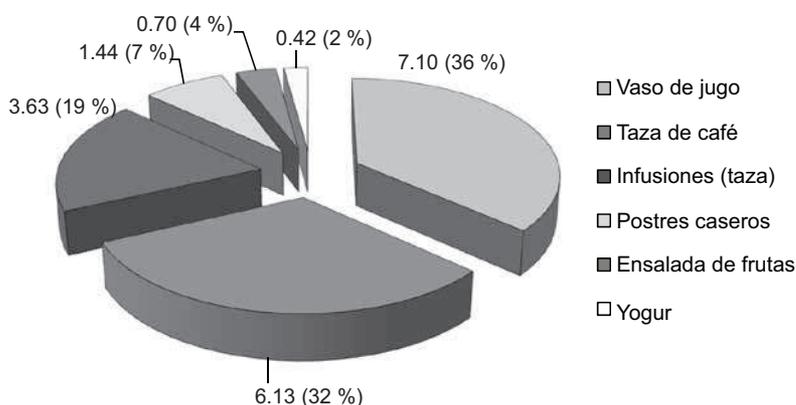
3.5 Demanda potencial

Los valores de la DIA corresponden al total de la población nacional, ya que se calculó con datos macroeconómicos. Por lo tanto, es necesario acotar estas cifras según el mercado al cual está dirigido el producto, es decir, a los consumidores cuyo perfil cumple con la siguiente segmentación:

- Demográfica: hombres y mujeres mayores de 18 años.
- Psicográfica: niveles socioeconómicos A o B.
- Geográfica: domicilio en uno de los distritos objetivo (Surco, La Molina, San Borja, San Miguel, Cercado de Lima, Miraflores, Chorrillos, Los Olivos, Pueblo Libre, La Victoria, San Isidro o Jesús María).

Se realizaron encuestas para conocer qué alimentos y bebidas con algún tipo de endulzante (edulcorantes artificiales, miel de abeja, *stevia*, etcétera) consumen, qué cantidad de endulzante utilizan por cada tipo de alimento o bebida, y por último si estarían dispuestos a reemplazar su endulzante actual por jarabe de yacón. Los resultados de las encuestas se observan en el gráfico 3.

Gráfico 3
Consumo per cápita de endulzantes²



Fuente: Encuestas.
Elaboración propia.

A partir de estos resultados, se puede concluir lo siguiente:

- No se consideran infusiones ni tazas de café, ya que según pruebas realizadas el sabor resultante no es agradable. Por lo tanto, 9.66 kg del consumo per cápita (CPC) total (49.73 %) es reemplazable por jarabe de yacón.
- El 22.15 % de encuestados sí cambiaría el endulzante que consume actualmente por jarabe de yacón.

2 Montos expresados en kilogramos de azúcar consumidos con cada alimento o bebida por persona al año.

En lo referente a la metodología empleada para realizar las encuestas, en primer lugar, se aplicó la fórmula para calcular el tamaño de muestra necesario.

$$n = \frac{(Z^2 * p * q)}{e^2}$$

Donde:

- Z = 1.96 para un nivel de confianza de 95 %
- p = 0.2 para la probabilidad inicial de que cambien el consumo de azúcar por jarabe de yacón (muestra piloto n = 35)
- q = 1 - p
- e = 5 % (error muestral)

Con respecto a la pregunta de intención de compra, se aplicó el factor de ajuste de Jeffrey Pope (2002) a los resultados recopilados, obteniendo un valor de p igual a 22,2 %.

Tabla 3
Probabilidad de compra de jarabe de yacón

	%	Factor de ajuste (%)	%
1) Definitivamente sí	9.4	75	7.1
2) Probablemente sí	40.3	25	10.1
3) Tal vez	47.6	10	4.8
4) Probablemente no	1.0	3	0.1
5) Definitivamente no	1.6	2	0.0

p =	22.2 %
q =	77.8 %

Fuente: Encuestas.
Elaboración propia.

A continuación se muestra el cálculo de la demanda potencial, tomando en cuenta las segmentaciones mencionadas anteriormente, así como el factor de conversión de 3.5 debido a que 1 kg de jarabe de yacón endulza tanto como 3.5 kg de azúcar.

Tabla 4
Demanda potencial

Año	Demanda interna aparente azúcar (t)	Toneladas de azúcar				Reemplazo según alimentos (49.73%) (t)	Factor	Jarabe de yacón (en kg)	Demanda potencial de botellas de jarabe (500 g)
		Distritos objetivo (7.39%)	Reemplazo azúcar por jarabe (22.15%)	NSE AB (12.75%)	≥ 18 años (79%)				
2004	914,356	67,571	14,967	1,908	1,508	750	214,201	428,402	
2005	908,622	67,147	14,873	1,896	1,498	745	212,858	425,715	
2006	1,017,988	75,229	16,663	2,125	1,678	835	238,478	476,957	
2007	1,130,623	83,553	18,507	2,360	1,864	927	264,865	529,729	
2008	1,203,221	88,918	19,695	2,511	1,984	987	281,872	563,743	
2009	1,198,189	88,546	19,613	2,501	1,976	982	280,693	561,386	
2010	1,216,898	89,929	19,919	2,540	2,006	998	285,076	570,151	
2011	1,238,867	91,552	20,279	2,586	2,043	1,016	290,222	580,444	

Fuente: Ipsos Apoyo (2012).
Elaboración propia.

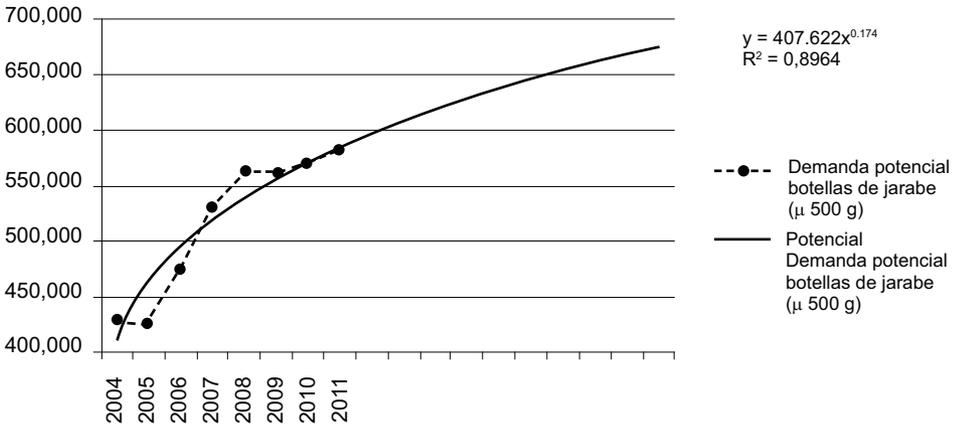
Esta demanda fue proyectada a diez años utilizando una regresión potencial, cuyos resultados se observan en la tabla 5 y el gráfico 4.

Tabla 5
Proyección de la demanda

Año	Demanda en botellas de jarabe de 500 g
2004	428,402
2005	425,715
2006	476,957
2007	529,729
2008	563,743
2009	561,386
2010	570,151
2011	580,444
2012	585,323
2013	597,442
2014	608,496
2015	618,671
2016	628,109
2017	636,918
2018	645,184
2019	652,976
2020	660,350
2021	667,353

Fuente: Datos del proyecto.
Elaboración propia.

Gráfico 4
Proyección de la demanda potencial



Fuente: Datos del proyecto.
Elaboración propia.

3.6 Análisis de la oferta

A continuación, se muestra la oferta histórica de jarabe de yacón, que consiste en la producción local del 2004 al 2011, ya que no existen importaciones de este producto.

Tabla 6
Oferta histórica de jarabe de yacón

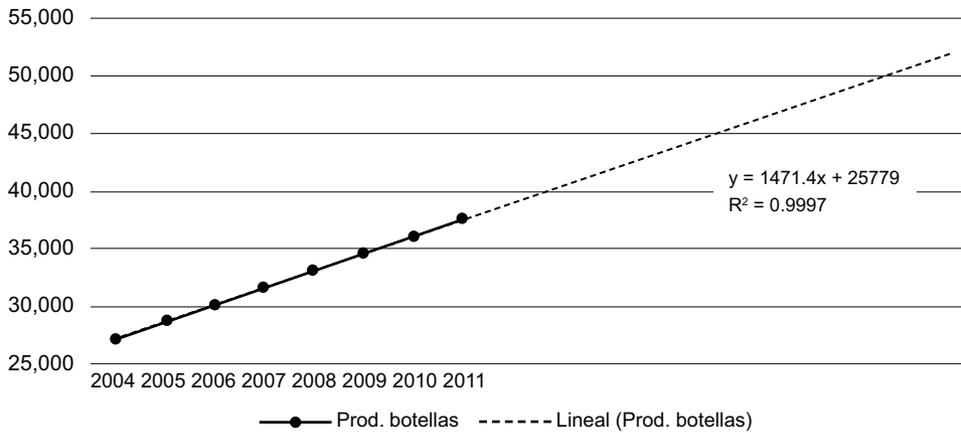
Año	Producción Jarabe de yacón (t)	Exportaciones (t)	Consumo interno (t)	Equivalencia en botellas 500 (g)
2004	15.80	2.20	13.60	27,200
2005	15.80	1.40	14.40	28,800
2006	21.80	6.70	15.10	30,200
2007	23.90	8.10	15.80	31,600
2008	28.40	11.80	16.60	33,200
2009	24.80	7.50	17.30	34,600
2010	29.00	11.00	18.00	36,000
2011	32.00	13.20	18.80	37,600

Fuente: Sunat (2012).
Elaboración propia.

3.6.1 Proyección de la oferta

La oferta para el periodo 2012-2021 se proyectó utilizando una regresión lineal.

Gráfico 5
Proyección de la oferta



Elaboración propia.

Tabla 7
Proyección de la oferta

Año	Oferta jarabe de yacón (botellas de 500 g)
2012	39,022
2013	40,493
2014	41,964
2015	43,436
2016	44,907
2017	46,379
2018	47,850
2019	49,321
2020	50,793
2021	52,264

Elaboración propia.

4. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA PARA EL PROYECTO

Se utilizó la demanda y oferta proyectadas para calcular la demanda por cubrir de jarabe de yacón, y a esta se aplicó la participación de mercado proyectada del periodo 2012-2021, inicialmente del 20 %, cercano al valor p obtenido de las encuestas y con un crecimiento de 0.5 % anual.

Tabla 8
Demanda del proyecto (botellas de jarabe de 500 g)

Año	Demanda potencial	Oferta proyectada	Demanda por cubrir	Participación de mercado %	Demanda del proyecto
2012	585,323	39,022	546,301	20.00	109,261
2013	597,442	40,493	556,949	20.50	114,175
2014	608,496	41,964	566,531	21.00	118,972
2015	618,671	43,436	575,235	21.50	123,676
2016	628,109	44,907	583,202	22.00	128,305
2017	636,918	46,379	590,540	22.50	132,872
2018	645,184	47,850	597,334	23.00	137,387
2019	652,976	49,321	603,655	23.50	141,859
2020	660,350	50,793	609,558	24.00	146,294
2021	667,353	52,264	615,089	24.50	150,697

Elaboración propia.

5. ANÁLISIS DE LOS PRECIOS

Dentro del mercado local se encuentra una variedad de productos similares al jarabe de yacón a distintos precios y en diferentes presentaciones, en comparación con los cuales se concluye que una presentación de 500 gramos a S/. 19.99 sería un precio bastante competitivo.

Tabla 9
Precios de competidores

Producto	Presentación	Precio
Extracto de yacón	500 ml	S/. 17.00
Miel de yacón A	150 ml	S/. 24.00
Miel de yacón B	250 g	S/. 15.00

Fuente: Mercado local.

Elaboración propia.

6. DISPONIBILIDAD DE INSUMOS

Para el cálculo de requerimiento de materia prima se tomó en cuenta que para producir 1 kg de jarabe es necesario emplear 10 kg de raíces de yacón en promedio. Esto depende de la estación en que se realiza la cosecha. El rendimiento promedio por hectárea en Huánuco es de 40 toneladas, sin embargo se tiene proyectado un incremento de una tonelada/hectárea al año a través del empleo de nutrientes y mejoras en las técnicas de tratamiento de suelos.

Tabla 10
Toneladas de yacón y hectáreas necesarias

Año	Demanda jarabe (botellas)	Demanda jarabe (kg)	Factor de conversión	Yacón (t)	Rendimiento de yacón (t/ha)	Hectáreas necesarias	Hectáreas disponibles
2012	109,261	54,631	0.10	546	40	14	135
2013	114,175	57,088	0.10	571	41	14	135
2014	118,972	59,486	0.10	595	42	15	135
2015	123,676	61,838	0.10	618	43	15	135
2016	128,305	64,153	0.10	641	44	15	135
2017	132,872	66,436	0.10	664	45	15	135
2018	137,387	68,694	0.10	687	46	15	135
2019	141,859	70,930	0.10	709	47	16	135
2020	146,294	73,147	0.10	731	48	16	135
2021	150,697	75,349	0.10	753	49	16	135

Fuente: Manrique (2003).
Elaboración propia.

7. INGENIERÍA DEL PROYECTO

7.1 Características del producto

El producto final tendrá las siguientes características, cumpliendo así con los requisitos de la Norma Técnica Peruana (NTP).

Tabla 11
Características físicas del jarabe de yacón

Concentración de sólidos solubles	73 ± 2 grados Brix
pH	Entre 4.2 y 5.8
Color	Marrón
Olor	Ligeramente frutado y característico
Sabor	Dulce
Aspecto	Viscoso
Presentación	Envase plástico (polipropileno) con 500 g de contenido
Vida útil	12 meses desde la elaboración del jarabe

Fuente: Norma Técnica Peruana (2010).

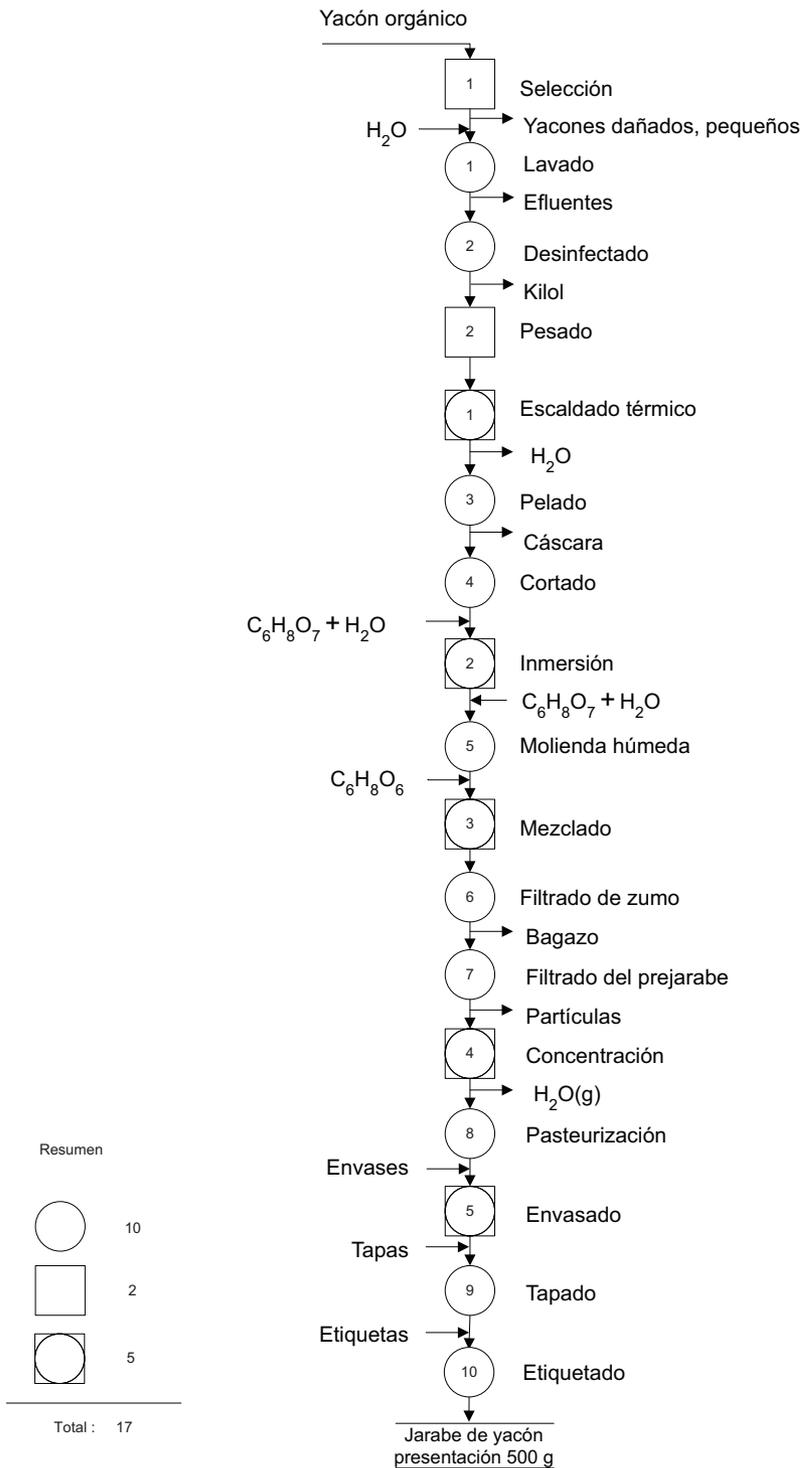
7.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

A continuación se describe el proceso productivo, el cual no requiere de maquinaria especializada ni de un alto nivel de automatización:

- *Selección*: mediante una inspección visual en una faja transportadora, se separan los yacones que tengan una longitud menor a 15 cm y aquellos que presenten golpes o cortes.
- *Lavado*: los yacones son lavados con abundante agua y un cepillo abrasivo en tinas de lavado. En esta operación se pierde aproximadamente 1 % en peso.
- *Desinfectado*: se utiliza un desinfectante doméstico orgánico (Kilol) para reducir la carga biológica presente en los yacones.
- *Pesado*: se realiza en una balanza industrial a fin de llevar un control por *batch* y posteriormente medir la productividad del proceso.
- *Escaldado térmico*: se lleva a cabo en una autoclave, donde mediante presión y temperatura elevadas se facilita el desprendimiento de la cáscara. Asimismo, ayuda a desactivar las enzimas responsables de la oxidación enzimática.
- *Pelado*: se retira la cáscara mediante el uso de peladores domésticos de papas.

- *Cortado*: los yacones son cortados en rodajas mediante el uso de grillas de corte manuales.
- *Inmersión*: los trozos cortados de yacón son sumergidos en un recipiente que contiene ácido cítrico diluido al 2 %.
- *Molienda húmeda*: los trozos de yacón ingresan a un extractor con tolva en el que se obtiene el zumo. En esta operación hay una reducción del 20 % en peso debido a que el bagazo se elimina con un alto grado de humedad. Asimismo, es importante medir que el pH no sea menor a 4.2 debido a que los FOS se podrían degradar en azúcares simples en medios muy ácidos.
- *Mezclado*: apenas se extrae el zumo, este es vertido en un recipiente que contiene ácido ascórbico con una concentración de 0.15 g por 1 kg de zumo, con el fin de retrasar el pardeamiento causado por las enzimas polifenoloxidasas.
- *Filtrado 1*: el zumo pasa por un primer filtro prensa, en el cual se retiene el bagazo.
- *Filtrado 2*: el zumo filtrado se bombea a través de una malla de 60 μm de diámetro de poro como medio filtrante a fin de retener las partículas en suspensión remanentes.
- *Concentración*: se eleva la concentración de sólidos solubles del jarabe de 10° a 70° Brix. Esta operación se realiza en un evaporador al vacío a fin de reducir la presión interna del equipo, lo cual permite que el agua se evapore a una temperatura menor a la de ebullición normal.
- *Pasteurización*: se lleva a cabo en el mismo equipo, eliminando el vacío y aumentando la temperatura bruscamente a 94 °C durante 10 minutos, a fin de reducir la carga biológica mediante un choque térmico. En esta operación se continúa evaporando agua, por lo que la concentración de sólidos solubles aumenta a 73 °C, según lo estipulado en la NTP.
- Envasado, tapado y etiquetado.

Figura 7
DOP para la elaboración de jarabe de yacón



Elaboración propia.

8. INVERSIONES Y ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la inversión total requerida para este proyecto. Cabe mencionar que para calcular la inversión fija tangible se realizaron cotizaciones con empresas locales complementadas por el método de Peter y Timmerhaus, mientras que para el capital de trabajo se utilizó la técnica del desfase de caja.

Tabla 12
Inversión total requerida

	Monto (S/.)
Inversión fija tangible	814,968
Inversión fija intangible	41,470
Capital de trabajo	160,807
Inversión total	1,017,245

Elaboración propia.

En cuanto al financiamiento, se optó por una estructura 50%-50%, entre el aporte de accionistas y un préstamo bancario, según el siguiente esquema:

Tabla 13
Estructura de financiamiento

Fuente	Monto (S/.)	Porcentaje	Tasa %	Impuesto	CPPC %
Préstamo	508,623	50	13.02	30	4.56
Accionistas	508,623	50	15.00	–	7.50
Inversión total	1,017,245	100	14.01		12.06

Elaboración propia.

9. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

Se calcularon los principales indicadores económicos y financieros a partir de los flujos de fondos respectivos proyectados para un horizonte de evaluación de diez años.

A continuación se muestra un resumen de los resultados obtenidos, que comprueban la viabilidad económica y financiera del proyecto.

Tabla 14
Indicadores económicos

Indicador	Resultado	Interpretación
VANE	S/. 1,497,466	El VANE es mayor a cero, por lo que se concluye que el proyecto es rentable para el accionista.
TIRE	46.66 %	La TIRE es mayor al costo de capital del accionista (COK = 15 %) por lo que es rentable.
B/C	2.47	Por cada S/. 1.00 que se invierte en el proyecto, se obtiene S/. 2.47 de recuperó.
PR	2.61	La inversión será recuperada en aproximadamente 2 años y 8 meses.

Elaboración propia.

Tabla 15
Indicadores financieros

Indicador	Resultado	Interpretación
VANF	S/. 2,096,778	El VANF es mayor a cero, por lo que se concluye que el proyecto es rentable para la empresa.
TIRF	77.65 %	La TIRF es mayor al costo promedio ponderado de capital (CPPC = 12.06 %) por lo que es rentable.
B/C	5.12	Por cada S/. 1.00 que se invierte en el proyecto, se obtiene S/. 5.12 de recuperó.
PR	1.42	La inversión será recuperada en aproximadamente 1 año y 5 meses.

Elaboración propia.

10. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

El presente proyecto de inversión contribuirá al crecimiento económico de la región donde se instale la planta de jarabe de yacón, debido a que generará puestos de trabajo. Asimismo, fomentará el desarrollo de la agroindustria local dando valor agregado a una materia prima propia de la zona con gran potencial comercial.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La instalación de una planta de jarabe de yacón es viable desde los siguientes puntos de vista:
 - Técnico, ya que existe la maquinaria necesaria para su elaboración.
 - De mercado, pues hay un mercado potencial creciente en Lima metropolitana dispuesto a consumir el producto.
 - Económico, porque genera un retorno positivo a la inversión del accionista.
- Se recomienda:
 - Emplear un sistema productivo en *batch* y una disposición de planta por proceso o función. Por la naturaleza del proceso y la versatilidad de la materia prima, la planta se puede adaptar para elaborar una variedad de productos a base de yacón en un mediano plazo.
 - Actualizar el estudio de mercado mediante los servicios prestados por una empresa especializada en el rubro.
 - Comparar el costo-beneficio de adquirir maquinaria nueva contra la fabricación de equipos a la medida para optimizar costos de producción.
 - Ser más agresivos en el plan de producción, a fin de aplicar las economías de escala.

REFERENCIAS

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi). (2010). *NTP 011.352.2010, Revisión 2012: Productos Naturales. Jarabe de yacón (Smilax tuberosa)*. Lima: Indecopi.

- Ipsos Apoyo. (s. f.). *Estadística poblacional*. Marketing Data Plus. Recuperado de <http://www.IPSOS-apoyo.com.pe/marketingdataplus/mktframes.php>.
- Ipsos Apoyo. (s. f.). *Niveles socioeconómicos de la gran Lima*. Marketing Data Plus. Recuperado de <http://www.IPSOS-apoyo.com.pe/marketingdataplus/mktframes.php>
- Ipsos Apoyo. (s. f.). *Tendencias en salud y administración*. Marketing Data Plus. Recuperado de <http://www.IPSOS-apoyo.com.pe/marketingdataplus/mktframes.php>
- Manrique, I. (2003). *El yacón, fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Cosude).
- Ministerio de Agricultura. (s. f.). *Producción de azúcar refinada*. Recuperado de <http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos-de-importancia-nacional/az%C3%BAcar/producci%C3%B3n>
- Ministerio de la Producción. (s. f.). *Descripción del subsector*. Recuperado de 2012, de <http://www2.produce.gob.pe/Reposito-rioAPS/2/jer/SECTPERFMAN/1542.pdf>
- Pope, Jeffrey L. (2002). *Investigación de mercados*. Bogotá: Norma.
- Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (Sunat). *Importaciones y exportaciones de azúcar refinada*. Recuperado de <http://www.sunat.gob.pe>