

RENTABILIDAD DEL PROCESAMIENTO DE LA STEVIA (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*) COMO CONDICIÓN PARA SER CONSIDERADA CULTIVO ALTERNATIVO

J.M. García P.¹, J. Porlles L.², L. Ráez G.³, Sh. Romero G.⁴

RESUMEN

Aunque la stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) no es oriunda del Perú, se ha convertido en una oportunidad de negocios para el desarrollo de su cultivo debido a la variedad de pisos ecológicos que cuenta el país. La contribución de la ingeniería química reside en demostrar, con información de primera fuente, la ventaja competitiva para que esta planta se convierta en un nuevo cultivo alternativo para el Perú, demostrándose a nivel preliminar la factibilidad técnico-económica de su procesamiento.

Palabras clave: stevia, filtración, secado, cristalización, edulcorante.

PROCESSING PERFORMANCE OF STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) BE CONSIDERED AS A CONDITION OF ALTERNATIVE CROP

ABSTRACT

Although stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) is a native of Peru, has become a business opportunity for the development of the crop due to the variety of ecological zones to the country. The contribution of the show lies in chemical engineering with firsthand information source for the competitive advantage that this plant will become a new alternative crop for Peru, showing at the preliminary technical and economic feasibility of processing.

Keywords: stevia, filtration, drying, crystallization, sweetener.

I. EL PROBLEMA

La Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA) se dedica a combatir el tráfico, producción y consumo de drogas. Se estima que en el Perú hay unas 50 mil hectáreas de hoja de coca, de las que se obtiene 114 mil toneladas de esta hoja, y solo el 10% del consumo está registrado e industrializado. DEVIDA está promoviendo cultivos alternativos a la coca, que sean rentables como el cacao y el café. La stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) del género *Stevia*, de la subfamilia *Asteroide*, y de la familia *Asteraceae*, es una planta que se adecua a las características climáticas y agronómicas de la selva, y se encuentra

aún en estado silvestre en el Paraguay, pero desde hace varias décadas se cultiva por sus propiedades edulcorantes y su bajísimo contenido calórico en varias partes del mundo. La posibilidad de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) de convertirse en cultivo alternativo dependerá de un estudio inicial que demuestre la rentabilidad de procesar hojas de Stevia hasta convertirlas en edulcorante natural.

Se debe recordar que el 9% de la población sufre de diabetes, sin contar las aplicaciones en la industria de alimentos y farmacopea, en este aspecto los derivados de la Stevia permiten contar con un producto orgánico y de alta calidad.

1 jgarcia@unmsm.edu.pe, Departamento de Análisis y Diseño de Procesos, FQIQ-UNMSM.

2 jporlles@unmsm.edu.pe, Departamento de Análisis y Diseño de Procesos, FQIQ-UNMSM.

3 guevara/lraezg@unmsm.edu.pe, Departamento de Diseño y Tecnología Industrial, FII-UNMSM.

4 gave/05070177 @unmsm.edu.pe, Tesista de Ing. Química, FQIQ-UNMSM.

PROBLEMA GENERAL

¿Será rentable el procesamiento de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) para que sea considerada cultivo alternativo en la selva?

OBJETIVOS

- a) Determinar la rentabilidad del procesamiento de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) para obtener un edulcorante.
- b) Determinar si la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) puede convertirse en cultivo alternativo rentable frente a la coca en la selva peruana.

HIPÓTESIS

La rentabilidad del procesamiento de la stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) contribuirá para que sea considerada como cultivo alternativo.

VARIABLES E INDICADORES

Variable dependiente

La Stevia sea considerada como cultivo alternativo.

Variable independiente

La rentabilidad del procesamiento de la Stevia.

II. MARCOTEÓRICO: ENTORNO GENERAL Y ANTECEDENTES DEL PROBLEMA PROBLEMÁTICA COCALERA

El cultivo y consumo de la hoja de coca viene de tiempos inmemorables en el Perú. Esta hoja se utiliza para aumentar la resistencia física, soportar la altura, consumo en las fiestas costumbristas, usos rituales y medicinales. En la actualidad, el cultivo de la hoja se ha convertido en un problema en el país. Para que el Estado penalice el cultivo de esta hoja, tiene que fomentar cultivos alternativos que sean sustentables y rentables, que su cultivo se convierta en

una fuente de ingresos sostenibles para los actuales coccaleros.

CULTIVOS ALTERNATIVOS ACTUALES

Los cultivos de cacao y café son fundamentales para el desarrollo de cultivos alternativos en el VRAE y en el Alto Huallaga. En el caso del cacao, originario del Perú, es la materia prima del chocolate; un arbusto de cacao genera ingresos permanentes por 30 años consecutivos, y su manejo en chacra es muy sencillo y que puede cosecharse cada quince días.

En junio de 2009, el precio de la hoja de coca ilegal estuvo entre 6.62 y 12.75 nuevos soles el kilogramo, llegando a su pico en febrero de 2009 a 15.10 nuevos soles en la cuenca del Alto Huallaga. La tendencia del alza de precios de la hoja de coca ilegal se ha visto fortalecida por el traslado de la base militar norteamericana de Manta, Ecuador hacia Colombia.

Respecto al cacao, al 10 de agosto de este año, la cotización internacional (Bolsa de New York) del quintal de cacao se encuentra entre 324 y 342 nuevos soles al cambio actual, es decir, el kilogramo de cacao está en 7,24 nuevos soles, uno de los precios más altos del mercado en cuanto a productos agrícolas.

CULTIVOS ALTERNATIVOS NUEVOS

La Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) es una planta herbácea cuyas hojas molidas son 30 veces más dulces que el azúcar de caña y tiene propiedades favorables para la salud humana. Su importancia económica radica en su poder edulcorante que es de 100 a 400 veces más dulce que la sacarosa y sus características físico-químicas y toxicológicas permiten su inclusión en la dieta humana para ser utilizado como edulcorante dietético natural sin efectos colaterales. El edulcorante de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) es muy potente y no tiene ningún tipo de calorías, el extracto de esta planta puede utilizarse para endulzar todo

tipo de alimentos, no tiene ningún elemento artificial, no causa problema a ningún órgano del cuerpo humano según la literatura actual.

MERCADO DE LA STEVIA (*STEVIA REBAUDIANA BERTONI*)

En Estados Unidos, las primeras importaciones de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en forma de hojas secas y de extracto se efectuaron a principio de los años ochenta. El FDA (Food and Drug Administration) conocía la existencia de esta planta debido a que numerosos estudios habían sido llevados a cabo en laboratorios americanos. A partir de 1985, el FDA comenzó a perseguir a los importadores y a los productores locales de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). Varias peticiones fueron depositadas en el FDA, para que la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) sea clasificada como GRAS (Generally Recognized As Safe). Las peticiones no fueron aceptadas, ya que el FDA recibió una queja contra la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) por una empresa anónima.

En 1994, la ley DSHEA (Dietary Supplement Health and Educación Act) fue votada por el Congreso americano. Esta ley concede el derecho a vender productos naturales, como hierbas y complementos nutricionales, mientras que no se mencionen virtudes cualesquiera y curativas de esos productos. La Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) entonces fue oficialmente admitida como complemento nutricional en los Estados Unidos. Desde esa época, la comercialización de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) es floreciente. Empresas como Pepsi Cola y Coca Cola han introducido este edulcorante en sus productos. La exportación de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) procesada en Perú sería fortalecida con la aplicación del TLC con los Estados Unidos.

En el Perú, se tiene a la industria de aditivos alimentarios y de suplementos. El mercado objetivo para la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) procesada está compuesta por

personas que requieren evitar el consumo de azúcares (sacarosa, glucosa, maltosa, fructuosa, etc.). Uno de los motivos es evitar la diabetes (médicos de la Universidad Cayetano Heredia, descubrieron que en la actualidad la diabetes afecta a más de un millón de peruanos), y el otro motivo es la preocupación por su estado físico (peso).

El mercado de los edulcorantes va en crecimiento. En el país la producción de edulcorantes es incipiente, la mayor parte de su consumo es importado. En el mercado nacional encontramos al Equal Edulcorante de 100 sobrecitos a \$24 (S/.72.); Endulzante Vida Stevia de 100 sobrecitos a \$23 (S/.69); y también hay otros productos similares, todos ellos importados.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Composición: El esteviosido es un glucósido diterpeno de peso molecular = 804,80 con fórmula: $C_{38}H_{60}O_{18}$.

Puede metabolizarse de manera indirecta en el hombre por medio de las enzimas digestivas a steviol y glucosa (el steviol inhibe la fosforilación oxidativa invitro).

Las propiedades químicas de los cristales son:

- En estado de pureza funden a 238°.
- No fermenta.
- Es levógiro (31,8 para el producto anhidro).
- Es soluble en agua, alcohol etílico y metílico.
- No es hidrolizable por emulsión.

Estabilidad: Estable en un rango amplio de pH: de 3 a 9 aún a 100°C (posee estabilidad térmica a temperaturas normales de procesamiento de los alimentos). Por encima de pH 9 se produce una rápida pérdida del dulzor.

Capacidad edulcorante: El edulcorante que se obtiene es 300 veces más dulce

que la sacarosa a una concentración de sacarosa del 0,4% y 110 veces más dulce que la sacarosa a una concentración de sacarosa del 10%.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Se trituran lotes de 80 kg de hojas secas de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*) (humedad de 7 a 8%) hasta una malla predefinida. En una marmita con capacidad de 500 litros, se llena al 80% de agua y se calienta hasta 60 °C, luego se agregan las hojas trituradas y se deja a esa temperatura durante cuatro horas, luego este extracto pasa por tres filtraciones (mediante una bomba a 45 psi) y se almacena en un primer tanque, esto dura una hora. Posteriormente, el extracto se filtra mediante filtro de carbón activado, donde se remueven algunos pigmentos y sustancias de alto peso molecular (esto dura una hora). Este filtrado pasa a un segundo tanque de 500 litros.

Este extracto pasa a un tercer tanque de 500 litros mediante dos bombas de 70 psi hacia dos membranas de ultra filtración de 1000 Dalton y una capacidad de 6 litros/minuto cada una. Aquí se genera 20% de concentrado y 80% de permeado. El concentrado que todavía contiene proteínas, pectinas y pigmentos es devuelto al segundo tanque para realizar la diafiltración. Ésta consiste en mezclar el volumen del concentrado con un volumen de agua dos veces mayor y se vuelve a pasar por la membrana de ultra filtración y garantizar una completa extracción de los glucósidos antes de rechazar el concentrado. Del proceso de ultra filtración (involucrando diafiltración) se obtienen 512 litros de permeado y 48 litros de concentrado en un tiempo de una hora. Del tercer tanque de paso se succiona y se lleva el permeado a las membranas de nanofiltración de 150 Daltons y con un flujo de 6.2 L/min. cada una, por medio de dos bombas de 140 psi. En este proceso también se obtiene 80% de permeado y 20% de concentrado.

Con el permeado se realiza la diafiltración de la misma forma que en el proceso de ultra filtración, obteniendo un total de 656 litros de permeado y 62 litros de concentrado en 67 minutos. En el concentrado obtenido se encuentran los glucósidos de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*). Los 656 litros de permeado son recirculados para ser utilizados en el siguiente proceso de extracción. El concentrado que contienen los glucósidos continúa con el proceso de cristalización por evaporación. Estos cristales, con una humedad del 20%, al secarse, disminuyen su humedad a un 2% y al final se obtiene 8 kg de cristales de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*). Luego, son transportados al pulverizador para obtener polvo de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*). Este proceso tarda 24 minutos. Un operario se encarga de transportar el polvo a la mezcladora para ser mezclados con 106.24 kg de maltodextrina.

El proceso de mezclado dura 24 minutos y se obtienen 114.24 kg de edulcorante en polvo, que al convertirlos en presentaciones de 150 gramos cada uno tenemos 761 presentaciones que pueden envasarse en frasco o sachet o bajo otra forma.

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DEL PROCESO

Para la producción de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*) en polvo se ha tomado como base un lote de 80 kg de hojas secas de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*), que al ser procesadas se obtienen 8 kg de cristales de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*). La operación se trabaja en un circuito cerrado.

SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Se resume en los siguientes pasos:

- Extracción con agua o solventes orgánicos.
- Filtración.
- Precipitación de impurezas.

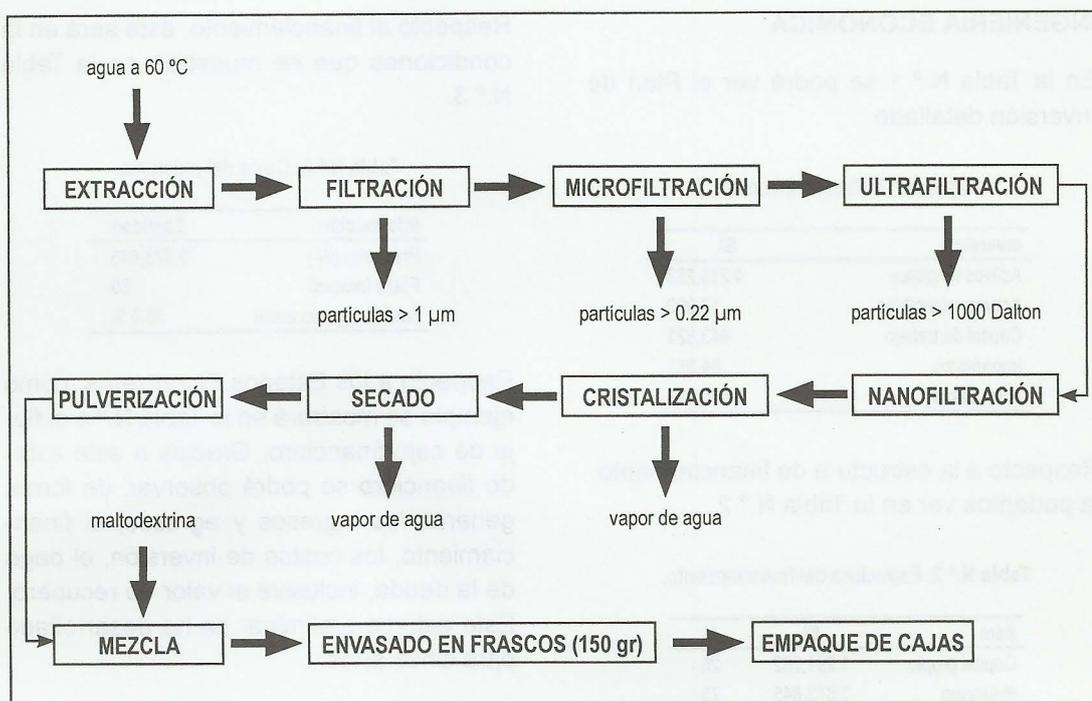


Fig. N.º 1. Diagrama de Flujo del Proceso.

- Purificación con resinas de intercambio iónico.
- Cristalización.
- Secado.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Hay gran cantidad de alternativas tecnológicas patentadas para la extracción del esteviosido.

- Solventes (Haga, 1976; Bondarev, 2001; Morita, 1978).
- Procesos de membrana (Kutowy, 1999; Wea-Shang Fuh, 1990).
- Precipitación selectiva (Matsushita y Kitahara, 1981; Kumar, 1986).

CAPACIDAD DE PLANTA

Se proyecta producir 115,154.00 kg cada año, que equivalen a 767,639 frascos de edulcorante de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) de 150 gramos cada uno, con un precio de venta de S/. 9.

REQUERIMIENTO DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS

Si en el mercado no se encuentra disponibilidad de los equipos y maquinarias, se pueden importar por catálogo. Muchos de ellos pueden ser construidos por la metal-mecánica nacional.

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

Se necesita una provisión mensual de 6720 kg de hojas secas de Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), el cual se comprará a S/.12 el kilogramo puesta en planta. Respecto a los demás recursos no se tiene ningún problema de abastecimiento.

IMPACTO AMBIENTAL

El mayor impacto sería que el agua del proceso sea evacuada en el alcantarillado con partículas indeseables. Para esto se tendrán en cuenta los indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de agua.

INGENIERÍA ECONÓMICA

En la Tabla N.º 1 se podrá ver el Plan de Inversión detallado.

Tabla N.º 1. Plan de inversión.

Inversion	S/.
Activos tangibles	4 219,263
Activos intangibles	17,990
Capital de trabajo	843,521
Imprevistos	84,352
Total inicial	5 165,126

Respecto a la estructura de financiamiento, la podemos ver en la Tabla N.º 2.

Tabla N.º 2. Estructura del financiamiento.

Ítem	S/.	%
Capital propio	1 291,282	25
Préstamo	3 873,845	75
Total	5 165,127	100

Respecto al financiamiento, éste será en la condiciones que se muestran en la Tabla N.º 3.

Tabla N.º 3. Datos del préstamo.

Información	Cantidad
Préstamo (S/.)	3 873,845
Plazo (meses)	60
Tasa de interés anual	30.0 %

Respecto a los Estados Financieros, como ejemplo se mostrará en la Tabla N.º 4 el flujo de caja financiero. Gracias a este estado financiero se podrá observar, de forma general, los ingresos y egresos, el financiamiento, los costos de inversión, el pago de la deuda, inclusive el valor de recuper. Este estudio preliminar se ha desarrollado para cinco años.

Tabla N.º 4. Flujo de caja proyectado.

PERFIL REAL	FLUJO DE CAJA FINANCIERO						RECUP.
	Nuevos Soles (S/.)						
A PRECIOS DE HOY	INVER.		OPERACIÓN				
AÑOS	0	1	2	3	4	5	R
INGRESO		6909235	6909235	6909235	6909235	6909235	
FINANCIACION	3873845						
COSTOS DE INVER.							
Terrenos	900000						900000
Edificios	647000						549950
Maquinarias	120000						60000
Equipo	2552263						0
Intangibles	17990						
Capital de trabajo	927874						927874
COSTOS DE FABR.							
Mano de obra		176400	176400	176400	176400	176400	
Materia prima		2608132	2608132	2608132	2608132	2608132	
Costos indirectos		31020	31640	31020	31020	31020	
Depreciación		541863	541863	541863	541863	541863	
UTILIDAD BRUTA		3551821	3551200	3551821	3551821	3551821	
Gastos de ventas		285600	285600	285600	285600	285600	
Gastos administrativos		357000	357000	357000	357000	357000	
U. DE OPERACIÓN		2909221	2908600	2909221	2909221	2909221	
Gastos financieros		1056503	854249	591882	302944	79880	
U.A.I.		1852718	2054352	2317339	2606277	2829341	
Impuestos 30%		555815	616306	695202	781883	848802	
U. IMPONIBLE		1296902	1438046	1622137	1824394	1980539	
Más depreciación		541863	541863	541863	541863	541863	
F. DE F. BRUTO		1838765	1979909	2164000	2366256	2522401	
Menos Amort. Prest.		389433	460238	494471	439050	266266	
Flujo de Fondos Neto	1273292	1449332	1519671	1669529	1927207	2256136	2437824

RESULTADOS PRELIMINARES

- Se ha obtenido un VAN proyectado igual a S/. 3 439 694.
- También se ha obtenido un TIR de 122.62 %.
- El período de recupero del capital es 5 años y la relación B/C en el 1er año es 1.37.
- Se puede concluir en el estudio preliminar, que es factible el procesamiento de la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) para la obtención de edulcorantes. Esto hace posible considerarla como un cultivo alternativo, que es el motivo de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Romero G, Sheila F. Producción industrial de edulcorantes a partir de

la Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). Trabajo del curso de Elaboración y Evaluación de Proyectos Ciclo 2009 – I con asesoría del profesor del curso.

- [2] Untiveros Mayorga ChF, Nuñez Chávez O, Tapia Zegarra LM *et al.* Diabetes mellitus tipo 2 en el Hospital II Essalud- Cañete: aspectos demográficos y clínicos. Rev Med Hered, 2004 ene./mar; 15, (1): 19-23.

<http://www.minsa.gob.pe>

<http://www.buscape.com.pe/endulzante.html>

<http://www.portalagrario.com.pe>

<http://www.sisap.minag.gob.pe>

<http://www.devida.gob.pe>

<http://www.revistaideele.com/node/396>

http://www.simdev.gob.pe/Reporte_Hojacoca.asp