

STEVIA REBAUDIANA: PROPIEDADES, MERCADOS Y FACTIBILIDAD DE PRODUCCIÓN
DE UN CULTIVO DE VENTA AL CONTADO EN BOLIVIA

Una Tarea de Investigación bajo el Proyecto de Acceso a Mercados y Alivio a la Pobreza

Contrato No. PCE-I-00-99-00003-00, Orden de Tarea No. 806

Presentado a:
USAID/Bolivia

Presentado por:
Andy D. Hale
Chemonics International Inc.

3 de diciembre de 2001

CONTENIDOS

Siglas		i
Resumen Ejecutivo		iii
SECCIÓN I	Introducción	I-1
	A. Antecedentes	I-1
SECCIÓN II	Propiedades de Stevia	II-1
	A. Propiedades Químicas	II-1
	B. Propiedades Agrícolas	II-1
	B1. Áreas de Producción	II-2
	B2. Potencial para su Producción en Bolivia	II-2
	B3. Retos de Producción	II-2
	C. Propiedades Sensoriales	II-3
	D. Problemas de Seguridad	II-4
SECCIÓN III	Mercados para Stevia	III-1
	A. Mercados Actuales	III-1
	A1. Japón	III-1
	A2. Paraguay y Brasil	III-1
	B. Restricciones	III-1
SECCIÓN IV	Conclusiones y Recomendaciones	IV-1
ANEXO A	Bibliografía	A-1

Executive Summary

Stevia rebaudiana has been used as a sweetener in its native region of what is now Paraguay and Brazil for centuries. It has gained popularity in other regions of the world in the last half century, and currently more Stevia is consumed in Japan than anywhere else in the world.

There are a number of challenges that Stevia must overcome in order to break into other major markets around the world. There are restrictions against the sale of Stevia in the United States and in Europe, and there are no indications that these restrictions will be lifted anytime soon. Commercial production of Stevia has proven difficult. The plant is not tolerant to water stress or competition from other plants and does not produce well outside of its native habitat. Lack of a viable seed for production has also slowed progress toward commercial production. Clonal propagation is practical for small-scale production, but is not economically feasible on a large scale.

Some areas of Bolivia's Valleys and Yungas regions closely resemble the native habitat of Stevia. Although this gives way to the possibility that Stevia could be produced as a cash crop in these areas, the lack of established production and handling systems in other parts of the world suggests that it would prove difficult. Lack of strong global markets for Stevia outside of Japan will likely make commercial production in Bolivia economically unfeasible.

The Japanese market for Stevia should be looked at more closely in order to quantify the existing market for Bolivian Stevia. If a

Resumen Ejecutivo

Stevia rebaudiana ha sido utilizada como un edulcorante en la región nativa de lo que hoy es Paraguay y Brasil por siglos. Ha ganado popularidad en otras regiones del mundo en el último medio siglo, y actualmente se consume más Stevia en el Japón que en cualquier otro lugar del planeta.

Existe una serie de problemas que Stevia debe superar para poder ingresar a otros mercados principales en el mundo. Existen restricciones contra la venta de Stevia en los Estados Unidos y Europa, y no tenemos ninguna indicación de que las mismas cesen en un futuro cercano. La producción comercial de Stevia ha probado ser difícil. La planta no tolera el peso o la tensión del agua o la competencia de otras plantas, ni produce bien fuera de su hábitat natural. La falta de semillas viables para su producción también ha perjudicado su desarrollo hacia una producción comercial. La propagación por medio de clonación es práctica para una producción en pequeña escala, pero no es económicamente factible en gran escala.

Algunas zonas de las regiones de los Valles y los Yungas en Bolivia se asimilan al hábitat natural de Stevia. A pesar que esto permite la posibilidad que se produzca Stevia como cosecha para su venta al contado en estas zonas, la falta de sistemas establecidos de producción y manejo en otras partes del mundo, sugiere que esto se tornaría difícil. La falta de mercados globales fuertes para la Stevia fuera del Japón también seguramente impedirá que la producción comercial de este producto en Bolivia sea factible.

El mercado japonés para Stevia debería estudiarse con mayor detenimiento, para poder cuantificar el mercado existente para la Stevia

market opportunity exists, then further Chemonics International Inc. research on the history of production in Bolivia should be conducted to determine if Stevia production is possible. If so, then pilot projects should be set up in order to learn more about the requirements for establishing effective production and handling systems.

SECTION I

Introduction

The following paper is a brief introduction of the history, properties and markets for *Stevia rebaudiana*, a non-caloric, naturally occurring alternative to sugar substitutes. As part of the ongoing Market Access and Poverty Alleviation (MAPA) activity, this technical paper is designed to give the reader a basic understanding of the challenges faced by Stevia producers around the world and explain the history of the market in order to determine the feasibility of Stevia production as a cash crop in the Valleys and Yungas Regions of Bolivia.

Methodology for research includes reviews of existing literature on Stevia and telephone interviews by the author with policy-makers in the United States Food & Drug Administration (FDA). Most of the published documentation on Stevia is somewhat dated, with numerous studies conducted in the 1960s and 1970s. Research has tapered off since the mid 1980s due to difficulties in establishing systems for production of Stevia as a commercial crop, and the ineffectiveness of industry in obtaining the FDA status of Generally Recognized as Safe (GRAS) for Stevia.

boliviana. Si existe una oportunidad de mercado, entonces se debería llevar a cabo una mayor investigación por parte de Chemonics International Inc., para determinar si la producción de Stevia es posible. Si lo es, entonces se podrían establecer proyectos piloto para aprender más acerca de los requisitos para establecer sistemas efectivos de producción y manejo.

SECCIÓN I

Introducción

El siguiente trabajo es una breve introducción a la historia, las propiedades y los mercados para la *Stevia rebaudiana*, una alternativa a los edulcorantes que sustituyen el azúcar, que es natural y libre de calorías. Como parte de las continuas actividades del proyecto de Acceso a Mercados y Alivio a la Pobreza (MAPA), este estudio técnico ha sido diseñado para otorgar al lector un entendimiento básico de los retos enfrentados por los productores de Stevia alrededor del mundo, y explicar la historia del mercado para poder determinar la factibilidad de la producción de Stevia como un cultivo para su venta al contado, en las regiones de los Valles y Yungas de Bolivia.

La metodología de investigación incluye la revisión de literatura existente sobre Stevia y entrevistas telefónicas del autor con redactores de políticas en la entidad que controla la Administración de Alimentos y Medicamentos en los Estados Unidos (FDA). La mayor parte de los documentos publicados sobre Stevia son algo antiguos, habiéndose llevado a cabo un gran número de estudios en las décadas de 1960 y 1970. La investigación ha decaído desde mediados de la década de 1980 debido a dificultades en establecer sistemas para la producción de Stevia como un cultivo comercial, y a la falta de efectividad en la industria para poder obtener el estatus de la FDA de “Generalmente Reconocida como Segura” (GRAS) para la Stevia.

1. History

Although there is evidence of centuries of Stevia consumption by the native Guarani Indians in the area that is now Paraguay and Brazil, it was not until 1887 that the Paraguayan botanist M.S. Bertoni first studied the herb. Bertoni originally named the plant *Eupatorium rebaudianum Bertoni* and classified it as a member of the daisy family, but in 1905 reassigned it to the chrysanthemum family and the genus *Stevia*. In 1941, a German submarine blockade created a scarcity of sugar in Great Britain. *Stevia* was sought out as an alternative sweetener, and seeds were imported in an attempt to establish commercial production. Despite great promise and powerful testimonials from researchers in the field, the project was unsuccessful and abandoned soon after the war. Exact reasons for abandonment are not known, but based on the information given in Exhibit I-1, a timeline on the development of *Stevia*, it could be concluded that difficulties in growing the plant, high production costs and low yields were major contributors. These issues must still be resolved in order to produce *Stevia* commercially today.

By the mid 1900s it was found that *Stevia*'s sweetness was derived from a compound called stevioside, which was found to be 300 times sweeter than table sugar. It was later discovered that stevioside is one of several sweetening components of *Stevia*, known as glycosides. Of these, rebaudioside A was found to be the sweetest and have the most favorable sensory attributes.

The Japanese became interested in *Stevia* in 1954, and began to seriously grow it under controlled conditions. The Japanese used a non-chemical extraction procedure developed by the Chinese. This became the preferred extraction method, as it removed the bitter aftertaste and the undesirable color from the

1. Historia

A pesar que existen pruebas de siglos del uso de *Stevia* por los indios nativos guaraní, en la zona que es hoy Paraguay y Brasil, no fue hasta 1887 que el botanista paraguayo M.S. Bertoni primero estudió esta hierba. Bertoni originalmente nombró la planta *Eupatorium rebaudianum Bertoni* y la clasificó como miembro de la familia de margaritas, pero en 1905 la reasignó a la familia de los crisantemos y al género *Stevia*.

En 1941, un bloqueo de submarinos alemanes creó una escasez de azúcar en Gran Bretaña. La *Stevia* tuvo gran demanda como un edulcorante alternativo, y se importaron semillas en un intento de establecer su producción comercial. A pesar de prometer mucho, y de los poderosos testimonios de investigadores en el campo, el proyecto no tuvo éxito y fue abandonado poco después de la conclusión de la guerra. No se saben las razones exactas para este abandono, pero en base a la información dada en la Prueba I-1, que es un cronograma del desarrollo de *Stevia*, se pudo concluir que las dificultades en cultivar la planta, los altos costos de producción y los bajos rendimientos contribuyeron en gran parte al mismo. Aún no se ha encontrado una solución a estos problemas para poder producir la *Stevia* comercialmente .

A mediados de la década de 1900, se descubrió que el gusto dulce de *Stevia* se derivaba de un compuesto llamado *stevioside*, el cual se comprobó era 300 veces más dulce que el azúcar de mesa. Se descubrió más tarde que el stevioside es uno de varios componentes dulces de *Stevia*, conocidos como glucósidos. De estos, el rebaudiosido A es el más dulce y tiene los atributos sensoriales más favorables.

Los japoneses se interesaron en *Stevia* en 1954, y comenzaron a cultivarla seriamente bajo condiciones controladas. Los japoneses utilizaron un procedimiento de extracción no-químico desarrollado por los chinos. Este se convirtió en el método de extracción preferido, debido a que retiraba el gusto amargo de la

Stevia leaves. The new sweetener was quickly adopted by Japanese industry, and still makes up a large portion of the sweetener market in Japan (7).

Many believe that Stevia has the potential to become a major source of high-potency sweetener in the West for the growing natural foods market in the future, but it must first be converted from a wild plant to a modern crop that is well suited for mechanized production. This will require development of a seed, seedling and crop production system, harvest and handling methods, a breeding program aimed at optimizing glycoside content and sensory characteristics, as well as further efforts to gain approval from the FDA.

The following will take into account these and other issues surrounding the commercial production of Stevia as outlined in existing literature and address its market potential as a sweetener around the world, as well as assess the production capacity in the Yungas region of Bolivia by comparing its climate and topography to that of Stevia's native habitat.

Exhibit I-1 Timeline for the development of *Stevia rebaudiana*

1887 – Antonio Bertoni first documented usage of the sweet herb in Paraguay and designated it *Eupatorium rebaudianum* Bertoni

1905 – Bertoni reassigned the sweet herb to the genus *Stevia*

1909 – *Stevia* was reported to be successfully cultivated in Paraguay

1931 - Two French chemists, Bridel and Lavieille, extracted stevioside into crystals from *Stevia* leaves

planta y cambiaba el color poco deseable de las hojas de *Stevia*. El nuevo edulcorante fue rápidamente adoptado por la industria Japonesa, y actualmente aún comprende una importante porción del mercado de edulcorantes en Japón (7).

Muchos creen que la *Stevia* tiene el potencial de convertirse en una fuente importante de edulcorante de alta potencia en Occidente, debido al crecimiento de los mercados de comida natural en el futuro, sin embargo, la planta debe ser primero convertida de una hierba silvestre en un cultivo moderno, que sea bien adaptable para la producción mecánica. Esto requerirá el desarrollo de un sistema de semillas, plantas de vivero y producción de cultivos, métodos de cosecha y manejo, un programa de reproducción destinado a optimizar el contenido de glucósidos y las características sensoriales, así como mayores esfuerzos para ganar la aprobación de la FDA.

Las siguientes secciones tomarán en cuenta estos y otros problemas que rondan la producción comercial de *Stevia*, como descrito en la literatura existente. Además, dirigirán su potencial de mercado como edulcorante alrededor del mundo, así como evaluarán la capacidad de producción de la planta en la región de los Yungas de Bolivia, al comparar su clima y topografía al hábitat natural de la *Stevia*.

Prueba I-1 Cronograma para el desarrollo de *Stevia rebaudiana*

1887 – Antonio Bertoni por primera vez documenta el uso de la hierba dulce en Paraguay y la nombra *Eupatorium rebaudianum* Bertoni

1905 – Bertoni vuelve a designar la hierba dulce al género *Stevia*

1909 – Se informó que la *Stevia* fue cultivada con éxito en Paraguay

1931 – Dos químicos franceses, Bridel y Lavieille, extrajeron stevioside en cristales, de las hojas de *Stevia*.

1941 – Stevia was sought as an alternative sweetener for Great Britain due to a sugar shortage resulting from German blockades

1945 - L.A. Gattoni outlined a commercial production process for extracting stevioside

1954 – The Japanese began intensive research on Stevia, and began growing it in a controlled environment

1964 – First reports of commercial cultivation of Stevia in Paraguay

1975 – Modern testing on the safety of Stevia was done on by a Japanese scientist, Dr. Yoko Yama

1977 – The artificial sweetener saccharin was found to be mutagenic and temporarily banned

1984 – New evidence was presented indicating that steviol is mutagenic in the presence of activating substances

1991- FDA issued an import ban on Stevia leaves into the U.S.

1994 – Section three of the Dietary Supplement Health and Education Act of 1994 prohibited the FDA from classifying dietary supplements as food additives.

1995 – The FDA Import Alert on Stevia was revised to allow Stevia as a food ingredient in foods in the absence of labeling specifying that Stevia will be used for technical effect (as a sweetener)

1941 – Se buscó a la Stevia como un edulcorante alternativo para Gran Bretaña debido a la escasez de azúcar debido a los bloqueos alemanes.

1945 - L.A. Gattoni describió un proceso de producción comercial para extraer la stevioside

1954 – Los japoneses comenzaron a investigar la Stevia de manera intensiva, y comenzaron a cultivarla en un ambiente controlado.

1964 – Los primeros informes del cultivo comercial de Stevia en Paraguay

1975 – Se llevaron a cabo pruebas modernas sobre la seguridad de Stevia por el científico japonés, Dr. Yoko Yama

1977 – Se encuentra que el edulcorante artificial sacarína es mutagénico y es temporalmente prohibida.

1984 – Se presentó nueva evidencia indicando que el steviol es mutagénico en presencia de sustancias activantes.

1991- La FDA ha emitido una prohibición importante sobre las hojas de Stevia en los Estados Unidos.

1994 – La sección tres del Decreto sobre Suplementos Dietéticos en Salud y Educación de 1994, prohíbe a la FDA de clasificar suplementos dietéticos como aditivos de alimentos.

1995 – La Alerta de Importación de la FDA sobre la Stevia fue revisada para permitir la Stevia como un ingrediente alimenticio en alimentos, si no existiese una etiqueta que especifique que la Stevia será utilizada para otros efectos técnicos (como edulcorante).

SECTION II

Properties of Stevia

A. Chemical Properties

Of the 154 known members of the genus Stevia, *Stevia rebaudiana* is one of only two that produce sweet steviol glycosides, and the only one sweet enough to be called “the sweet herb.” In the 1970s, Japanese scientists isolated and identified a total of seven

SECCIÓN II

Propiedades de Stevia

A. Propiedades Químicas

De los 154 miembros conocidos del género Stevia, *Stevia rebaudiana* es uno de sólo dos que producen los glucósidos dulces de steviol, y el único lo suficientemente dulce como para ser nombrado “hierba dulce”. En la década de 1970, los científicos japoneses aislaron e identificaron

chemonics international inc.

glycosides that act as sweetening constituents in *Stevia rebaudiana*. Stevioside, rebaudioside A, rebaudioside C and dulcoside are the most predominant, and research to date has focused primarily on these four glycosides.

Stevioside was the first sweet glycoside to be identified, and is the most highly concentrated at around 10% of total leaf weight. Rebaudioside A was later identified, and found to be the least astringent, the least bitter, and to have the least persistent aftertaste. Rebaudioside A has the most favorable sensory attributes overall of the four major steviol glycosides. A positive correlation exists between stevioside and rebaudioside A, and the concentration level of rebaudioside A ranges anywhere from 25 to 54% relative to stevioside. (5). A clear objective of breeding work in the future is to increase overall glycoside levels, particularly rebaudioside A, in *Stevia* leaves.

Sweeteners derived from *Stevia* have been found to be non-caloric, or to have no calories. While this property seems to give promise that *Stevia* could be the coming of age sweetener for diabetics and those seeking to limit their calorie intake, the FDA believes that this is not justification for GRAS status because there is so much still unknown about the long-term health impacts of *Stevia* consumption. Being non-caloric, *Stevia* does not provide energy to the body like sugar. The lack of nutritional content found in the plant has also contributed to its inability to gain FDA endorsement as a safe sugar substitute.

It appears that sufficient genetic variability exists to make significant genetic gains in leaf yield, rebaudioside A content and the overall proportion of rebaudioside A to stevioside (3). Exhibit II-1 shows the percentage heritability, or the ability of the plant to inherit

un total de siete glucósidos que actúan como siete componentes de *Stevia rebaudiana*. El Stevioside, rebaudiosido A, rebaudiosido C y el dulcosido son los más predominantes, y la investigación a la fecha se ha enfocado principalmente en estos cuatro glucósidos.

Stevioside fue el primer glucósido dulce a ser identificado, y tiene la más alta concentración de alrededor del 10% del total del peso de la hoja. Rebaudiosido A fue identificado luego, y se encontró que era el menos astringente, el menos amargo, y la planta con el menor sabor persistente. El Rebaudiosido A tiene los atributos sensoriales más favorables en general, de los cuatro glucósidos más importantes del steviol. Una correlación positiva se puede observar entre el stevioside y el rebaudiosido A, y el nivel de concentración de rebaudiosido A oscila entre el 25 al 54% relativo al stevioside (5). Un objetivo claro del trabajo de reproducción en el futuro es el incrementar los niveles generales de glucósidos, especialmente de rebaudiosido A en las hojas de la *Stevia*.

Los edulcorantes derivados de *Stevia* han sido sin calorías. Mientras que esta propiedad parece dar una promesa que la *Stevia* podría estarse desarrollando en el nuevo edulcorante para diabéticos y para aquellos que buscan limitar su insumo de calorías, la FDA cree que esta no es justificación para el estatus de GRAS, debido a que existe todavía tanto por conocer acerca de los impactos de salud a largo plazo del consumo de *Stevia*. Siendo libre de calorías, *Stevia* no proporciona la misma energía al cuerpo que el azúcar. La falta de contenido nutritivo de la planta también ha contribuido a su inhabilidad para ganar el visto bueno de la FDA como sustituto del azúcar.

Pareciera ser que existe la suficiente variedad genética para llevar a cabo las suficientes ganancias genéticas en el rendimiento de las hojas, el contenido de rebaudiosido A y la proporción general de rebaudiosido A a stevioside (3). La Prueba II-1 demuestra el

traits from the parent plant through seed propagation, of *S. rebaudioside* traits as found by Brandle and Rosa. This strong heritability tendency gives promise that improved varieties of Stevia may be developed in the future to allow for improved production systems, increased yields, improved seed quality and increased germination rates.

B. Agricultural Properties

A member of the Compositae family, Stevia is a small, shrubby plant growing up to 65 cm tall in the wild. Its leaves are elongated (lanceolate to oblanceolate), serrated above the middle, oppositely arranged and attached to the stem. *Stevia rebaudiana* is a perennial in its natural state, or living year-round, but is grown as an annual outside of its natural habitat.

B1. Production Areas

Although cultivation of Stevia as an experimental crop has occurred in a number of countries, including the United States and Canada, the main producers of Stevia are Japan, China, Taiwan, Thailand, Korea, Brazil, Malaysia and Paraguay.

Stevia rebaudioside is native to the valley of the Rio Monday in the highlands of Paraguay, between 21 and 26 degrees S latitude, at an elevation of about 650 feet. Stevia occurs naturally in sandy soil near streams, or in marshes with shallow water tables. This allows growth sites to remain moist without prolonged inundation of water. Native soils are slightly acidic. The climate of their natural habitat can be characterized as semi-humid subtropical, with temperature extremes from 21 to 110 degrees Fahrenheit. Average annual temperature is 75 degrees Fahrenheit, and average rainfall is about 55 inches per year (8).

porcentaje de transmisión hereditaria, o la habilidad de la planta de heredar características de la planta madre a través de la propagación de semillas, de las características de *S.*

rebaudioside como encontradas por Brandle y Rosa. Esta transmisión hereditaria tan fuerte promete que las variedades mejoradas de Stevia podrían ser desarrolladas a futuro para permitir sistemas de producción mejorada, mayores retornos, una mejora en calidad de semillas, e índices mejorados de calidad de e índices de germinación.

B. Propiedades Agrícolas

Miembro de la familia Compositae, Stevia es una planta pequeña en forma de arbusto que crece hasta 65 centímetros de alto en forma salvaje. Sus hojas son alargadas (lanceoladas hacia oblanceoladas), serradas encima de la línea del medio, colocadas en el lado opuesto y sujetas al tallo. *Stevia rebaudiana* es un peréne en su estado natural, que vive año redondo pero no se cultiva como cultivo anual, fuera de su hábitat natural.

B1. Áreas de Producción

A pesar que el cultivo de Stevia como cosecha experimental ha ocurrido en varios países, incluyendo los Estados Unidos y Canadá, los principales productores de Stevia son Japón, China, Taiwan, Tailandia, Korea, Brasil, Malasia y Paraguay.

Stevia rebaudioside es una planta nativa del valle del Río Monday en la sierra del Paraguay, entre 21 a 26 grados S latitud, a una altura de cerca de 650 pies. Stevia crece naturalmente en terreno arenoso cerca de riachuelos, o en pantanos con líneas de agua sin profundidad. Esto permite que los sitios de crecimiento permanezcan húmedos sin una inundación prolongada de agua. Los suelos nativos son levemente acídicos. El clima de su hábitat natural puede ser caracterizado como subtropical, semi-húmedo, con extremos en temperatura de 21 a 110 grados Fahrenheit. La temperatura promedio anual es de 75 grados

Fahrenheit, y la caída de lluvias promedio es de cerca de 55 pulgadas por año (8).

B2. Potential for Production in Bolivia

At a glance, it appears that some of the mountain areas of Bolivia, where temperatures and rainfall amounts vary considerably, could allow for the production of Stevia. The Yungas is the most cloudy, humid and rainy area, receiving up to 59 inches annually. Sheltered valleys and basins throughout the Cordillera Oriental have mild temperatures and moderate rainfall. Temperatures drop with increasing elevation, however, and a permanent snow line exists at 15,000 feet. Ideal temperatures for growing Stevia can be found in areas at elevations up to 7,000 feet. Soils are suitable for production, and the region becomes swampy during the humid season of December through February. It is safe to say that Stevia could be grown as an annual crop in some of the sheltered valleys and basins throughout the Yungas, but the lack of transportation infrastructure through the steep almost inaccessible slopes and peaks would increase the already high cost of production of Stevia.

B3. Production Challenges

A range of difficulties in producing Stevia have slowed progress toward large-scale commercialization. Stevia does not compete well with other plants, nor does it tolerate water stress or salinity in soils. In addition, Stevia is susceptible to two fungal diseases, *Septoria steviae* and *Sclerotinia sclerotiorum*. The former results in lesions that spread rapidly, reducing yields, while the latter wilts the plants to the point of eventual collapse.

Although the reproductive anatomy of the male and female gametophytes¹ is typical for

B2. Potencial para la Producción en Bolivia

A primera vista, pareciera que algunas de las zonas montañosas de Bolivia, donde las temperaturas y la caída de lluvias varían considerablemente, podrían justificar la producción de Stevia. Los Yungas son la zona más nublada, húmeda y lluviosa, recibiendo hasta 59 pulgadas anuales de lluvia. Los valles y las cuencas protegidos a través de la Cordillera Oriental tienen temperaturas medias y una caída de lluvias moderada. Las temperaturas caen con la elevación creciente, sin embargo, y existe una línea de nieve permanente a 15,000 pies. Las temperaturas ideales para cultivar Stevia se pueden encontrar a elevaciones de hasta 7,000 pies. Los suelos son adecuados para la producción y la región se vuelve algo pantanosa durante la estación húmeda de diciembre a febrero. Es seguro poder decir que Stevia puede ser cultivada como una cosecha anual en algunos de los valles y cuencas protegidos a lo largo de todo Yungas. Sin embargo, la falta de infraestructura de transporte a lo largo de pendientes fuertísimas y picos casi inaccesibles, incrementaría el costo ya alto de producción de Stevia.

B3. Retos de Producción

Una serie de dificultades en la producción de Stevia han perjudicado el progreso hacia una comercialización en gran escala. La Stevia no compite bien con otras plantas, ni tolera la presión de aguas o la salinidad de los suelos. Asimismo, Stevia es susceptible a dos plagas de hongos: *Septoria steviae* y *Sclerotinia sclerotiorum*. El primero resulta en lesiones que se propagan rápidamente, reduciendo retornos, mientras que el primero marchita las plantas hasta el punto de un colapso eventual.

A pesar que la anatomía reproductiva de los gametofitos¹ machos y hembras es típica para

¹ El gametofito es la fase de producción de gametos, o la generación de órganos

angiosperms², self-pollination rarely occurs, even under controlled conditions.

Challenges for the development of *Stevia rebaudiana* as a feasible commercial crop

1. Need for seeds with germination rates adequate for commercial production
2. Need for varieties that are more resistant to stress, plant competition and disease
3. Need to increase yields through increased steviol levels in leaves and increased leaf to stem ratios
4. Need for developed production systems, including large-scale harvest and handling procedures
5. Obtaining GRAS status from FDA

Stevia seeds range in color from black to a light, almost clear tan color. Studies have shown that the darker seeds tend to have higher germination rates for pollination treatments by hand, insects and wind, than do the lighter tan seeds. One study conducted by Goettemoeller and Ching (1999), showed that the seed viability of the black seeds based on tetrazolium chloride to be 76.7% with a standard deviation of plus or minus 23.1 compared to a viability of 8.3% with a standard deviation of plus or minus 10.4 for the tan seeds under ideal conditions. Rarely have germination rates higher than 50% occurred in the field, and experts agree on the need to improve production of viable seeds.

Production of a viable seed for commercial production has proven extremely difficult.

los angiospermas², la auto polinación ocurre solo rara vez, aún bajo condiciones controladas.

Retos para el desarrollo de *Stevia rebaudiana* como una cosecha comercial factible

1. La necesidad de semillas con índices de germinación adecuados para la producción comercial
2. La necesidad de variedades que son más resistentes al estrés, la competencia de las plantas y las enfermedades.
3. La necesidad de incrementar retornos a través del incremento de los niveles de steviol en las hojas y en los índices de hoja a tallo
4. La necesidad de desarrollar sistemas de producción, incluyendo procedimientos de cosecha y manejo a gran escala
5. Obteniendo el estatus GRAS de la FDA.

Las semillas de Stevia varían en color de negro hasta un café claro casi beige. Los estudios han demostrado que las semillas más oscuras tienden a tener índices más altos de germinación para los tratamientos de polinación a mano, por medio de los insectos y el viento, que los índices de las semillas más claras. Un estudio llevado a cabo por Goettemoeller y Ching (1999), mostró que la viabilidad de las semillas negras basadas en clorido de tetrazolium es de 16.7% con una desviación estándar de más o menos 23.1, en comparación con una viabilidad de 8.3% con una desviación estándar de más o menos 10.4 para las semillas cafés bajo condiciones ideales. Raramente han ocurrido índices de germinación más altos del 50% en el campo, y los expertos acuerdan sobre la necesidad de mejorar la producción de semillas viables.

La producción de una semilla viable para su uso comercial ha probado ser extremadamente

sexuales, en una planta caracterizada por la alternabilidad de generaciones.

² El angiosperma es una planta que produce semillas, cuyos óvulos se encuentran encapsulados en un ovario, una planta que florece.

Most of the plants alive in the wild are survivors of plants from previous years, which have been naturally propagated by animals or severe weather. Vegetative propagation, or asexual reproduction using a cutting from a parent plant, is practical for small-scale production, but it is too labor intensive to be feasible for commercial production of Stevia. Costs associated with vegetative propagation are very high, leaving seed propagation as the only viable alternative for commercial production (2).

Stevia is an obligate short-day plant with a critical day length of about 13 hours, and plants can initiate flowering after four true leaves have been produced. Stevia is typically harvested at the beginning of its flowering cycle, when the leaf weight is greatest and glycoside content is at its peak. Short days promote flowering of the Stevia. Long days improve leaf yields and leaf stevioside contents. Therefore, growing plants in temperate areas with long summer days would favor high stevioside yields, but seed production would be difficult (8).

difícil. La mayoría de las plantas que viven en su estado natural, son sobrevivientes de plantas de anteriores años, y han sido propagadas naturalmente por animales o por condiciones climáticas severas. La propagación vegetativa, o la reproducción asexual utilizando un gajo de una planta madre, resulta práctica para la producción en pequeña escala, pero es demasiado intensiva en mano de obra para ser factible en la producción comercial de Stevia. Los costos asociados con la propagación vegetativa son muy altos, lo cual deja a la propagación de semillas como la única alternativa viable para la producción comercial (2).

Stevia es una planta asignada de corta duración diaria con una duración diaria crítica de cerca de 13 horas, y las plantas pueden iniciar su brote de flores luego de que se han producido cuatro hojas. Stevia se cosecha típicamente al principio de su ciclo de florecimiento, cuando el peso de las hojas está a un máximo y el contenido de glucósidos se encuentra a un máximo también. Los días cortos incentivan el florecimiento en la Stevia. Los días largos mejoran el rendimiento de las hojas y los contenidos de stevioside de las mismas. Por tanto, las plantas en crecimiento en zonas templadas con días largos de verano podrían favorecer altos rendimientos de steviosides, sin embargo, la producción de semillas sería difícil (8).

Leaf yields of 2,850 kg/ha with a stevioside concentration of 105 mg/g, or the equivalent of 66.2 tons per hectare of sugar, have been achieved under controlled conditions in Canada. Average cost of production has been calculated to be \$8,500/ha, with the major cost being propagation and transplant costs. An estimated 2,200 kg/ha of dried leaves is required to break-even on a Stevia crop (6).

Se ha alcanzado un rendimiento de las hojas de 2850Kg./ha. en Canadá, bajo condiciones controladas, con una concentración de 105 mg./g. de stevioside, o el equivalente de 66.2 toneladas por hectárea de azúcar. El costo promedio de producción ha sido calculado en \$8,500/ha. el costo mayor siendo el de propagación y transplantes. Una estimación de 2,200 kg./ha. de hojas secas se requiere para cubrir los costos en una cosecha de Stevia (6).

C. Sensory Properties

Stevia's sweetness intensity depends on the varying concentration levels of glycosides in the leaves. As shown in Exhibit II-2, typical concentrations of the major glycosides in leaves found in their native habitat, on a dry weight basis, are 9.1% stevioside, 3.8% rebaudioside A, 0.6% rebaudioside C and 0.3% dulcoside (3). It is typical for glycosides to make up from 10 to 20 % of the dry leaf weight, and the wide range of genetic variability in Stevia suggests that advances can be made in glycoside concentration through improved breeding practices.

C. Propiedades Sensoriales

La intensidad en dulzura de Stevia depende de los niveles variables de concentración de glucósidos en las hojas. Como se demuestra en la Prueba II-2, las concentraciones típicas de los principales glucósidos encontrados en las hojas, en un hábitat natural y en base a una base de peso seco, son de 9.1% stevioside, 3.8% rebaudiosido A, 0.6% rebaudiosido C y 0.3% dulcosido (3). Es muy común que los glucósidos conformen de un 10 a un 20% del peso seco de las hojas, y la amplia gama de variabilidad genética de Stevia sugiere que pueden llevarse a cabo avances en la concentración de glucósidos, a través de mejoras en las prácticas de reproducción.

Exhibit II-2. Natural Concentration and Sweet Intensity of 4 Major Glycosides

Source: Brandle, Starrat and Gijzen. Stevia rebaudiana. 1998

Prueba II-2. Concentración Natural e Intensidad de Dulzura de 4 Glucósidos Principales.

Fuente: Brandle, Starrat y Gijzen. Stevia rebaudiana. 1998.

Properties of Stevia. Section II-XIII	Natural Leaf Concentration	Times Sweeter than Sucrose	Propiedades de Stevia. Sección II-XIII	Concentración en la Hoja Natural	Veces Más Dulce que la Sucrosa
Steviol Glycoside	9.1%	110 to 270	Glucósido Steviol	9.1%	110 a 270
Rebaudioside A	3.8%	150 to 320	Rebaudiosido A	3.8%	150 a 320
Rebaudioside C	0.6%	40 to 60	Rebaudiosido C	0.6%	40 a 60
Dulcoside	0.3%	About 30	Dulcosido	0.3%	Cerca de 30

While the relative sweetness intensities of all four major steviol glycosides have been documented, only stevioside and rebaudioside A have had their sensory properties well characterized. Each constituent was tested and found to be both heat and pH stable, but further testing is necessary to determine how the glycosides react or break down over time when used as food ingredients.

Stevia can be consumed in a variety of forms, each with its own distinct flavor and sweetness. In its most natural form, Stevia leaves will impart a sweet, licorice-like flavor. As Stevia becomes more refined, the sweetness intensifies and the licorice flavor subsides. Drying and crushing the leaves is the next level of refinement. Further refinement forms come in white powdered extracts or liquid concentrates obtained by boiling the leaves in water. The sweetness and flavor varies depending on the quality of plants used and the level of refinement. Greater refinement on higher quality plants will result in less aftertaste.

D. Safety Issues

Stevia proponents have long contended that no adverse health effects have been reported from Stevia in Japan, despite decades of daily consumption of products containing the sweetener. The FDA counters that not enough is known about Stevia to consider it safe for regular consumption by the public at this time, and despite reports of numerous studies attempting to illustrate the safety of Stevia, evidence presented thus far has been weak and it will take years of research to fully understand its long-term effects.

Mientras que las intensidades en dulzura relativas de los cuatro principales glucósidos del steviol han sido documentados, solamente se han caracterizado adecuadamente las propiedades sensoriales de stevioside y rebaudiosido A. Cada componente fue examinado y se encontró que eran estables tanto al calor como en su contenido de pH, pero se requieren mayores pruebas para determinar cómo reaccionan o se dividen los glucósidos a través del tiempo y cuándo se los utiliza como ingredientes de cocina.

La Stevia se puede consumir de una variedad de maneras, cada una con un sabor y una dulzura que la distingue. En su forma más natural, las hojas de Stevia tienen un sabor dulce, parecido al palo dulce, o dulce de regaliz. A medida que la Stevia se refina más, la dulzura se intensifica y el sabor a palo dulce disminuye. El secar y aplastar las hojas es el siguiente nivel de refinamiento. Otras formas más sofisticadas de refinamiento vienen en extractos de polvo blanco o concentrados líquidos obtenidos al hervir las hojas en agua. La dulzura y sabor varía dependiendo de la calidad de las plantas utilizadas y el nivel de refinamiento. Un mayor refinamiento en las plantas de mayor calidad, resultará en un menor dejo.

C. Problemas de Seguridad

Los proponentes de Stevia han argumentado que no se ha reportado ningún efecto adverso a la salud por parte de Stevia en el Japón, a pesar de décadas de consumo diario de productos que contienen este edulcorante. La FDA responde que aún no se sabe lo suficiente sobre Stevia para considerarla como segura para su consumo regular por el público, y a pesar de los informes de numerosos estudios que intentan ilustrar la seguridad en el consumo de Stevia, las pruebas presentadas hasta ahora han sido débiles y tomará años de investigación el poder plenamente comprender los efectos a largo plazo del consumo de esta planta.

Exhibit III-1. Japanese applications for Stevia

Prueba III-1. Las aplicaciones Japonesas para Stevia

Los procesadores japoneses de comida utilizan

Japanese food processors use Stevia with salty foods, where stevioside has been shown to suppress the pungency of sodium chloride. Stevia commonly occurs in pickled vegetables, dried seafoods, soy sauce and miso products, beverages, candies, gums, baked goods, cereals, yogurt, ice cream, toothpastes & mouthwashes. Significant portions of Japanese Stevia are also consumed directly as a tabletop sweetener.

SECTION III

Markets for Stevia

8154230882 Current Markets
Stevia is not approved as a sweetener in the United States, Canada, or the European Union.

Usage of Stevia extracts for sweetening purposes commonly occurs in Japan, while groups in the native areas of Paraguay and Brazil continue to use Stevia products as well.

At the moment there is no commercial production of Stevia, and companies are seeking a product that is less expensive to produce.

A1. Japan

The most widespread consumption of Stevia products is in Japan. The Japanese government banned the use of certain artificial sweeteners due to health concerns in the late 1960s, and the use of Stevia as a natural alternative increased dramatically. In 1987, a total of 1700 metric tons of Stevia leaves were harvested to yield an estimated 190 tons of Stevia extract. By 1988, extracts of Stevia had captured 41% of the value of the Japanese high-potency sweetener market, most of which was processed through eleven major Stevia manufacturers who formed the Stevia Association of Japan. As shown in Exhibit III-1, Stevia is a regular part of the everyday diet

Stevia con comidas saladas, ya que se ha demostrado que el stevioside suprime el sabor agrio del cloruro de sodio. Stevia es utilizada comúnmente en verduras al escabeche, comida de mar deshidratada, salsa soya y productos de miso, bebidas, caramelos, chicles, respostería, cereales, yogurt, helados, pastas dentales y enjuagues bucales. Una parte importante de la Stevia japonesa también se consume directamente como un edulcorante de mesa.

SECCIÓN III

Mercados para Stevia

Mercados Actuales

Stevia no ha sido aprobada como un edulcorante en los Estados Unidos, Canadá, ni en la Unión Europea. El uso de extractos de Stevia como edulcorantes es una ocurrencia común en Japón, mientras que grupos en las zonas nativas del Paraguay y Brasil también continúan utilizando productos de Stevia. En este momento, no existe una producción comercial de Stevia, y las compañías se encuentran a la busca de un producto que sea más económico en su producción.

A.1 Japón

El consumo más grande de productos de Stevia es en el Japón. El gobierno japonés prohibió el uso de ciertos edulcorantes artificiales debido a problemas de salud a fines de la década de 1960, y el uso de Stevia como una alternativa natural creció dramáticamente. En 1987, un total de 1700 toneladas métricas de hojas de Stevia fueron cosechadas para rendir un estimado de 190 toneladas de extracto de Stevia. Para 1988, los extractos de Stevia habían capturado el 41% del valor del mercado japonés de edulcorantes de alta potencia, la mayor parte del cual fue procesado a través de once principales productores, que forman la Asociación de Stevia del Japón. Como se

in Japan, occurring in everything from ice cream to toothpaste (7).

A2. Paraguay and Brazil

Stevia rebaudiana has been used to sweeten beverages in Paraguay by native tribes since well before colonization by the Spaniards in the sixteenth century. Although still not officially approved for sale by the government, Stevia is commonly used in Paraguay and is said to act as a contraceptive (although scientific evidence does not support this) and to treat diabetes in addition to acting as a sweetener. *Stevia rebaudiana* has been approved for sale in Brazil since 1980, and is said to have a number of applications ranging from a treatment of diabetes to dilating blood vessels.

2. Restrictions

Stevia is not an approved food additive nor affirmed as GRAS (Generally Recognized As Safe) in the U.S. In May of 1991, the FDA issued an import alert against Stevia leaves, stevioside and other extracts, virtually banning its use in the U.S. Due to ongoing global concerns about the safety of Stevia, the Canadian Food Inspection Agency (CFIA), the Commission of the European Communities, European Parliament and all member states have imposed restrictions against placing Stevia products on the market as a food or food ingredient. Only Japan and Brazil have approved Stevia for sale at this time.

George Pauli, Associate Director for Science & Policy of the Office of Food Additive Safety in FDA, cited in a telephone interview with the author that the grounds put forth by herbal interest groups in favor of lifting the import alert on Stevia are very weak. "Lack of

demuestra en la Prueba III-1, Stevia es una parte regular de la dieta diaria en Japón, y se presenta en todo, desde helados hasta pastas dentales (7).

A. 2 Paraguay y Brasil

Stevia rebaudiana ha sido utilizada para endulzar bebidas en el Paraguay por las tribus nativas desde mucho antes de la colonización española en el siglo dieciséis. A pesar que aun no se encuentra oficialmente aprobada para su venta por el gobierno, Stevia se utiliza comúnmente en el Paraguay y se dice que actúa como contraceptivo (a pesar que la evidencia científica no apoya este hecho) y para tratar la diabetes, además de ser utilizado como edulcorante. *Stevia rebaudiana* ha sido aprobada para ser vendida en el Brasil desde 1980, y se dice que tiene un gran número de aplicaciones, desde el tratamiento para la diabetes, hasta la dilatación de los vasos sanguíneos.

2. Restricciones

La Stevia no ha sido aprobada ni afirmada como GRAS (Generalmente Reconocida como Segura) en los Estados Unidos. En mayo de 1991, la FDA emitió una alerta contra la importación de hojas de Stevia, stevioside y otros extractos a los Estados Unidos, prácticamente prohibiendo su uso en ese país. Debido a la preocupación global acerca de la seguridad de Stevia, la Agencia Canadiense de Inspección de Alimentos (CFIA), la Comisión de las Comunidades Europeas, el Parlamento Europeo y todos los estados miembros han impuesto restricciones contra la colocación productos de Stevia en el mercado como alimentos, o ingredientes de alimentos. Solamente Japón y Brasil han aprobado la venta de Stevia actualmente.

George Pauli, Director Asociado para Ciencias y Políticas de la Oficina para la Seguridad de Aditivos Alimenticios de la FDA, citado en una entrevista telefónica con el autor, adujo que los argumentos postulados por los intereses de los grupos herbales a favor de terminar la alerta de

evidence that Stevia is unsafe is certainly not conclusive evidence that it is safe,” Pauli contends.

April 23, 1992, the American Herbal Products Association (AHPA) submitted a petition to the FDA challenging the food additive classification with extensive documentation of safe historical use of Stevia. They contended that Stevia is a food, not a food additive, and given its prior safe use as a food in other regions of the world, it should be exempt from food additive status. This claim was supported by a safety review authored by Dr. A. Douglas Kinghorn, one of the world’s leading authorities on plant derived sweeteners, stating that based on the preponderance of historical and toxicological data, Stevia is safe for normal food use.

Additional historical use data was later presented by AHPA, and section three of the Dietary Supplement Health and Education Act of 1994 (DSHEA) subsequently prohibited the FDA from classifying dietary supplements as food additives (1).

In 1995, a revision was made to FDA import alert on Stevia that reads as follows:

“If Stevia is to be used in a dietary supplement for a technical effect such as a sweetener or flavoring agent, and is labeled as such, it is considered an unsafe food additive. However, in the absence of labeling specifying that Stevia is being or will be used for a technical effect, use of Stevia as a dietary ingredient in a dietary supplement is not subject to the food additive provisions of the FD&C” (FDA 1995).

la importación de Stevia son muy débiles. “La falta de evidencia que prueba que la Stevia no es segura, ciertamente no representa una prueba contundente de que sí es segura”, estipula Pauli.

El 23 de abril de 1992, la Asociación Americana de Productos Herbales (AHPA) sometió una petición a la FDA apelando la clasificación de Stevia como aditivo alimenticio, con extensos documentos sobre el uso histórico seguro de la misma. Argumentaron que Stevia es un alimento, y no un aditivo alimenticio, y que dada su historia previa de su seguro como alimento en otras regiones del mundo, debería cesar su estatus como aditivo alimenticio. Esta apelación fue apoyada por un informe de seguridad por el Dr. A. Douglas Kinghorn, una de las autoridades mundiales sobre edulcorantes derivados de plantas, en el cual se estipulaba que en base a la preponderancia de datos históricos y toxicológicos, la Stevia es segura para su consumo normal como alimento.

Se presentaron datos adicionales históricos del uso de Stevia por AHPA, y la sección tres del Decreto sobre Suplementos Dietéticos en Salud y Educación de 1994 (DSHEA) más adelante prohibió a la FDA de clasificar suplementos dietéticos como aditivos de alimentos (1).

En 1995, se llevó a cabo una revisión a la alerta de importación de Stevia, que lee como sigue:

“ Si Stevia va a ser utilizada como un suplemento dietético para un efecto técnico, tal como es un edulcorante o agente que otorga sabor a una preparación, se considera que Stevia es un aditivo alimenticio no seguro. Sin embargo, en la ausencia de un aviso que especifique que Stevia se utiliza o se utilizará para un efecto técnico, el uso de Stevia como ingrediente en la dieta en un suplemento dietético no se somete a las disposiciones de aditivos alimenticios de la FD&C” (FDA 1995).

According to the revised alert, available toxicological information on Stevia is inadequate to demonstrate its safety as a food additive or to affirm its status to GRAS. However, with regard to its use in dietary supplements, dietary ingredients, including Stevia, are not subject to FDA food additive regulations.

SECTION IV

Conclusions

Bolivia shares its borders with both Paraguay and Brazil, where Stevia was discovered in the wild. Some parts of the Yungas region closely resemble the native habitat of Stevia, so the possibility exists that it could be grown as a crop in that region. High production costs relative to expected yields, however, as well as a lack of developed production and handling systems and the inability of others to produce the crop profitably to date suggests that the timing may not be right for such an endeavor.

Viable seed supplies have not been developed for Stevia production and clonal propagation is required for production of new plants. This is a very labor-intensive process, and depending on the labor situation in Bolivia, it might be feasible to begin cultivating Stevia if the ideal production climate is found for the plant to be grown as a perennial. By cultivating Stevia as a perennial, propagation costs would only be incurred once, significantly reducing production costs in subsequent years. More research should be done on the maintenance of stevia as a perennial crop since no literature on the subject was available for inclusion in this paper.

De acuerdo a esta alerta revisada, la información toxicológica disponible sobre Stevia es todavía poco adecuada para demostrar su seguridad como aditivo alimenticio o afirmar su estatus como GRAS. Sin embargo, en referencia a su uso en suplementos dietéticos, los ingredientes dietéticos, incluyendo a Stevia, no son sujetos a las regulaciones de aditivos de la FDA.

SECCIÓN IV

Conclusiones

Bolivia comparte sus fronteras tanto con Paraguay como Brazil, donde Stevia fue descubierta como planta silvestre. Algunas partes de la región de los Yungas son muy similares al hábitat natural de Stevia, así que la posibilidad existe de que pudiese ser cultivada como una cosecha en esta región. Sin embargo, los altos costos de producción relativos a los rendimientos esperados, así como la falta de desarrollo en sistemas de producción y de manejo, y la inhabilidad de otros para producir esta cosecha de manera rentable a la fecha, sugiere que este no es el momento adecuado para iniciar esta empresa.

No se han desarrollado suministros de semillas viables para la producción de Stevia, y se requiere su propagación por medio de clonación para la producción de nuevas plantas. Este es un proceso que requiere un trabajo intensivo, y dependiendo de la situación laboral en Bolivia, podría ser factible el comenzar a cultivar Stevia si el clima ideal de producción se encuentra para que la planta se cultive como peréne. Al cultivar la Stevia como peréne, sus costos de propagación se llevarían a cabo solo una vez, de esta manera reduciendo de manera significativa los costos de producción en los siguientes años. Se deberá llevar a cabo una mayor investigación sobre el mantenimiento de Stevia como cultivo peréne, ya que no existe ninguna literatura sobre este tema, para su inclusión en este trabajo.

It is doubtful that Stevia will be able to break into sweetener markets and become prevalent in the United States or Europe in the near future. The FDA reports that little has happened with regards to policy on Stevia since 1995, when the Import Alert of 1991 was amended to allow Stevia as a food ingredient, as long as it is not labeled for technical effect as a sweetener. Despite occasional petitions by the herbal industry to lift the existing import alert on Stevia, the issue seems to have lost momentum in recent years. Sources at FDA indicate that if Stevia were pushed to the forefront of their policy-making agenda today, it would still take years of research and testing on long-term health effects for it to attain GRAS status.

Recommendations

Given the present uncertain markets for Stevia and its difficult production history, the author presents the following recommendations:

Stevia products are approved for sale in Japan and Brazil, and it is recommended that further market research be done to determine how much is currently consumed, what form is most common, the actual market price, and from where those markets are supplied. This would help to quantify the potential market for Stevia produced in Bolivia.

Since little has been written about current Stevia production in Bolivia, further field research is in order to determine if the climate and topography has allowed for Stevia production in the past, and could do so in the future.

If after this baseline analysis, it is found that markets exist and it appears that the Valleys

Es aún dudoso si Stevia podría abrirse campo en los mercados de edulcorantes hasta prevalecer en los Estados Unidos o Europa en un futuro cercano. La FDA informa que no ha pasado mucho en cuanto a la política de Stevia desde 1995, cuando la Alerta de Importaciones de 1991 fue enmendada para permitir que Stevia se establezca como ingrediente alimenticio, siempre y cuando no sea etiquetada para efectos técnicos como edulcorante. A pesar de pedidos ocasionales por parte de la industria herbal para cesar con esta alerta de importación contra Stevia, el problema parece haber perdido impulso en los últimos años. Algunas fuentes en la FDA indica que si Stevia fuese puesta a la vanguardia de la agenda de políticas hoy, todavía tomaría años de investigación y pruebas sobre efectos de salud a largo plazo, para que la planta adquiriera el estatus GRAS.

Recomendaciones

Dados los mercados inciertos actuales para Stevia y su historia de una difícil producción, el autor presenta las siguientes recomendaciones:

Los productos Stevia han sido aprobados para su venta en el Japón y Brasil, y se recomienda que se lleve a cabo una mayor investigación de mercados para determinar cuánto se consume actualmente, qué forma es más común, el precio actual de mercado, y de dónde se suministran esos mercados. Esto ayudaría a cuantificar el mercado potencial para la Stevia producida en Bolivia.

Debido a que se ha escrito muy poco acerca de la producción actual de Stevia en Bolivia, se necesita una mayor investigación de campo para determinar si el clima y la topografía han permitido la producción de Stevia en el pasado, y si se permitiría la misma a futuro.

Si luego del análisis de línea de base, se encuentra que los mercados existen, y parecería

and Yungas regions could possibly produce Stevia to serve these markets, a more in-depth cost analysis should be conducted to determine whether pilot projects are in order.

que las regiones de los Valles y Yungas podrían posiblemente producir Stevia para servir a estos mercados, se debería llevar a cabo un análisis de costos más profundo, para determinar si los proyectos pilotos deberían implementarse o no.

ANNEX A

Bibliography

1. Blumenthal, M. "FDA Lifts Import Alert on Stevia," HerbalGram 35, p. 17-18.
2. Brandle, J.E., Starrat, A.N., and Gijzen, M., "Stevia rebaudiana: Its agricultural, biological and chemical properties," Canadian Journal of Science, p. 527-533.
3. Brandle, J.E. and Rosa, N. "Heritability for yield, leaf:stem ratio and stevioside content estimated from a landrace cultivar of *Stevia rebaudiana*," Can J. Plant Sci. 72: 1263-1266.
4. Goettemoeller, J. and A. Ching. 1999. "Seed Germination in *Stevia rebaudiana*," Perspectives on New Crops and New Uses, p. 510-511.
5. Kinghorn, A.D. and Soejarto, D.D. 1985. "Current Status of Stevioside as a Sweetening Agent for Human Use," Economic and Medical Plant Research, v.1 p.1-52.
6. Lester, T. "*Stevia rebaudiana*," The Australian New Crops Newsletter, Issue No 11, January 1999.
7. Richard, David. *Stevia Rebaudiana: Nature's Sweet Secret*. Bloomingdale, IL: Blue Heron Press, 1991.
8. Shock, C.C., "Rebaudi's Stevia: natural noncaloric sweeteners," California Agriculture, September-October, 1982.

ANEXO A

Bibliografía

1. Blumenthal, M. "La FDA Levanta la Alerta de Importación sobre la Stevia" HerbalGram 35, p. 17-18.
2. Brandle, J.E., Starrat, A.N., y Gijzen, M., "Stevia rebaudiana: Sus propiedades agrícolas, biológicas y químicas" Canadian Journal of Science, p. 527-533.
3. Brandle, J.E. y Rosa, N. "Transmisión hereditaria para el rendimiento, proporción de hoja a tallo y contenido de stevioside estimado, de un cultivo de *Stevia rebaudiana*," Can J. Plant Sci. 72: 1263-1266.
4. Goettemoeller, J. y A. Ching. 1999. "Germinación de Semillas en *Stevia rebaudiana*," Perspectives on New Crops and New Uses, p. 510-511.
5. Kinghorn, A.D. y Soejarto, D.D. 1985. "Estatus Actual de Stevioside como un Agente Edulcorante para Consumo Humano" Economic and Medical Plant Research, v.1 p.1-52.
6. Lester, T. "*Stevia rebaudiana*," The Australian New Crops Newsletter, Volumen No. 11, Enero 1999.
7. Richard, David. *Stevia Rebaudiana: El Dulce Secreto de la Naturaleza*. Bloomingdale, IL: Blue Heron Press, 1991.
8. Shock, C.C., "La Stevia de Rebaudi: edulcorantes naturales sin calorías," California Agriculture, septiembre-octubre, 1982.

¹ Gametophyte is the gamete producing phase, or generation having sex organs, in a plant characterized by alternation of generations

² Angiosperm is a seed-bearing plant whose ovules are enclosed in an ovary; a flowering plant