
CULTIVO Y PROCESO INDUSTRIAL DE LA ESTEVEIA

Endulzante Natural



**INGENIERÍA DE PROYECTOS AGROINDUSTRIALES
FRIO INDUSTRIAL, FABRICACIÓN DE MAQUINARIA
IMPORT & EXPORT**

Ingeniería de Proyectos Industriales

Ing. Byron Patricio Yáñez Herrera NIF: 49246698H

Zona Torrica, C/Médico Ant. Soler García, 4-1F, 30820 Alcantarilla (Murcia – España)

TEL.: 868 94 86 81 **MÓVIL:** 630 730 724 **E-mail:** byron@ingerymec.com

25 de febrero de 2014

TABLA DE CONTENIDO

1- INTRODUCCIÓN	3
2- CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	4
3- REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	5
3.1. Condiciones ambientales.....	5
3.2. Condiciones de Suelo.	5
3.3. Fertilización:	5
3.4. Siembra De La Estevia	6
3.5. Tratamientos.....	7
4- COSECHA Y POST COSECHA.....	8
4.1. Cosecha	8
4.2 Recomendaciones para el secado de las ramas.....	8
5- PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN.....	9
5.1. Descripción de los procesos	10
5.1.1. Tratamiento de la materia prima:	11
5.1.2. Fragmentación:	12
5.1.3. Extracción por Solventes Acuosa:	12
5.1.4. Filtración de los principios activos.....	13
5.1.5. Purificación	13
5.1.6. Cristalización -Secado - Molido, Mezclado Y Envasado	14
5.1.7. Envasado de la hoja seca Y Extracto Concentrado	15

CULTIVO Y PROCESO INDUSTRIAL DE LA ESTEVIA:

1 – INTRODUCCIÓN

La Estevia es una planta herbácea perenne, cuyas hojas molidas son 30 veces más dulces que el azúcar de caña y la hoja entera seca es 15 veces más dulce que el azúcar común, además de tener propiedades extremadamente favorables para la salud humana.

El principio activo de la Estevia es el esteviósido y el rebaudiósido, que son los glicósidos responsables del sabor dulce de la planta. Estos principios aislados son hasta 300 veces más dulces que la sacarosa.

La Estevia es una planta de origen tropical, tiene un comportamiento distinto del natural en climas mediterráneos, donde los días acortan mucho durante el otoño-invierno. Esta planta, cada primavera arranca otra vez con fuerza, rebrotando nuevos y numerosos brotes desde debajo de las raíces.



A partir de la primavera y casi hasta mediados de agosto, se puede reproducir por esquejes, si partimos de una buena variedad conservaremos siempre las propiedades medicinales. Por medio de este sistema, de una planta de Estevia que rebrote en primavera se puede hacer de 200 a 500 plantas, esquejando durante todo el tiempo que vegeta. Hay que tener en cuenta no plantar un rebrote que acabe en flor, porque nunca enraizaría. Las flores de la estevia nunca generan semillas con poder de germinación.

La Estevia es un cultivo innovador y muy rentable, presentando condiciones promisorias del mercado tanto nacional como internacional. El consumo ya sea como hierba o como productos industrializados, derivados de esta especie vegetal, se presenta muy interesante, pues está destinada a sustituir el uso de edulcorantes sintéticos como el Aspartame, Sacarinas, Ciclamatos, etc, productos que cada vez son más cuestionados por presentar efectos tóxicos e incluso alguno de ellos cancerígenos para los usuarios, los cuales son en su mayor parte: diabéticos, obesos o simplemente personas dispuestas a mantener o bajar de peso.

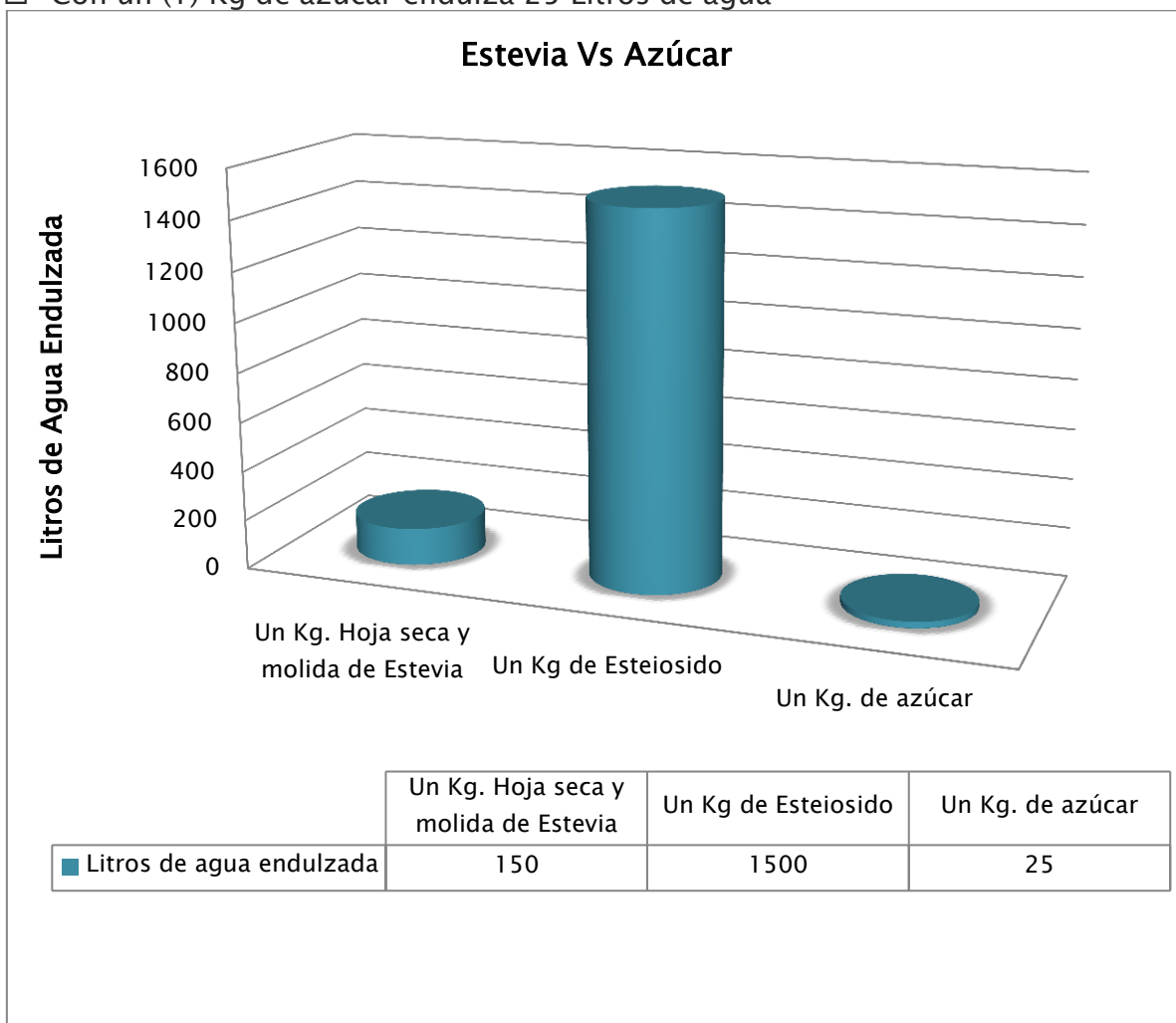
2-CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

La *Estevia rebaudiana* Bertoni, es una Astareacea, de la familia de los Crisantemos (*Crysantheum Compositae*). Existen más de 300 variedades de *Estevia* en la selva Paraguayo- Brasileña. Su principal principio esteviósido un glucósido diterpeno. Peso molecular = 804,80. Fórmula = C₃₈H₆₀O₁₈.

Es una hierba subleñosa que alcanza hasta 0.70 - 0.80 cms de altura, es perenne y produce hasta los siete (7) u ocho (8) años.

Como referencia se dan las siguientes equivalencias:

- Con un (1) Kg. de hoja seca y molida de *Estevia* endulza 150 Litros de agua.
- Con un (1) Kg de Esteviosido endulza 1,500 Litros de agua.
- Con un (1) Kg de azúcar endulza 25 Litros de agua



3- REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

3.1. Condiciones ambientales.

- ☑ El cultivo de la Estevia requiere 1,400 a 1,800 mm de lluvia por año. La planta no soporta sequías muy prolongadas.
- ☑ Requiere una alta luminosidad.
- ☑ Es necesaria una temperatura superior a los 13°C siendo ideal entre los 18 y 34 °C.
- ☑ Resiste y prospera hasta los 43°C acompañado de precipitaciones frecuentes.
- ☑ Temperaturas entre los 5 y 15°C no matan la planta pero inhiben o detiene su desarrollo foliar
- ☑ Temperaturas inferiores a los 5°C matan a la planta (heladas).
- ☑ La planta prospera desde los 0 m.s.n.m. hasta 1,500 m.s.n.m.



3.2. Condiciones de Suelo.

La Estevia se reproduce bien en suelos franco arenoso o franco arcillosos con pH entre 5.5 y 7.5. En zonas con altas precipitaciones es recomendable que el terreno tenga una ligera pendiente para evitar encharcamientos, también es recomendable establecer curvas de nivel.

No son recomendables los suelos salinos.

3.3. Fertilización:

La planta no es muy exigente en macro y micronutrientes. Sin embargo si el suelo es arcilloso o arenoso se recomienda adicionar materia orgánica. Si el

suelo presenta acidez marcada se aplicará cal apagada para disminuir la acidez.

Es una planta poco exigente. Con el abono orgánico, no hay problema en pasarse con la dosis, pero en el abono mineral o químico, vigilar no añadir en exceso, porque la planta ser resiente mucho e incluso puede colapsarse y morir.

El abono mineral o químico, se ha de comenzar a aplicar a los dos meses del transplantado, poco pero a menudo (cada 30 días). El abono mineral, tiene que llevar más potasio que fósforo y nitrógeno, y estar enriquecido en microelementos.

Con un buen abono orgánico, es suficiente una aplicación al año, al inicio de la primavera, si la planta esta plantada en el suelo, o añadir un 20–30 % de turba si esta en maceta.

3.4. Siembra De La Estevia

Para asegurarnos que un brote de Estevia sin raíces enraíce bien, hay que seguir los siguientes pasos:

- [1] Hay que llenar la maceta con turba adobada, que se puede encontrar en cualquier vivero, y regarla hasta que la turba quede bien empapada.
- [2] Cortar los 10 cm finales de un brote de Estevia de unos 20 cm de alto (asegurarse que no acaba en flor). De estos 10 cm de tallo, quitar las 2–3 hojas de la parte de abajo, para facilitar su enterramiento. No dejar pasar mucho tiempo desde que se corta y hasta que se planta el brote. Mejor cortar y plantar inmediatamente o mantener en agua como si fuesen flores cortadas.

Obtención de Esquejes.

Los esquejes son secciones de las ramas juveniles de plantas madres adultas y deben reunir las siguientes características:

1. Se deben obtener de plantas vigorosas y sanas.
2. No deben presentar flor o botón floral.
3. Deben tener entre 8 y 10 cm de longitud y como mínimo 5 pares de hojas.
4. Se deben sembrar lo más pronto posible. Mientras tanto, mantenerlos a la sombra en sitio fresco; en lo posible sembrarlos en el enraizador antes de que pasen 2 horas de su cosecha.

Depositar la maceta en un lugar sombreado (invernadero o al aire libre en

un lugar en que no le de el sol directamente en ningún momento), para evitar que el sol impida el enraizamiento y regarlo 3 veces al día (por la mañana, a medio día y por la tarde).

- [3] A los 28–30 días el brote de Estevia comenzará a ponerse derecho, y cuando se observe que alguna hoja nueva empieza a salir, ya se puede poner en una zona con más sol, donde ya no parará de crecer. Cuando el brote transplantado comienza a sacar hojas nuevas, se debe dejar de regar 3 veces al día y regar sólo una vez, al principio del día. Durante el verano, es necesario regar todos los días, pero en primavera y otoño, esperar a regar hasta que la tierra no de sensación de humedad en contacto con la mano. Durante el invierno, al estar la planta parada, se debe regar muy poco, para evitar que se pudran las raíces, ya que de ellas han de volver a brotar nuevas plantas durante la primavera.
- [4] Al cabo de dos meses de haber transplantado el brote sin raíces a la maceta, transplantar por segunda vez al lugar definitivo, que puede ser dentro de un invernadero o a una maceta bastante grande, para facilitar el máximo crecimiento de la planta. El invernadero permite avanzar la producción unas semanas en primavera y retardar la decadencia en el otoño. En los meses más fuertes del verano, el invernadero se puede sombrear un poco para evitar el calor excesivo y simular el clima tropical del que es originaria la Estevia. A pesar de todo, al aire libre se desarrolla muy bien.
- [5] Cuando se llega al final del otoño y notamos que la planta ya no tiene ganas de crecer y se llena de flores, es el momento de recortarla, dejándola a 10 cm de altura y aprovechando para secar las hojas que aun quedan.
- [6] Para secar las hojas durante el verano de modo correcto, procurar que no les de el sol directamente, con el fin de preservar todas las propiedades medicinales.

3.5. Tratamientos

La Estevia es una planta muy resistente a los insectos y los hongos, si no se abusa del riego y los abonos químicos nitrogenados. En caso que se observe algún pulgón o mosca blanca, se recomienda hacer tratamientos con extractos de ajo, aceites de Nem u otros productos autorizados por la Agricultura Ecológica. Si se observa a alguna oruga, no es necesario aplicar ningún tratamiento, excepto cuando el ataque es muy fuerte, caso en que se recomienda tratar con preparados hechos con *Bacillus thuringiensis* (es un insecticida ecológico que no requiere plazos de seguridad).

Con estos tratamientos nos aseguramos una recolección de hojas sin toxinas, permitiendo obtener todas las propiedades medicinales que la planta contiene.

4- COSECHA Y POST COSECHA

Se realizará de las plantas que ya estén en terreno definitivo. Esta labor se deberá también ejecutar únicamente con tijeras. El corte se efectuará a una altura de 7- 10 cms del suelo.

La cosecha de hojas frescas en los climas no tropicales y ni subtropicales es posible efectuar hasta 3 ó 4 cortes por ha/año, siendo los rendimientos de 3 TM/Ha/año.

4.1. Cosecha

El rendimiento en steviósido de la materia seca obtenida es variable, dependiendo tanto de factores genéticos como ambientales, incluyendo en esto último tanto las condiciones de clima y suelo, las circunstancias meteorológicas durante la estación de crecimiento y el manejo del cultivo. Así se pueden encontrar en la relación bibliografía rendimientos de un 7% hasta un 20%.

4.2 Recomendaciones para el secado de las ramas.

Dependiendo de la temperatura y humedad ambiental, las ramas se secan en promedio en 5 días a una temperatura promedio de 23°C.

También se recomienda utilizar hornos comerciales de secado. En este caso se recomienda que el manipuleo de las ramas deba efectuarse con cuidado sin prensarse o ensacarse para evitar roturas de las hojas que incidirán en la calidad del producto final.

Mediante el secado con hornos se consiguen las mejores calidades de hoja seca con menor contaminación y en un corto tiempo, tiene como desventaja el mayor costo de secado y hay que controlar la temperatura ya que esta no debe sobrepasar los 60°C.

Luego del secado, las ramas se sacuden separándose las hojas de los tallos.

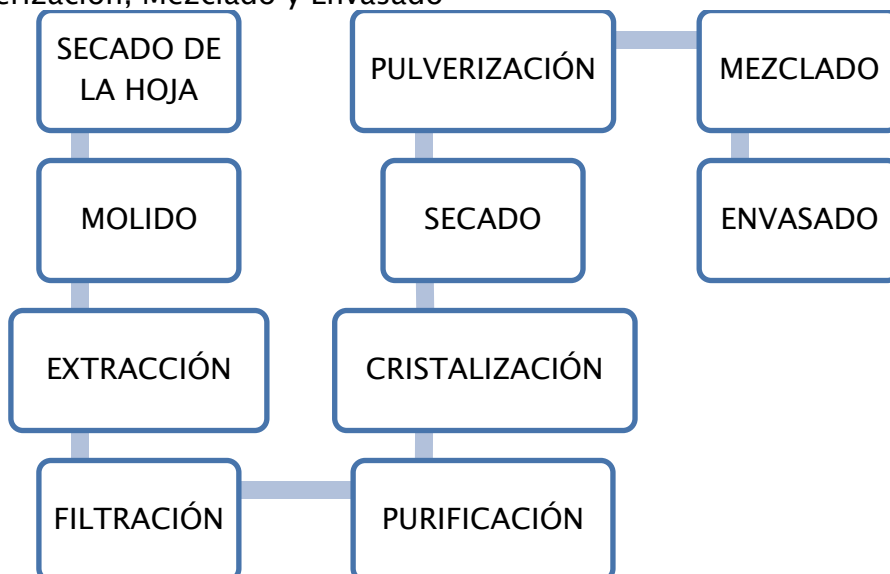
5-PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN

El extracto obtenido de la hoja de Estevia es una solución de coloración oscura que contiene los principios endulzantes junto con una serie de partículas que forman parte de su composición, como taninos y clorofila, que le confieren un color y un aroma no deseado para su uso como edulcorante de mesa o a nivel industrial.

La separación de los principios endulzantes de la hoja seca se realiza fácilmente por medio de una extracción con agua o alcohol. Posteriormente debe realizarse la purificación de la misma, existiendo varios métodos aplicables. Entre estos podemos mencionar, combinación de membranas filtrantes de distintos tamaños de poros, zeolitas modificadas con distintos iones metálicos, columnas de intercambio iónico, precipitación por medio de agentes externos, entre otros.

El proceso de producción que se llevará a cabo para la elaboración del endulzante en polvo será la siguiente:

- Selección y Recolección de la hoja de estevia.
- Molienda o extracción del Jugo.
- Extracción del Edulcorante.
- Separación de Impurezas.
- Purificación.
- Cristalización.
- Secado.
- Pulverización, Mezclado y Envasado



- ☑ Para la reducción de tamaño la mejor opción es la implementación de un **molino de cuchillas**, debido a que este genera una menor cantidad de polvo.
- ☑ La etapa de extracción se realizará por medio de **solventes acuosos** debido a su mayor seguridad, y a que es fácil de eliminar posteriormente sin ocasionar alteraciones en el producto final. Este proceso se realizará por **medio de una infusión**, debido a que es más económico y se asegura que no se tendrán problemas de desnaturalización de compuestos deseados. La desventaja de utilizar este método es el tiempo requerido para que se realice la transferencia de masa deseada.
- ☑ Frente a las alternativas disponibles para la operación de purificación, se ha seleccionado para el proceso la **extracción con zeolitas** debido a sus ventajas, si lo comparamos con el proceso de extracción con membranas filtrantes de distinto tamaño, por su menor costo de tecnologías e insumos. Para la misma se empleará una columna de lecho fijo, rellena con el adsorbente, el cual debe ser tratado inicialmente con **CaCl₂**, para su modificación.
- ☑ Se pretende obtener diferentes productos finales, el primero para el consumo masivo, lo cual se logra disminuyendo la concentración de los esteviósidos por medio del agregado de **maltodextrinas**. El segundo se destinará a personas que no puedan consumir edulcorantes calóricos o de mayor poder adquisitivo, comercializándose en este caso como extracto líquido o como cristales de Estevia de alta pureza.

5.1. Descripción de los procesos

Para la extracción y purificación de los principios endulzantes de la hoja de Estevia, existen varios procesos aplicables a la industria, sin embargo en todos los casos el diagrama de flujo de proceso es el mismo. Este proceso se esquematiza en el siguiente diagrama:

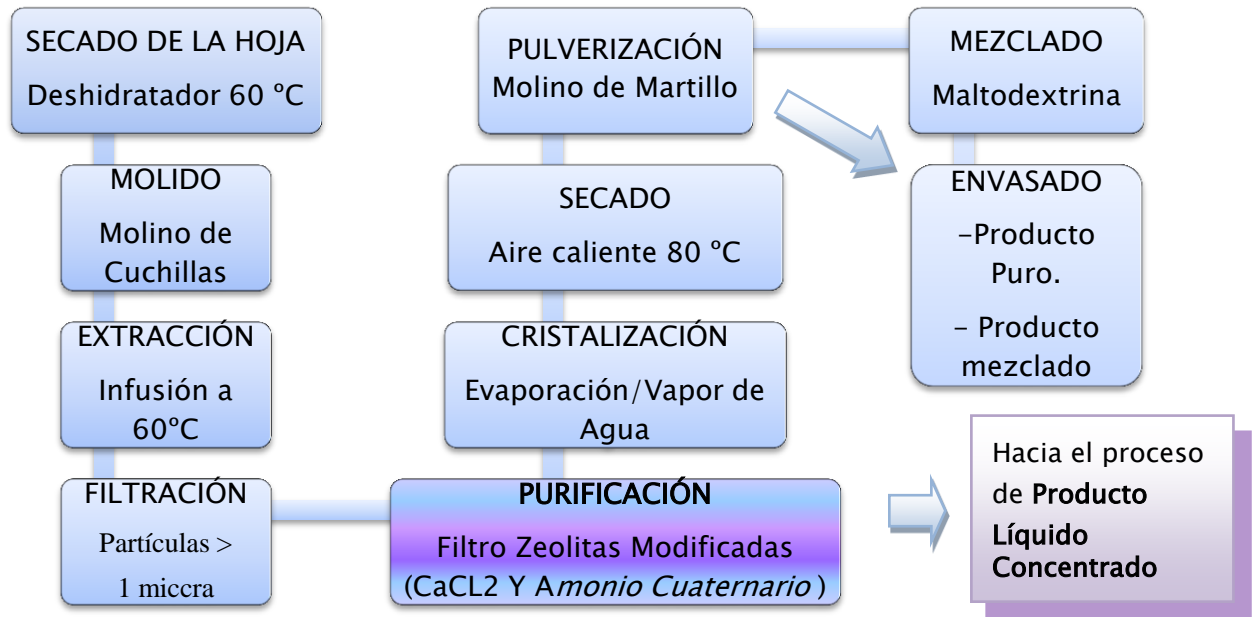


Diagrama de flujo general del proceso de producción de Estevia



Extracto líquido

5.1.1. Tratamiento de la materia prima:

El proceso de secado de la hoja debe realizarse antes de las 24 h., de su recolección. Esto hace que sea necesario adquirir la hoja seca como materia prima, debido a que si el proceso comienza con el tratamiento de la hoja verde cruda, se limita la distancia posible para la instalación de la planta. Por esta razón, se parte de hoja seca, lo que hace posible la ubicación en zonas alejadas del lugar de cultivo. Pero de ser necesario empezar con el cultivo de la hoja, se deberá contar con un deshidratador para el secado de la hoja en el tiempo estipulado.

5.1.2. Fragmentación:

La etapa inicial consta de un proceso de reducción de tamaño, lo cual permite aumentar la superficie de contacto durante la extracción posterior. Para tal fin se utilizará un molino de cuchillas, debido a que este genera una menor cantidad de polvo (tamaño de partícula menor a 0.6 mm).

5.1.3. Extracción por Solventes Acuosa:

Se cree que la etapa de extracción es más eficaz si se la realiza con solventes orgánicos, sin embargo estos no son considerados seguros y requieren procesos posteriores de separación, aumentando los costos de producción. Por otra parte se pretende obtener un producto que cumpla con los estándares nacionales e internacionales necesarios para ser considerado como natural.

El uso de agua en la extracción permite una separación posterior de la misma relativamente fácil, no ocasionando alteraciones sobre el producto, que podrá ser comercializado como se pretende.

Este proceso se realizará por medio de una infusión, debido a que este es el método más económico, y al agregarse el agua a la temperatura necesaria (60°C) no se tendrán problemas de desnaturalización de compuestos delicados. La desventaja de utilizar este método es el tiempo requerido para que se realice la transferencia de masa deseada.

Los Procesos más modernos utilizan agua como solvente para la obtención de los principios activos de la hoja, esto permite cumplir con las especificaciones de producto natural requerida para su comercialización. En el caso de la aplicación industrial de extracción a partir de agua hirviendo se puede lograr entre un 93 y un 98 % de efectividad en la etapa, logrando obtener cristales de Estevia con hasta un 96% de pureza.

Se utilizará agua como disolvente, esta operación se llevará a cabo a través del método denominado de Infusión. Dicha Infusión, se logra por el agregado de agua a la temperatura adecuada a las hojas. Éste método es beneficioso debido a que las mismas no corren peligro de que sus componentes se desnaturalicen. En algunos casos se utiliza una corriente de reflujo la cual permite un mayor tiempo de contacto entre el material expuesto y el solvente.

Una vez realizada la extracción se pasa la solución por un filtro que permite eliminar todas las sustancias sólidas que posean un tamaño apreciable.

5.1.4. Filtración de los principios activos

El extracto obtenido pasa por un proceso de filtración donde se retienen las partículas en suspensión, en éste proceso se puede hacer uso de dos o más filtros o membranas que retengan las partículas > de una (1) micra.

5.1.5. Purificación

La purificación con zeolitas modificadas es ventajosa porque tiene un bajo costo, no deja residuos indeseables en el producto, su tecnología es de fácil aplicación y no representa un riesgo ambiental. Como desventaja del método se puede indicar que el rendimiento en edulcorante disminuye ya que en el proceso de decoloración se retienen 5% de los edulcorantes en el adsorbente.

Como se ha indicado anteriormente, el método más recomendado es la Adsorción con zeolitas modificadas, el cual consiste en la clarificación del extracto por pasaje del mismo por una columna de zeolitas, previamente modificadas. Ésta se *logra intercambiando los iones sodio por iones calcio, usando siempre cloruro como anión para facilitar su eliminación.* También se *debe introducir amonio cuaternario en la resina convencional utilizada,* ya que el mecanismo de adsorción y decoloración se basa en interacciones hidrofóbicas, pero la decoloración, depende de las interacciones hidrofóbicas y del intercambio iónico.

El extracto de Estevia circula por el lecho de zeolitas modificadas en forma ascendente quedando retenidos los pigmentos por adsorción en la superficie de la zeolita, lográndose una decoloración de hasta 90 % pero con retención de edulcorantes. Se ha demostrado a través de la experimentación que la mejor relación decoloración–retención se lograba utilizando un extracto con 7% de edulcorante.

Otro método de Purificación es la **Combinación de membranas filtrantes:**

Este método consta de la purificación por combinación de membranas filtrantes de distinto tamaño. Ésta consistente en el pasaje del extracto por membranas sucesivas de distinto tamaño. Inicialmente se realiza un filtrado con membranas que van desde 20 a 1 micra, luego la solución pasa por un filtro de carbón activado y finalmente se somete a un proceso de ultrafiltración, diafiltración y nanofiltración en ese orden. Los filtros retienen pigmentos y sustancia de alto peso molecular de hasta 150 Daltons, con un

rendimiento del 20% en concentrado donde están presentes los glucósidos de interés.

La separación por membranas es un método que se lleva a cabo de forma continua, tiene poco consumo de energía, su diseño se facilita a gran escala, no se requieren aditivos, puede ser fácilmente ampliado y no requiere el agregado de sustancias químicas que puedan dejar residuos. Pero tienen las desventajas de poseer elevados costos de tecnología e insumos.

5.1.6. Cristalización -Secado - Molido, Mezclado Y Envasado

CRISTALIZACIÓN

Si se desea obtener el edulcorante en polvo, se evapora la solución para lograr la cristalización. Esta operación se realiza con el fin de obtener una sustancia sobresaturada y fomentar la formación de los cristales. El producto obtenido posee una humedad del 20%.

SECADO

Posteriormente se continúa con el proceso de secado, utilizando una corriente de aire caliente (80 °C, aproximadamente), en donde se reduce la humedad hasta alcanzar un 2%.

MOLINO

Por último en el caso de que el producto final lo requiera, se lo pasa por un molino, cuyo fin es pulverizar los cristales.

MEZCLADO

Algunas marcas producen Estevia mezclada con otros edulcorantes, como con lactosa, maltodextrina o dextrosa, por lo que la se utiliza una mezcladora para alcanzar las condiciones requeridas por el consumidor.

ENVASADO DEL PRODUCTO PROCESADO

*En resumen, podemos decir que la solución **purificada** se envía a un tanque en donde se separa el producto en dos fracciones, las cuales serán tratadas para obtener distintos productos finales:*

- La primera fracción se concentra adecuadamente para ser comercializada como producto líquido. El producto se envasará en botellas, la capacidad y el material será según indicaciones del cliente.
- La segunda fracción se concentra para saturar la solución, logrando de esta forma la precipitación de los cristales de Estevia. Posteriormente se realiza

un secado, por medio de una corriente de aire caliente para alcanzar una humedad final del 2% de agua.

- ☑ Una vez obtenido el material seco, se pulveriza para obtener cristales homogéneos de los cuáles una fracción de estos es mezclada con maltodextrina. Esto permitirá reducir los costos del producto final, para lograr un producto de consumo masivo. Este producto granular se puede envasar en bolsas, botes, etc., el material y la capacidad serán según indicaciones del cliente.
- ☑ El resto de los cristales serán directamente envasados, siendo un producto de un costo superior, destinado a personas que no pueden consumir edulcorantes calóricos. Este material granulado de alta pureza se envasará en botes, el material y la capacidad también serán según indicaciones del cliente.

5.1.7. Envasado de la hoja seca Y Extracto Concentrado

La hoja seca de estevia puede envasarse de las siguientes maneras:

1- Envasarse en bolsas plásticas transparentes.

El envasado de las hojas secas seleccionadas e irradiadas de Estevia, debe realizarse en un ambiente totalmente limpio, el personal deberá utilizar máscaras, gorros, guantes y uniforme blanco.

El envasado se efectuará sobre mesas, en envases de propileno, grado alimenticio y el peso estará de acuerdo a los pedidos (10, 20, 50 grs., etc), se utilizará para el caso una balanza digital y se sellarán con máquina selladora eléctrica manual.

2- Envasarse como té filtrante.

Las hojas secas deben ser molidas con molino de cuchilla y luego de martillos a mesh 20, y luego se irradian, y se llevan a una máquina sachetetera que efectúa el resto del Servicio.

Los sachets filtrantes se envasan en cajitas impresas y troqueladas de cartón de 20 ó 25 unidades.

3- Molerse y convertirse en hoja micropulverizada

Las hojas bien secas se muelen en un molino hasta alcanzar mesh 80 ó más, según requerimiento, luego se irradian y se envasan en bolsas de papel o plástico, constituyéndose en un insumo para la industria.

Otra forma de comercializarse la Estevia es mediante extractos concentrados (método artesanal).

Preparación de extractos concentrados de Estevia.

Los extractos se obtienen macerándose en agua en la proporción de 1 a 6, es decir 1kgr de hojas por 6 litros de agua, por espacio de 2 días; luego se filtra, se prensa y al residuo seco se le añade 2 litros de agua, se hierve por 20 minutos y se macera por 2 días más. Al final se juntan los dos (2) líquidos resultantes, se filtra y se evapora a baja temperatura el líquido, hasta obtenerse 1 litro de extracto concentrado de Estevia de color oscuro muy dulce que contiene aproximadamente 10% de esteviósido. Se puede ir evaporando y concentrando este producto para alcanzar mayores concentraciones.

25 de febrero de 2014

REALIZADO POR:

Ms. Ing. Miriam Cecilia Marín Gómez.

Móvil: +34 626896220

Email: cecilia@marinponsasociados.com