

Elaboración de productos de yacón en el laboratorio. Práctica pedagógica

Product manufacturing of yacon at teaching laboratory practice

**Ángela Patricia García¹, Andrés David Agudelo²,
Andrés Alfredo Marín³; María Flor Stella Monroy González⁴**

Resumen

El desarrollo de una práctica en la cual se involucran todos los aspectos que intervienen en la transformación de un producto, en éste caso el yacón, permite conocer de primera mano los tipos de transformación que pueden darse a un mismo producto para su comercialización y conocer de los beneficios en la salud de los consumidores. La producción de yacón se encuentra en ascenso e incentiva a buscar nuevas formas de consumo del tubérculo, sobre todo aquellas que por morfología no son aceptadas en el mercado común. Razón suficiente para poner empeño en proyectos relacionados con esta materia prima, que claramente ofrece gran variedad de formas de consumo y por su bajo costo y oferta permanente, especialmente en época de cosecha, ofrece alternativas claras para pensar en la creación de empresa.

Palabras clave: *fructanos, frutos oligosacáridos (FOS), prebióticos, yacón.*

Abstract

Many aspects are involved when processing a product, for instance, “yacón”. This product is a good example of how a product can be transformed for purposes of marketing and at the same time to know about its benefits for consumers. Yacon production is rising and it is encouraging people to find new forms of consumption, it is important to keep in mind that products like this are not regularly accepted in the common market. There are enough reasons to invest efforts into projects related to this raw material which clearly offers a variety of ways of consumption to people because of its low cost and constant supply, especially at harvest time because it offers clear alternatives when thinking about creating a company.

Key words: *fructans, fruit oligosaccharides (FOS), prebiotics, yacon.*

1 Estudiante de Procesos Industriales ET-ITC Bogotá. Correo electrónico: angie102pgc@hotmail.com.

2 Estudiante de Procesos Industriales ET-ITC Bogotá. Correo electrónico: payzza@gmail.com.

3 Estudiante de Procesos Industriales ET-ITC Bogotá. Correo electrónico: andrueseven@gmail.com.

4 Ingeniera Química FUA. Especialista en Docencia Universitaria UIS. Profesora investigadora Grupo de Estudios Ambientales GEA ET-ITC Bogotá. Correo electrónico: stellamon1961@gmail.com.

Introducción

El documento que se presenta es el producto final del proyecto de aula de la cátedra de Química Industrial de los estudiantes de noveno semestre de la Facultad de Procesos Industriales de la ETITC.

Con este proyecto de aula se pretende generar alternativas eficientes para el procesamiento del yacón, para superar los inconvenientes de la comercialización en fresco referentes a su tamaño; por otro lado, se promueve la tarea de difundir el emprendimiento empresarial.

El objetivo del proyecto es desarrollar un proceso para elaborar productos a base de yacón que demuestre la posibilidad de realizar la producción en el sitio de cultivo para minimizar el costo de transporte y manipulación de la materia prima, que generan pérdidas de atributos de calidad en esta debido a su gran tamaño.

1. Antecedentes

En el documento *Jarabe de yacón, principios y procedimiento*, Manrique y otros muestran que “el yacón es una raíz autóctona de la región Andina, poco estudiada y subutilizada. Recientemente ha despertado interés debido a que se ha determinado que es la fuente vegetal con mayor contenido de fructooligosacáridos (FOS), un tipo particular de azúcares que tienen reducido contenido calórico entre 25 % a 35 % de calorías de los carbohidratos comunes y promueven una mejor salud del tracto intestinal. Por tanto, debido a que recién se comienzan a conocer sus efectos promisorios en la salud, desde hace unos años el yacón ha llegado a los mercados de las ciudades y han comenzado a desarrollarse actividades comerciales en torno a su cultivo y a su procesamiento”. (Manrique, 1993).

En su investigación, Manrique y otros encontraron que “entre 85 a 90% del peso fresco de las raíces de yacón se encuentra en forma de agua. A diferencia de la mayoría de raíces comestibles, el yacón no almacena almidón, sino que acumula sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS) y azúca-

res libres (fructosa, glucosa y sacarosa). Aunque la proporción de cada azúcar puede variar mucho, se puede considerar la siguiente composición (en base seca): FOS 40 a 70%, sacarosa 5 a 15%, fructosa 5 a 15% y glucosa menos del 5%. Las proteínas y los lípidos se encuentran en pequeñas cantidades, representando de 2.4 a 4.3 % y 0.14 a 0.43 % del peso de la materia seca, respectivamente.

Los FOS son azúcares de reserva que existen en varias especies de plantas, pero es en el yacón donde se encuentran en mayores cantidades. La característica principal en su estructura química es que están constituidos por una molécula de glucosa ligada a un número variable –entre 2 a 10– de moléculas de fructosa. Los enlaces que mantienen unidas las moléculas de fructosa resisten la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas y por ello los FOS alcanzan el colon, última porción del intestino grueso, sin sufrir ninguna modificación química. Esta es la razón por la que los FOS tienen una baja contribución calórica en el organismo humano (25 % a 35 % de las calorías que poseen la mayoría de carbohidratos)” (Manrique, 1993).

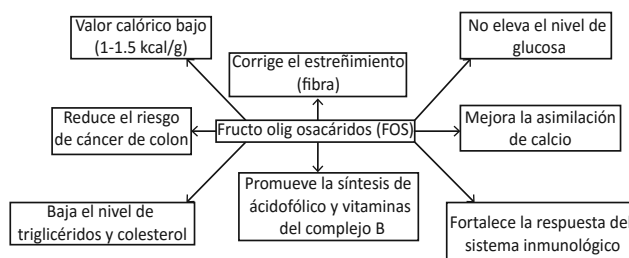


Figura 1. Diagrama FOS

Fuente: Manrique, 1993.

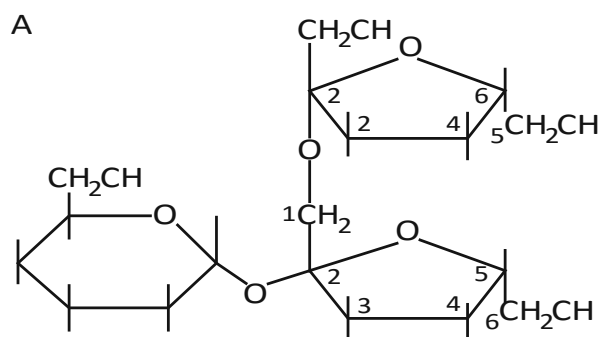


Figura 2. Molécula FOS

Fuente: Manrique, 1993.

En el documento sobre caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón colectados en la ecorregión Eje Cafetero de Colombia, Polanco comenta que “tradicionalmente el yacón se consumía de forma fresca o cruda. De este modo, las raíces se lavaban, se pelaban y se consumían directamente o se mezclaban con otras frutas”. En la actualidad el consumo como jugo es popular, agregándole unas gotas de limón o de naranja con el fin de controlar el rápido pardeamiento. “Otra forma de consumo es como puré, cuya preparación es muy sencilla, las raíces se sancochan y se pelan, luego se maceran, no hay necesidad de agregar más ingredientes y el sabor es parecido al puré de manzanas” (Polanco, 2011).

En su investigación, Polanco encontró que en los últimos años se han desarrollado varios productos procesados a base del yacón. “Las pasas de yacón se obtienen deshidratando las raíces al medio ambiente por unos siete días, después se pelan, se dejan sobre una bandeja, hasta que tengan una humedad del 14 al 16 %, momento en el cual se considera que están listas para ser envasadas”.

Y continúa su investigación contando que “Las hojuelas de yacón son rodajas del material, secadas en un horno a temperatura controlada. El procedimiento consiste en cortar rodajas, aproximadamente de 0,5 cm y extenderlas sobre una bandeja, las cuales se introducen dentro de un horno que esté a una temperatura de 60 a 70 °C por unas 24 horas. Para evitar el pardeado, se recomienda sumergir las rodajas recién cortadas en una solución de jugo de limón o algún tipo de antioxidante. Cuando las hojuelas salen del horno tienen una textura semicrocante que se pierde rápidamente si no se empaquetan de inmediato”.

Igualmente, Polanco escribe que “el jarabe de yacón es un concentrado dulce que hace las veces de edulcorante, pero sin provocar los efectos negativos del azúcar. Su alto contenido de FOS, hasta un 50%, permite que el jarabe de yacón sea utilizado por la industria alimenticia como un edulcorante bajo en

calorías. Sus características físicas y organolépticas son parecidas a la miel de abejas, de maple o de caña de azúcar y pueden ser empleadas para propósitos parecidos, pero con la ventaja de servir a los consumidores preocupados por su ingesta calórica y mejorar la calidad de su alimentación. Inclusive puede ser consumido por diabéticos en dosis controladas, ya que los FOS no elevan el nivel de glucosa en la sangre” (Polanco, 2011).

Manrique, por otra parte describe que “entre el 55.7 % y el 60 % del peso de la hoja es agua. Esta información es importante para realizar los cálculos en el proceso de comercialización de las hojas secas. Por kilogramo de tubérculos de raíz de yacón se obtienen 70 gr de jarabe al 65 % de grados brix en promedio” (Manrique, 1993).

2. Metodología y procedimiento

La práctica se realizó en dos fases. En la primera se consultó sobre el cultivo del yacón, sus características, propiedades, formas de consumo y conservación (Manrique, 1993), al igual que algunas investigaciones y procesos productivos realizados tanto a nivel nacional (Gutierrez Vargas Laura, 2011) (Polanco, 2011) como internacional (Manrique, 1993).

En la segunda fase se realizó el proceso de elaboración de productos con yacón (figura 3)

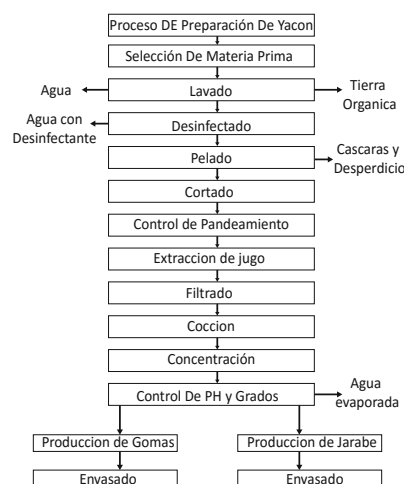


Figura 1. Proceso de elaboración de yacón en el laboratorio. Fuente: Autores.

2.1 Descripción de las etapas de proceso

2.1.1 Materias primas



Imagen 1. Raíces de yacón
Fuente: Polanco, 2011.



Imagen 2. Tubérculos seleccionados en el laboratorio.
Fuente: Autores.

36

En el proceso productivo de extracción de jarabe de yacón no se requiere un estándar en formas y tamaños de tubérculos; pero debido al costo más bajo y difícil comercialización de los tubérculos de gran tamaño, se prefiere trabajar con estos, siempre y cuando estén en condiciones fitosanitarias que garanticen la calidad deseada realizando la selección mediante inspección visual.

2.1.2 Materiales requeridos



Imagen 3. Materiales aditivos empleados en el laboratorio.
Fuente: Autores.



Imagen 4. Lavado del yacón
Fuente: Autores.



Imagen 5. Desinfección del yacón.
Fuente: Autores.

Los materiales empleados para la fabricación (imagen 3) son los siguientes:

En el Vademécum de la Industria Química Básica se encuentra que “el ácido ascórbico o vitamina C

es una vitamina hidrosoluble presente en frutas y vegetales tales como los cítricos y las verduras frescas. El ácido ascórbico es un antioxidante y captador de radicales libres y es considerado en este sentido más eficaz que la vitamina E o el beta-caroteno. El ácido ascórbico es esencial para mantener la integridad del organismo, en especial para la reparación de los tejidos y la formación de colágeno. Dado que el hombre no puede sintetizar el ácido ascórbico, la carencia del mismo ocasiona una enfermedad carencial, el escorbuto.

La vitamina C se usa sobre todo como suplemento nutricional. También se utiliza para el tratamiento de la metahemoglobinemia idiopática y, con la desferroxamina, para tratar la intoxicación crónica por hierro.

El ácido ascórbico ha sido utilizado para tratar una gran variedad de dolencias como el catarro común, las infecciones de la encías, el acné, la depresión y otras, aunque todas estas indicaciones no han sido suficientemente probadas. Por lo tanto, no se recomienda la vitamina C para ellas” (Industria Química Básica, 2014).

La gelatina sin sabor es una mezcla semi-sólida (coloide), incolora y desabrida. Está disponible en polvo y en láminas. (Club de Repostería, 2014).

El CMC en la industria de alimentos se emplea para mejorar la viscosidad o, en otras palabras, como espesante; agrega textura y sirve para estabilizar diversos productos alimenticios. También ayuda a los productos a retener la humedad. Es un polvo fino de color blanco amarillento, no tiene olor. Se usa en pequeñas cantidades (Club de Repostería, 2014).

2.1.3 Lavado y desinfección de la materia prima

Para el lavado, se restriegan las raíces unas con otras y se emplea un esponja suave que faci-

te la remoción de la tierra adherida a la superficie, luego se enjuagan con abundante agua (imagen 4). Posteriormente, las raíces deben ser desinfectadas; esta operación se logra al sumergirlas durante cinco minutos en una solución desinfectante de 200 ppm de hipoclorito de sodio (imagen 5).

2.1.4 Pelado de las raíces



Imagen 6. Pelado del yacón.

Fuente: Autores.



Imagen 7. Corte del yacón

Fuente: Autores.

Con ayuda de un cuchillo, se retira la cáscara debajo de un chorro de agua para impedir que se manche la fruta (imagen 6). Luego se corta en pequeños trozos para facilitar el proceso de triturado (imagen 7).

2.1.5 Control del pardeamiento: manejo de antioxidantes



Imagen 8. Corte en trozos y aplicación de antioxidantes.
Fuente. Autores

El control de pardeamiento durante todo el proceso es de vital importancia, con el fin de evitar la oxidación del producto; por ello se tienen en cuenta las recomendaciones y uso de antioxidan-

tes, como el jugo de limón o el bicarbonato de sodio, que tienen el mismo efecto. En la práctica de laboratorio se emplearon 50 g de bicarbonato de sodio por cada litro de agua (imagen 8).

2.1.6 Extracción del jugo



Imagen 9. Extracción de jugo.
Fuente. Autores.



Imagen 10. Filtrado del jugo.
Fuente: Autores

La extracción del jugo se realiza con la ayuda de un equipo extractor, el cual cumple la función de romper las membranas que contienen el líquido que se va a utilizar en el proceso (imagen 9).

2.1.7 Filtrado

El jugo que se extrae del proceso anterior se pasa por un filtro para retener las partículas más gruesas, obteniendo un líquido más fluido y apto para el siguiente proceso (imagen 10).

2.1.8 Evaporación y concentración del jugo

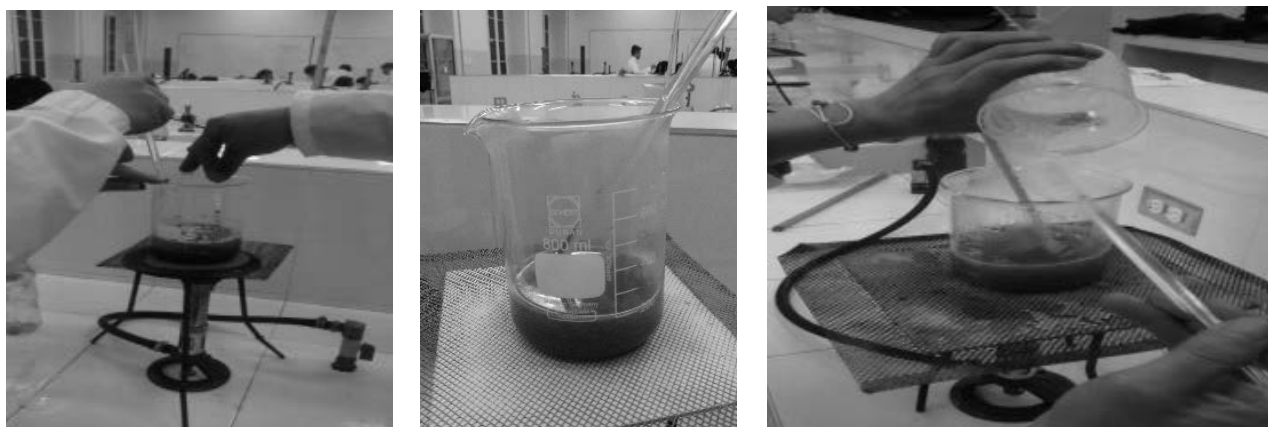


Imagen 11. Evaporación y concentración del jugo.
Fuente: Autores.

Una vez obtenido el jugo, se inicia el proceso de calentamiento, en el cual se busca la concentración del jarabe (72-73 grados Brix) teniendo presente no exceder la temperatura, pues este aumento puede alterar el sabor deseado en el producto final (imagen 11).

De acuerdo con lo anterior se elaboran tres productos:

Jarabe de yacón: Se empleó 1 mg de CMC por cada 100 gramos de jarabe.

Miel de yacón: Se deja conservar el producto hasta la concentración deseada.

Goma de yacón: Se utiliza 1 gelatina sin sabor por 100 de jarabe.

Al concentrado de yacón se le realizan controles de pH de 4 a 5 para verificar que la acidez se encuentre en el rango óptimo para el producto final (imagen 12).

2.1.9 Envasado

Para el envasado de las gomas se utilizan cubetas de diferentes tamaños que permiten dosificar en las cantidades deseadas (imagen 13). Para el

envasado del jarabe se utilizan recipientes ya sea de plástico o de vidrio con cierre hermético que favorezcan la conservación de las propiedades del producto.

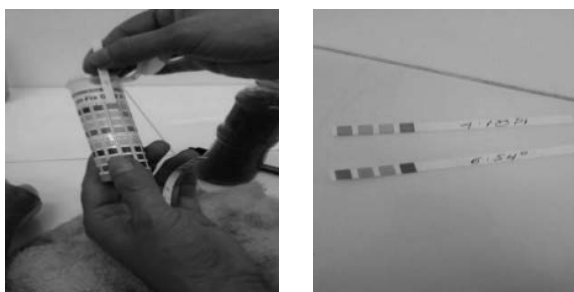


Imagen 12. Control de pH
Fuente: Autores



Imagen 13. Envasado
Fuente: Autores.

3. Resultados

Se obtuvo un producto terminado con las características y propiedades esperadas; por tanto, el proceso es satisfactorio.

Se demostró que es posible realizar el proceso de transformación del yacón de manera experimental, punto clave para el desarrollo de un esquema que permita la producción a mayor escala. El control del pH de 4,5 a 5 es importante para la estandarización del proceso.

4. Conclusiones

Las evaluaciones organolépticas, físicas y químicas realizadas en el laboratorio permitieron evidenciar la formación del jarabe de yacón de la miel obtenida y de la consistencia apropiada de las gomas. Se dio a conocer el producto y se encuestó a varias personas de la comunidad académica, las que lo consideraron de buenas características físicas, excelente sabor, de acidez deseada, presentación consistente y provocativa para el consumidor.

Los parámetros de rendimiento obtenidos en el laboratorio para 1.000 g de jugo de yacón fueron 200 g de jarabe, 100 g de miel y 400 g de gomas, alcanzando un rendimiento del 70 %, indicadores favorables en un estudio de viabilidad.

El interés académico generado durante la propuesta se manifestó en el propósito de continuar la investigación en la misma temática, pero con el manejo de otras variables, como cantidad de

materiales, tiempo del proceso, condiciones de temperatura, concentración de azúcar (grados brix), determinación del pH, para obtener mayores volúmenes de producto y evidenciar si estas mejoran la cantidad y concentración del jarabe de yacón, de la miel y de las gomas.

El jarabe de yacón, la miel y las gomas se pueden posicionar bien en el mercado de los productos naturales debido al bajo contenido de calorías. Se deben hacer pruebas de degustación y aceptación a la comunidad académica, como población referente, y posteriormente a otros tipos de población que permitan realizar proyecciones de magnitud industrial.

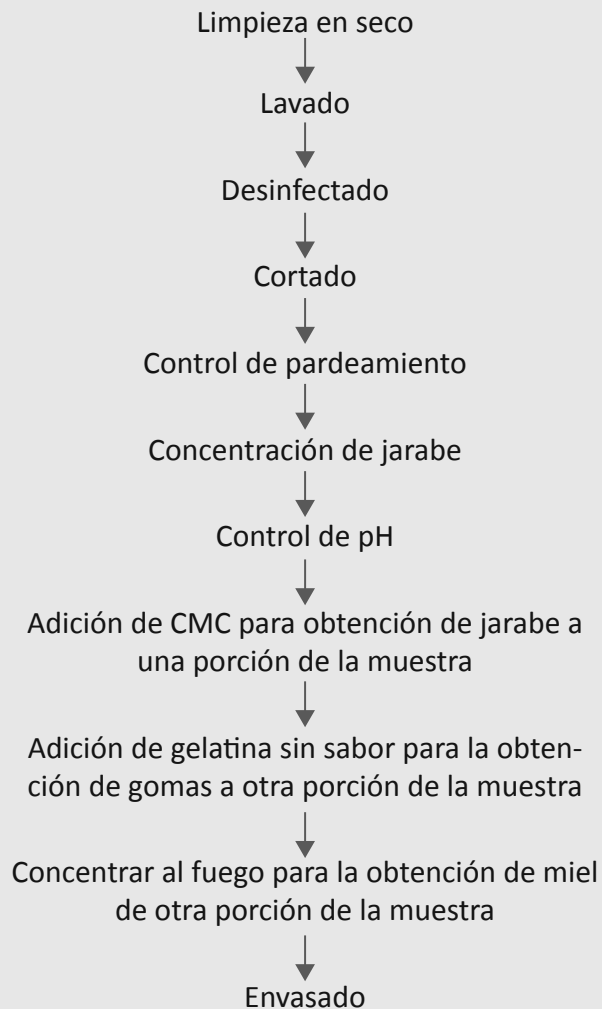
En este proceso de enseñanza-aprendizaje se relacionaron los conceptos previos de las ciencias básicas, se generaron espacios para la innovación pedagógica y se replantearon estrategias didácticas, como perder el miedo a la prueba de ensayo y error, el efectivo trabajo autónomo y en consecuencia el trabajo en equipo.

Propuesta

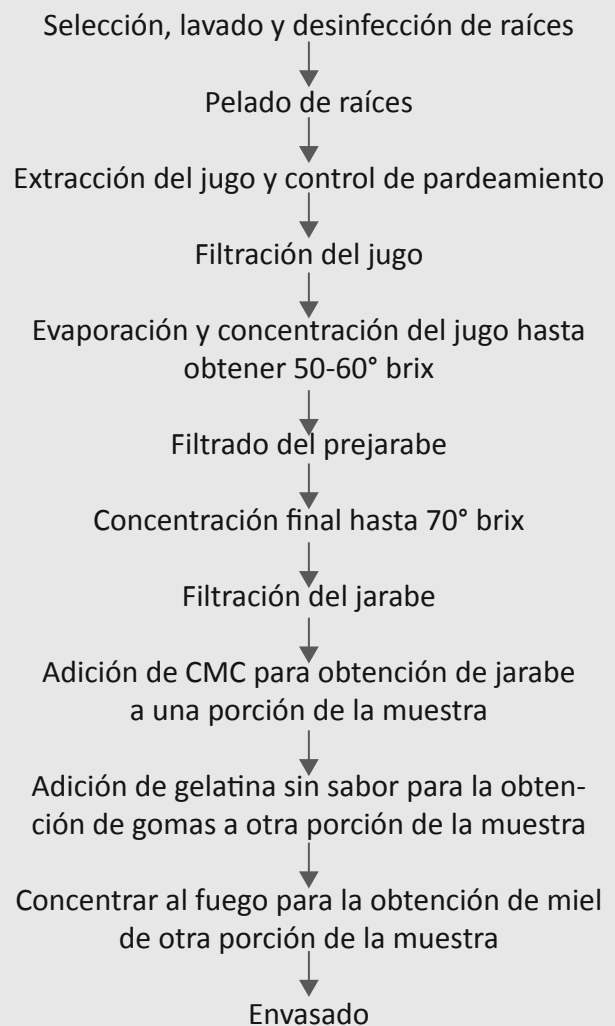
Partiendo de la experiencia obtenida en el laboratorio se diseñan los procesos para la formulación de los diversos productos obtenidos y se evidencia que la formación que se ha tenido como estudiantes de Ingeniería de Procesos Industriales les da la capacidad para analizar y estructurar una planta de elaboración de productos a base de yacón a nivel industrial y se diseñó un proceso piloto para su realización.



PROCEDIMIENTO SEGUIDO EN EL LABORATORIO



PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA UNA PLANTA PILOTO



Referencias bibliográficas

Club de Repostería. (7 de 6 de 2014). *www.clubereposteria.com*. Obtenido de <http://clubdereposteria.com/es-gelatina-sin-sabor/>

Gutiérrez Vargas Laura, V. J. (2011). *Evaluación del uso de recubrimientos lipídicos, poliméricos y refrigeración para prolongar la vida útil del yacón*. Bogotá, Colombia: Universidad de La Salle.

<http://www.quimicaweb.net/ciencia/paginas/laboratorio/material.html>. (s. f.).

Industria Química Básica. (6 de 5 de 2014). *www.iqb.es*. Obtenido de <http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/a017.htm>

Manrique, I. (1993). *Jarabe de yacón, principios y procesamiento*. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP).

Polanco, M. F. (2011). *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón colectados en la ecorregion Eje Cafetero de Colombia*. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.