

Aplicación de Centrifugación en el escalado del proceso productivo de bebida de Soya en Nilo, Colombia

Application of Centrifugation in the Escalation of the Production Process of Soy Drink in Nilo, Colombia

CARLOS ALBERTO MALAGÓN SÁNCHEZ

Ingeniero Agroindustrial

Instructor

cmalagons@sena.edu.co

WILLIAM ROLANDO RODRÍGUEZ RUIZ

Ingeniero Agroindustrial

Instructor

ingwilliamr@misena.edu.co

Fecha de recepción: 8 de julio de 2016

Fecha de evaluación: 1 de agosto de 2016

Fecha de aceptación: 23 de agosto de 2016





Aplicación de Centrifugación en el escalado del proceso productivo de bebida de Soya en Nilo, Colombia

Resumen

La bebida de soya que se obtiene en la Unidad Productiva del municipio de Nilo, se utiliza como materia prima para la elaboración de productos que se consumen en programas de seguridad alimentaria, comedores escolares y de tercera edad; la vida útil de esta bebida es corta debido a la presencia de masa (Okara), esto ocurre porque la operación de filtración, se realiza de modo artesanal y no permite separar los sólidos adecuadamente, lo que incide sobre las características organolépticas, calidad e inocuidad del producto final. El objetivo de este trabajo fue el de aplicar y validar la centrifugación en el proceso de separación de la mezcla de bebida y masa (Okara) de soya, se validó la eficiencia del proceso comparando la bebidas obtenidas en los diferentes ensayos, se comprobó que la centrifugación permite separar de manera eficiente la bebida de la masa (Okara) en el proceso de transformación del frijol de soya.

Esta iniciativa está encaminada a realizar un trabajo social en donde el Sena de Girardot, a través del desarrollo de alternativas productivas que mejoren las condiciones de trabajo y calidad en la Unidad Productiva de Nilo.

Palabras clave: separación fiso-mecánica, centrifugación, filtración, fuerza centrífuga, bebida de soya.

Abstract

The soy drink obtained in the production unit of the municipality of Nil, is used as raw material for the production of products consumed in food security programs, school canteens and senior citizens; The useful life of this beverage is short due to the presence of dough (Okara), this happens because the filtration operation, is done in a handcrafted way and does not allow to separate the solids properly, which affects the organoleptic characteristics, quality and safety Of the final product. The objective of this work was to apply and validate the centrifugation in the process of separation of the beverage mixture and soya (Okara), validated the efficiency of the process by comparing the drinks obtained in the different tests, it was verified that the Centrifugation allows to efficiently separate the beverage from the dough (Okara) in the process of soybean transformation.

This initiative is aimed at carrying out a social work in which the Sena de Girardot, through the development of productive alternatives that improve working conditions and quality in the Nilo Productive Unit.

Keywords: Fiso-mechanical Separation, Centrifugation, Filtration, Centrifugal Force, Soy Drink.

Introducción

La bebida de soya es básicamente un extracto acuoso de los componentes de la soya, frecuentemente es comparada con la leche de vaca en aspectos como el bajo costo, presencia de colesterol, bajo contenido de grasa saturada y la ausencia de lactosa que le otorgan grandes ventajas (Quicazan, 2001), a pesar de esto, algunas características sensoriales de la bebida de soya, especialmente el sabor a frijol y su contenido de oligosacáridos flatulentos, han limitado su consumo y no han permitido que en las culturas occidentales se haya popularizado como alternativa nutricional (Goldbitz, 1995).

La bebida de soya se obtiene de realizar las operaciones de hidratación del grano, molienda con agua, cocción, separación de sólidos; de este proceso se obtiene un subproducto sólido denominado "Okara", que también se utiliza en la preparación de diferentes productos de panadería y gastronomía.

En Colombia, principalmente en el Departamento de Cundinamarca, a través de la gobernación se han venido desarrollando programas nutricionales basados en la utilización de frijol de soya como base para la elaboración de productos, para los diferentes programas nutricionales, la bebida de soya es utilizada en la elaboración de jugos avenas y refrescos por su aporte nutricional enriqueciendo dichos productos.

ASPALNILO es una Unidad Productiva asociada al programa "Plantas de Soya" de la Secretaría de Desarrollo Social de Cundinamarca, es una asociación de población vulnerable ubicada en la inspección de Pueblo Nuevo del municipio de Nilo, producen refrigerios a base de soya para los estudiantes de los diferentes planteles educativos del municipio, manejando semanalmente una producción de 1.250 refrigerios con productos como avena saborizada, galletas y mantecadas, para dar cumplimiento al plan de alimentación escolar del Ministerio de Educación.

Para el proceso de obtención de la bebida de soya, la Unidad Productiva de Nilo realiza las operaciones de hidratación, cocción, molienda, separación y secado. Este proceso se realiza de manera artesanal, con equipos poco eficientes lo que genera una bebida de soya con presencia de sólidos en suspensión, el proceso de separación que se desarrolla en la Unidad Productiva, se realiza con una malla en acero inoxidable en donde también se quebranta el grano y se extraen los nutrientes, al momento de realizar esta doble operación la mezcla gana viscosidad lo que impide continuar con el proceso debido a que la capacidad del equipo no es la suficiente para generar el movimiento de quebrantado y separación como se observa en la Figura 1.

Posteriormente, de manera manual se continúa con el proceso de filtrado el cual se realiza con un lienzo de tela y un balde con escurridor en el que por presión se extrae exceso de líquido de la masa de soya, esta operación se realiza a una temperatura de 80°C, lo que dificulta su manipulación y a su vez genera un riesgo en los operarios que la realizan.



Figura 1. Proceso de quebrantado y separación de frijol de soya de la Unidad Productiva de Nilo.

Fuente: los autores.

La Unidad Productiva cuenta con un equipo de separación como se observa en la Figura 2, esta consta de:

Licuadaora portátil con eje en acero inoxidable con motor de ½ HP con 1800 r.p.m, monofásico.

Estructura tubular metálica cuadrada de 1 ½ X 1 ½ con un calibre 16 con pintura electroestática.

Unidad de filtración (canastilla) de 36X36X23 en acero inoxidable con malla 40 mesh.

Soportes para canastilla y licuadora con ganchos para colocar el descascarillador en lamina cold rolled calibre 16.

Balde con escurridor con capacidad de 30 litros.

Descripción del proceso de separación utilizado por la Unidad Productiva de Nilo

El fríjol de soya ya desactivado se introduce en la malla de acero inoxidable y se le agrega agua en una proporción de 5:1 (litros de agua: fríjol de soya). El agua se encuentra a una temperatura de 80°C, se activa el equipo de licuado y se realiza el proceso, de quebrantado y extracción de nutrientes en caliente, es de anotar que se debe retirar bebida de soya para agregarla de nuevo al proceso y que no se detenga el equipo debido a aumento de la viscosidad de la mezcla, esto se realiza en un periodo de tiempo de 15 minutos.

Durante el proceso de extracción se realiza el primer filtrado ya que la bebida pasa a través de la malla de acero inoxidable, el residuo (Okara) que queda dentro de la malla, posteriormente se realiza la operación de eliminación del exceso de agua de la masa manualmente con un lienzo y un escurridor, como se

observa en la Figura 3, para que por presión se realice la extracción total de la bebida de soya, este procedimiento puede tardar de 15 a 20 minutos manipulando los productos.

La obtención de bebida de soya en la Unidad Productiva con la tecnología que utiliza actualmente, tiene una eficiencia del 45% de acuerdo a lo expresado por la Unidad Productiva y se ha dificultado ya que los productos obtenidos presentan sólido totales (15%) y residuos de Okara de acuerdo a los análisis realizados. Sumado a lo anterior el elevado contenido nutricional origina que los productos obtenidos sean altamente perecederos, por estas razones se generan altas pérdidas debido a que dichas unidades no cuentan con la tecnología adecuada y necesaria para adecuar y almacenar de manera óptima la bebida de soya, así



Figura 2. Equipo utilizado en la separación de masa y leche de soya. Unidad Productividad de Nilo.

Fuente: los autores.

mismo los equipos y el desarrollo del proceso que hacen parte de la planta procesadora, no cumplen en su mayoría con lo estipulado en la resolución 2674 de 2013 (Capítulo II “Equipos y Utensilios”, artículo 8 al 10 Resolución 2674 de 2013, por el cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones). Por esta razón, se propone



Figura 3. Separación a presión con lienzo y escurridor.
Fuente: los autores.

aplicar la centrifugación como método de separación físico-mecánico en la obtención de bebida de soya.

La centrifugación consiste en hacer girar un objeto en torno al eje cambiando de dirección constantemente en donde se produce una aceleración aún cuando la velocidad rotacional sea constante, esta fuerza centrípeta está dirigida hacia el centro de rotación. Si el objeto se hace girar en un recipiente cilíndrico, el contenido de fluidos y sólidos desarrollan una fuerza igual y opuesta, llamada fuerza centrífuga, hacia las paredes del recipiente, es aquí cuando se

genera la sedimentación o precipitación de las partículas a través de una capa de líquido o la filtración de un líquido a través de un lecho o torta de filtrado en el interior de una cámara de rotación perforada (C. Geankoplis, 1998).

En el presente trabajo, se aplicó la centrifugación como proceso de separación de los sólidos de la bebida de soya, variando la velocidad de centrifugación con el fin de determinar cuál es la variable ideal de proceso, se realizaron pruebas de laboratorio para determinar los sólidos totales y análisis organolépticos, para contrastar el producto obtenido con la bebida de soya bajo las condiciones técnicas de la Unidad Productiva y determinar la eficiencia del proceso.

Material y métodos

Para la validar la aplicación de la centrifugación en el proceso de transformación de frijol de soya en la etapa de separación, se comparó el método actual de la Unidad Productiva de Nilo con el propuesto, se tomaron muestras de la bebida de soya en diferentes batches de producción de la Unidad Productiva de Nilo, donde se tomaron las diferentes muestras.

Las características del equipo utilizado para la aplicación de la centrifugación son: centrifuga en acero inoxidable con capacidad de 100 - 200 Kg/h, construido en acero inoxidable 304 calibre 304, estructura calibre 14 placas 3/16, con un tamiz de orificio de 0,5 mm, longitud de 400 mm, diámetro de 250 mm, con potencia de motor de 4 hp, voltaje 220 con altura de 700 mm, ancho de 500 mm, velocidad variable de 1500 a 1700 RPM y rodamientos en acero inoxidable.

Para hallar el punto de partida y realizar el balance de materia inicial y de esta manera determinar la eficiencia del proceso escalado, se hidrató 1 Kg de soya seca durante un periodo de 6 horas a una T de 35°C, se escaldaron durante 4 minutos con agua a 80°C, posterior se realizó la molienda en caliente durante

15 minutos con una relación de agua frijol de 6:1, y se realizó la cocción de la mezcla durante 30 minutos, la actividad siguiente fue la de hacer pasar la mezcla por la centrífuga como se observa en la Figura 4, en donde se aplica centrifugación en el proceso de separación y se separa la bebida de soya y se obtiene el residuo (Okara), durante este proceso se validaron las velocidades de 1500, 1600 y 1700 R.P.M, en lapsos de tiempo de 1 a 5 minutos, para determinar los parámetros ideales de la aplicación de la centrifugación en el proceso escalado, a continuación se describen los parámetros de proceso para realizar la validación:

Fríjol de soya seco:	1 Kg
Hidratación:	6 horas
Fríjol hidratado:	2 Kg
Relación de Agua/Frijol:	6:1
Mezcla de entrada a la centrífuga:	8 Kg

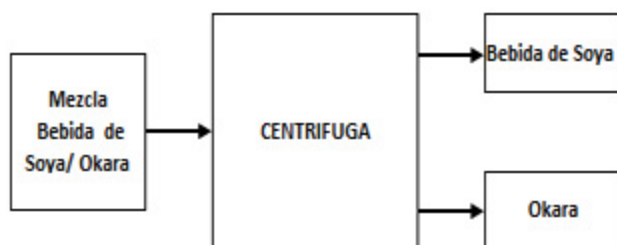


Figura 4. Proceso de separación con la aplicación de centrifugación.
Fuente: los autores.

Métodos de referencia laboratorio (Análisis realizados en el laboratorio NUTRIANALIS).

Sensorial: Prueba que consistió en dejar reposar 500 ml de bebida de soya por un periodo de 15 minutos y posteriormente verificar si se había sedimento a través de la verificación visual y de tacto.

Humedad: Pérdida de masa al secado T 105°C / 4 horas, Método interno.

Proteína: Protein (Crude) in Animal Feed, Combustion Method, AOAC Official Method 990.03, Cálculo de proteína $N \times 6.25$.

Proteína soluble: Determinación de nitrógeno soluble por método de Kjeldahl, NTC 3682 (2006-09-12) 7.

Solubilidad de la proteína en KOH: Alimento para animales. Torta de soya, NTC 3682 (2006-09-12) 7.7.

Grasa: Extracción de grasa por soxhlet, Método interno.

Grasa: Fat in Fig Bars and Raisin-Filled Crackers, AOAC Official Method 945.44.

Esta prueba se realiza para determinar la cantidad de sólidos no grasos presentes en la bebida de soya y se esta manera realizar la comparación entre el proceso manual y el escalado.

Sólidos totales: Solids (total) in milk, AOAC Official Method 925.23, Hidrólisis Ácida-Extracción por Mojonier.

Material y métodos

En la Tabla 1 se muestran los resultados de los análisis de las muestras tomadas a la Unidad Productiva de Nilo con el proceso de separación manual.

Tabla 1. Resultados de las muestras de bebida de soya del proceso de separación manual de la Unidad Productiva de Nilo.

Muestra	Grasa %	Sólidos No Grasos %	Sólidos Totales %
1	1,49	9,01	10,5
2	1,52	10,78	12,3
3	1,46	10,34	11,8
4	1,5	9,3	10,8
5	1,48	10,22	11,7
PROMEDIO	1,49	9,93	11,42

Fuente: los autores.

Se observa una alta cantidad de sólidos totales en la bebida de soya, un promedio de 11,42%, que al retirar la grasa que es un producto bastante importante dentro de la composición nutricional de la soya el promedio es de 9,93%, al realizar la prueba sensorial se pueden apreciar a la vista el sedimento y al tacto gránulos, esto repercute sobre la vida útil y la calidad de los productos que se realizaran con esta materia prima.

En la Tabla 2 se presentan los valores promedio de la aplicación de centrifugación a 1500, 1600 y 1700 R.P.M en intervalos diferentes de tiempo y su incidencia en el % de sólidos totales como patrón de eficiencia del proceso escalado.

Tabla 2. Resultados de la aplicación de centrifugación a diferentes velocidades en el proceso escalado.

Muestra	1500 R.P.M	1600 R.P.M	1700 R.P.M
	Sólidos totales %	Sólidos totales %	Sólidos totales %
1	7,08	6,752	5,72
2	7,05	6,58	5,63
3	7	6,35	5,41
4	6,92	6,12	5,3
5	6,81	5,96	5,3

Fuente: los autores.

En la Figura 5 se aprecia el comportamiento de los sólidos totales a diferentes velocidades en intervalos de tiempo de un minuto, al contrastar el % de sólidos totales se evidencia que en la medida que se va aumentando la velocidad de centrifugación los sólidos totales presentes en la bebida de soya disminuyen hasta que se toman una tendencia constante lo que permite determinar que el mejor tiempo de proceso corresponde a 5 minutos a una velocidad de 1.700 R.P.M, al realizar las pruebas sensoriales no se evidencia Okara en la bebida.

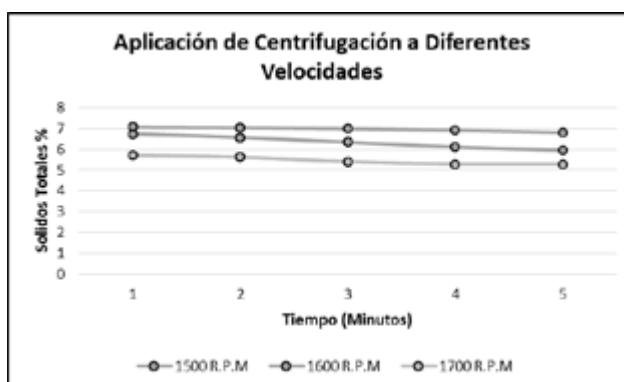


Figura 5. Comportamiento de la centrifugación a 1.500 R.P.M Vs sólidos totales presentes en la bebida de soya.
Fuente: los autores.

En la Tabla 3 se presenta el cálculo de las eficiencias obtenidas teniendo como base los pesos obtenidos en cada repetición y se calcula respecto a la mezcla de entrada que corresponde a 8 Kg de mezcla, como se observa en el balance de materia de la Figura 6.

Tabla 3. Cálculo de la eficiencia por ensayo realizado en el Equipo de Separación Centrífuga.

Ensayos	Cantidad de bebida obtenida Kg	Cantidad de residuo obtenido Kg	Eficiencia %
1	5200	2800	65
2	5160	2840	64,5
3	5144	2856	64,3
4	5200	2800	65
5	5240	2760	65,5
6	5280	2720	66
7	5184	2816	64,8
8	5208	2792	65,1
9	5200	2800	65
10	5176	2824	64,7
PROM	5199	2801	65

Fuente: los autores.

El análisis de los resultados obtenidos permitió demostrar que la implementación de centrifugación en la separación de los sólidos de la bebida tiene en

promedio una eficiencia de 65%, esto indica que la implementación de centrifugación en el proceso de transformación de frijol de soya permite obtener productos con características óptimas para poder ser incluidos como materia prima en las formulaciones de los productos que procesa la Unidad Productiva de Nilo.

Considerando el balance de materia, se tiene:

M= Mezcla
BS= Bebida de soya
OK= Okara

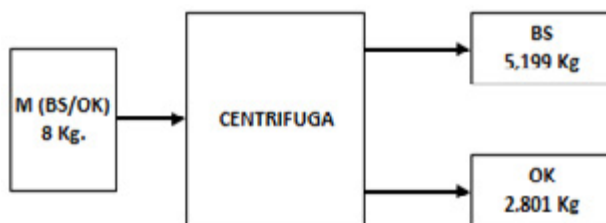


Figura 6. Balance de materia con los promedios obtenidos en el proceso escalado.

Fuente: los autores.

En la Figura 6 se observa el balance de materia con los datos promedio resultado de la implementación de centrifugación en el proceso escalado, en donde entra una mezcla de 8 Kg de mezcla de bebida y Okara posterior a la centrifugación a 1700 R.P.M con un tiempo de 5 minutos se obtuvieron 5,199 Kg de bebida de soya y 2,801 Kg de residuo (Okara).

Conclusiones

El estudio permitió concluir que la aplicación de la centrifugación en el proceso de separación de los sólidos de la bebida de soya es un método eficiente en donde se logra obtener un producto sin residuos de Okara.

La velocidad y tiempo del proceso de centrifugación óptimo es de 1.700 R.P.M durante 5 minutos, a estas condiciones los sólidos totales tienden a ser constantes.

El proceso escalado presentó una eficiencia del 65% aproximadamente, mientras que el proceso manual tiene una eficiencia del 45%, lo que permite demostrar que la aplicación de centrifugación en el proceso de separación mejora las condiciones de trabajo disminuyendo los tiempos de operación.

Es recomendable que la Unidad Productiva de Nilo, acceda a este tipo de tecnología, pues le permitirá mejorar las condiciones de proceso y calidad de la bebida de soya que producen.

Referencias

- Quicazan, M. (2012). *Aplicación de fermentación láctica como alternativa en el desarrollo de bebidas de soya en Colombia*. Trabajo de grado. Doctorado en Ingeniería. Área Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.
- Becerra, L. & Leguía, C. (2000). *Validación del proceso para la producción de una bebida de soya y utilización de subproductos*. Trabajo de grado. Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.
- C.J. Geankoplis. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Tercera edición. México. CECSA. Capítulo 14, Procesos de separación físico-mecánica, p. 884.

