

Validación del proceso de las unidades productivas transformadoras de fríjol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, Cundinamarca

Validation of the process of transforming production units soybeans in the municipalities of La Mesa and Nilo, Cundinamarca

WILLIAM ROLANDO RODRÍGUEZ RUIZ

Ingeniero Agroindustrial

ingwilliamr@misena.edu.co

CARLOS ALBERTO MALAGÓN SÁNCHEZ

Ingeniero Agroindustrial

cmalagons@sena.edu.co

Fecha de recepción: 11 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 17 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 23 de agosto de 2015





Validación del proceso de las unidades productivas transformadoras de fríjol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, Cundinamarca

Resumen

Las unidades productivas transformadoras de fríjol de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, beneficiarias del programa de plantas procesadoras de soya de la Secretaría de Desarrollo Social de la Gobernación de Cundinamarca, cuentan con una tecnología de tipo artesanal que no permite controlar ninguna variable de proceso.

Lo anterior repercute directamente en la calidad fisicoquímica e inocuidad de la leche y la masa obtenida, la problemática se evidenció en la necesidad de establecer la factibilidad de diseñar un equipo de fácil operación que garantice la inocuidad y calidad de los productos obtenidos.

Palabras clave: plantas procesadoras de soya, análisis físico-químico, soya, procesamiento de plantas, factores antinutricionales.

Abstract

Transformative production units soybeans in the municipalities of La Mesa and Nilo program beneficiaries processing plants Soya secretary of social development of Cundinamarca which is focused on significantly reducing the levels of malnutrition in communities most vulnerable in the department have artisan technology that cannot control any process variable.

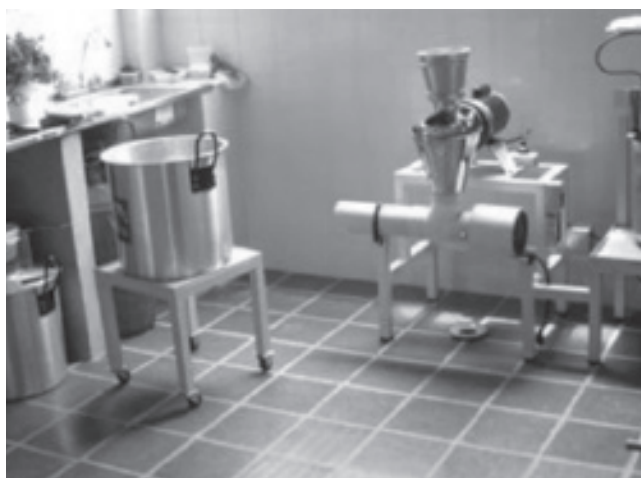
This has a direct impact on the physicochemical quality and safety of milk and the mass obtained, which later were used as raw material for the production of bakery products and nutraceutical drinks, according to the problems evidenced the need to establish the feasibility of designing an easy operation team to guarantee the safety and quality of the products obtained.

Keywords: Quality, Physicochemical Analysis, Safety, Soybean Processing Plants, Nutraceutical Beverages, Soy, Anti-Nutritional Factors.

1. Introducción

Las unidades productivas del programa Plantas Procesadoras de Soya de los municipios de La Mesa y Nilo realizan el proceso de transformación de un modo artesanal, sin métodos de medición, control y por baches; esto genera una alta manipulación de la leche y la masa de soya, lo que repercute a nivel fisicoquímico y microbiológico en los productos obtenidos.

Figura 1. Planta para el procesamiento del frijol de soya.



Fuente: Club Rotario los Laureles.

Las unidades productivas cuentan con un equipo básico para el procesamiento que consta de:

- Estructura tubular metálica cuadrada de 1 ½ X 1 ½ con un calibre 16 con pintura electroestática.
- Molino para triturado y preparación de la masa con motor-reductor de ¾ HP monofásico.
- Mesa auxiliar con radachines en ángulo de 1 ½ X 1 ½ Calibre 16 con unas dimensiones de (50 X 50) cm por 60 cm de alto con pintura electroestática.
- Licuadora portátil con eje en acero inoxidable con motor de ½ HP con 1800 r.p.m, monofásico.
- Descascarillador, unidad para separación y recolección de cascara fabricado en plástico y PVC, con un sistema de ventilación, con un ventilador de 14 cm de diámetro y 110 V.
- 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.
- Estufa de dos puestos con dos quemadores.

Tabla 1. Factores antinutricionales del grano de soya crudo.

Factor	Naturaleza química	Sensibilidad al calor	Efecto fisiológico
Inhibidores de tripsina	Oligopéptida	Media y alta	Aumenta la secreción intestinal, causa hipertrofia del páncreas
Factor hemoaglutinante (Lectinas)	Polipéptida	Mediana	Cubre la superficie absorbente del epitelio intestinal, diarreas
Lipoxigenasas	Péptida	Alta	Cataliza la oxidación de la grasa y la formación de peróxidos
Factores alergénicos	Proteína	Alta	Factor de predisposición de diarrea en recién nacidos
Fitatos	Carbohidratos	Ninguna	Bloquea la absorción de Mg, Mn y Zn
Saponinas	Glicosidas	Ninguna	No significativo
Ureasa	Oligopéptida	Mediana	No es antinutricional. Indicativo de la actividad de los otros

Fuente: (Certificación 2000; Cheftel *et al.*, 1989).

- Calderos de aluminio fundido, con unas dimensiones de 40X40 cm con una capacidad de 50 litros con una válvula de bola (para homogenizar la leche).

A nivel fisicoquímico la soya es una materia prima muy importante debido a su alto valor nutricional, dentro de su composición podemos encontrar altos contenidos de proteína, carbohidratos, fibra y minerales entre otros.

Para realizar la obtención de la masa y de la leche de soya, previamente se debe hidratar, este proceso causa en el frijol de soya la activación de una serie de factores antinutricionales que causan reacciones adversas en la salud del consumidor de estos productos. Los factores más destacados son la tripsina, ureasa, lipoxigenasa y solubilidad de la proteína; la temperatura y el tiempo son las condiciones de proceso más determinantes a la hora de controlar dichos factores, ya que por su naturaleza son sensibles a la exposición de temperaturas (Cheftel, *et al.*, 1989; K. Liu, 2004).

La importancia de inactivar radica en gran medida en la contrariedades que pueden causar a la salud si no se inactivan de una manera adecuada. El inhibidor de la tripsina tiene grandes implicaciones en el valor nutricional de la soya tanto para el hombre como para los animales, pues involucra la digestibilidad; la fisiología del páncreas, glándula productora de la mayoría de las enzimas digestivas, se afecta notablemente y se evidencia su hipertrofia ante la ingestión continua de soya o derivados con el inhibidor activo.

No se conoce muy bien cómo se genera esta hipertrofia, pero se sabe que el agente que media entre las enzimas y el páncreas es la colecistoquinina, hormona producida en el epitelio endocrino del yeyuno y cuando los niveles de tripsina se reducen, automáticamente, esta hormona se libera e induce en el páncreas a la producción de más tripsina. Si el

consumo del inhibidor es repetido, se genera la hipertrofia del páncreas y su debilitamiento (Cheftel, *et al.*, 1989; K. Liu 2004).

La ureasa es conocida como una de las mayores causas de las patologías inducidas por *Helicobacter pylori*, debido a que su ureasa facilita la supervivencia de esta bacteria a los bajos pH del estómago durante su colonización y por lo tanto juega un papel importante en la patogénesis de úlceras gástricas, que en algunos casos pueden conducir a un cáncer (Mobley, H., *et al.*, 1995; Follmer 2008).

La medición de la actividad de la enzima ureasa (expresada como ΔpH) se emplea como indicativo de efectividad del tratamiento térmico y tiene una alta correlación con la actividad del inhibidor de tripsina; en la soya cruda tiene un valor de 2,0 para productos con algún tratamiento térmico, de 1,0 y para alimentación de animales se aceptan valores inferiores a 0,098 (ICONTEC, 1985; Matrai, *et al.*, 1996; Wijeratne 1995; Perilla, 1996).

La proteína que se encuentra en la soya se destaca por su alto nivel dentro de las leguminosas, por su gran aporte de aminoácidos esenciales y por su gran solubilidad. Sin embargo, la evaluación de su calidad biológica en el momento del consumo constituye un criterio determinante de su capacidad real como alimento.

El índice de calidad de la proteína de soya conocido como solubilidad de la proteína en KOH, es un índice muy utilizado en la nutrición de animales monogástricos. La muestra, con un contenido de proteína conocido, se dispersa en una solución de KOH y se evalúa la proporción de proteína que logra pasar a la solución. Cuando la soya se encuentra cruda, la solubilidad en KOH del orden del 100%, mientras que si está sobrecalentada el valor se reduce considerablemente (inferior a 70%) y en pruebas con animales se correlaciona con bajos índices de desarrollo (Araba, M. Dale, 1990).

Sin embargo, aunque es difícil establecer valores óptimos, se considera que si la solubilidad se encuentra entre 75 y 85%, la proteína de la soya está adecuada para proporcionar una buena nutrición (Shen, 1976). Esto se ha comprobado mediante correlaciones con pruebas *in vivo*, con pollos y cerdos especialmente. En pruebas en pollos se ha establecido que valores más altos, entre 85 y 89% puede ser adecuado para animales adultos, que son más resistentes a los factores antinutricionales (Dudley. W., 2003). En cerdos, valores inferiores al 66% en la solubilidad de la proteína de soya mostraron una muy baja eficiencia en el aprovechamiento de la proteína (Parsons, *et al.*, 1991). Valores inferiores a 74% reflejan una pérdida apreciable de lisina disponible para el animal (Căpriță, R. Căpriță, A. Crețescu 2010; Ruiz, Belalcazar, *et al.*, 2004).

Los equipos y el desarrollo del proceso que hacen parte de la planta procesadora no cumplen en su mayoría con lo estipulado en el decreto 3075/97 (título II "Condiciones básicas de higiene en la fabricación de alimentos", capítulo II "Equipos y utensilios", artículo 10 al 12)¹.

Por esta razón, se propone determinar la factibilidad de diseñar un equipo de fácil operación que cumpla con la legislación alimentaria colombiana vigente, de fácil manejo y mantenimiento, que reduzca la manipulación excesiva dentro del proceso, pero que a su vez controle los parámetros de tiempo y temperatura que permitan la apropiada inactivación de los factores antinutricionales presentes en el frijol de soya.

2. Material y métodos

El desarrollo de esta iniciativa está encauzada a realizar un trabajo social en el cual las plantas procesadoras

de soya de los municipios de La Mesa y Nilo, que asesora el Sena, Centro de la Tecnología del Diseño y la Productividad Empresarial de Girardot, a través del Programa Jóvenes Rurales, puedan desarrollar un trabajo apropiado y ético dentro de sus unidades productivas, para de esta manera garantizar los productos que se entregan en los diferentes programas nutricionales en los que participan.

2.1. Obtención de masa y leche de soya

Se utilizó el frijol de soya que habitualmente procesan y del cual no saben su origen, con base en la experiencia de las unidades productivas de los municipios de La Mesa y Nilo, se procedió a obtener masa y leche de soya de acuerdo al proceso que utilizan para la transformación del frijol de soya.

Figura 2. Unidad Productiva municipio de Nilo, proceso de extracción.



Fuente: los autores.

¹ Decreto 3075 de 1997 "Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones, el siguiente texto: modificado parcialmente por el decreto 1175 de 2003.

2.2. Descripción del proceso

Remojo. Se realizó a la temperatura de 24° C para el municipio de La Mesa y 27 °C en el municipio de Nilo, por un lapso de 8 horas en una proporción 3:1 (tres partes de agua x una de soya).

Primer lavado. Esta operación se realiza con el fin de retirar el polvo la tierra y partículas físicas que se puedan presentar durante el remojo.

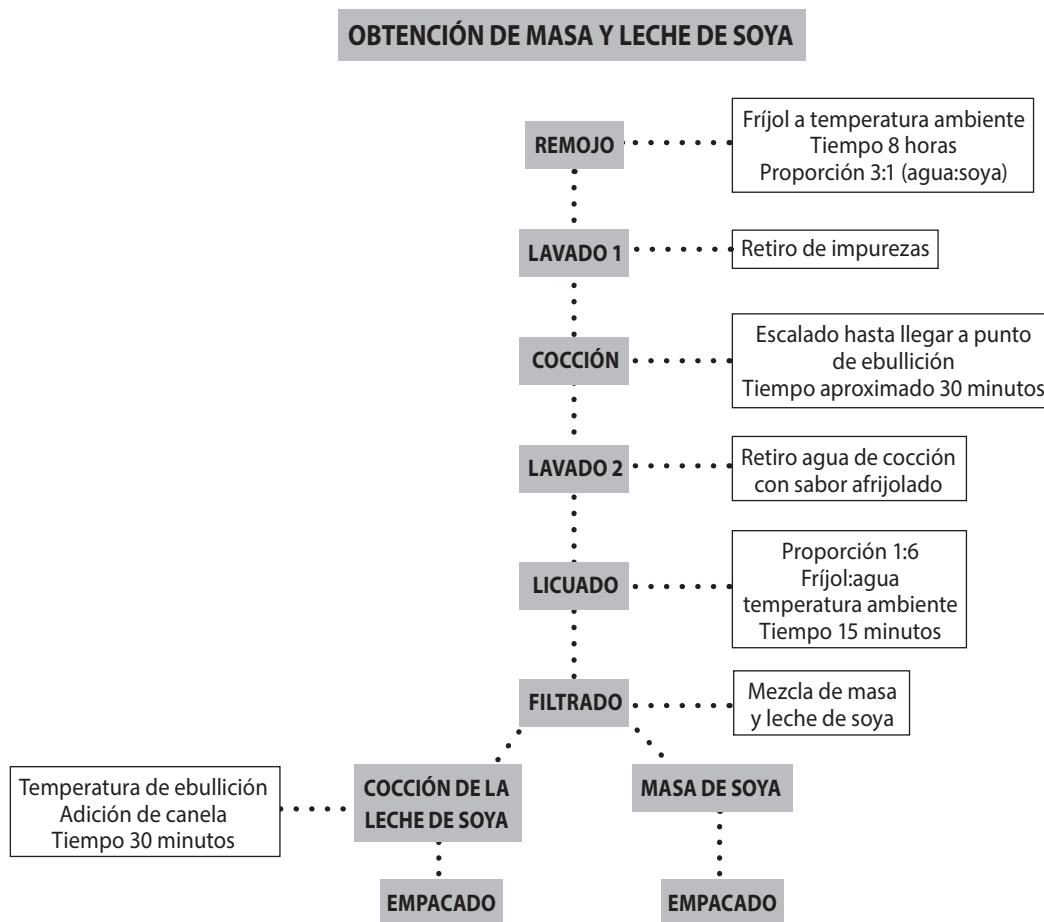
Cocción. Se realiza en agua a temperatura de ebullición por un periodo aproximado de 30 minutos con el fin de cocinar la soya.

Segundo lavado. Tiene como fin retirar el agua de la cocción que es de color amarillento y la cual presenta un olor afrijolado fuerte.

Licuada. El grano de soya cocido con agua se tritura con una licuadora de alta velocidad a una proporción de 1:6 (Una parte de soya x 6 de agua potable a T° ambiente) por un periodo de 15 minutos con el fin de lograr una buena extracción.

Filtrado. La mezcla obtenida de masa y leche resultado del proceso de licuado se somete a un filtrado en una maya de acero inoxidable con el propósito de separar la masa de la leche.

Figura 3. Diagrama de proceso de la obtención de masa y leche utilizado por las unidades productivas de La Mesa y Nilo.



Fuente: los autores.

Cocción. Esta operación se realiza a la leche a temperatura de ebullición por un periodo de 30 minutos, se adiciona canela para enmascarar el sabor afrijolado presente.

Empacado. La masa cocida se empaca en bolsas resellables para conservarlas en congelación, la leche de soya se empaca en botellas de Pet para conservarlas en refrigeración.

Para la validación del proceso de las unidades productivas se tomaron muestras de masa y leche en cada de una de ellas, en diferentes intervalos de tiempo con una diferencia de 5 minutos a temperatura de ebullición, se determinó la inactivación los factores antinutricionales como la tripsina, ureasa y solubilidad de la proteína.

2.3. Métodos de referencia

Actividad de Ureasa. Fríjol soya y sus subproductos. Determinación de la actividad de la ureasa, NTC 771 (2000-08-30).

Proteína. Protein (crude) in Animal feed, combustion method, AOAC official method 990.03, cálculo de proteína N x 6.25.

Inhibidores de Tripsina. Inhibidores de Tripsina Alimentos, método interno basado en norma ISO 14902.

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

3. Resultados

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la inactivación de la tripsina, ureasa y solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva de La Mesa.

En la Tabla 3 se observan los resultados de la inactivación de la tripsina, ureasa y solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva de Nilo.

Tabla 2. Actividad de los factores antinutricionales presentes en la Unidad Productiva de La Mesa.

Tiempo (min)	Inhibidor de Tripsina (UTI/mg)	Solubilidad de la Proteína (%)	Ureasa (ΔpH)
0	0,34	83,3	2,55
5	0,31	77,42	2,33
10	0,27	74,54	1,8
15	0,23	65,67	1,38
20	0,2	60,79	0,76
25	0,19	51,91	0,43
30	0,2	48,03	0,01

Fuente: los autores.

Tabla 3. Actividad de los factores antinutricionales presentes en la Unidad Productiva de Nilo.

Tiempo (min)	Inhibidor de Tripsina (UTI/mg)	Solubilidad de la Proteína (%)	Ureasa (ΔpH)
0	0,34	83,3	2,55
5	0,32	76,64	2,13
10	0,28	69,98	1,7
15	0,25	63,32	1,28
20	0,22	56,66	0,85
25	0,17	50	0,43
30	0,16	43,34	0

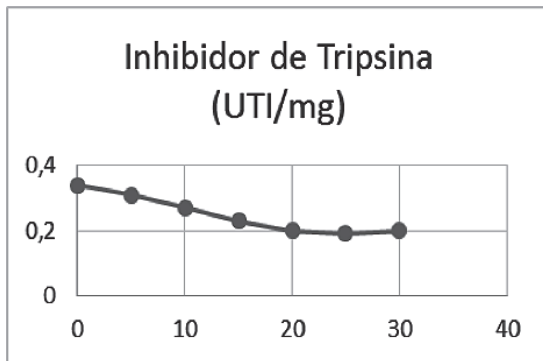
Fuente: los autores.

En las figuras 4 y 7 se aprecia el comportamiento del inhibidor de tripsina en las unidades productivas estudiadas.

En la figura 5 y 8 se observa el comportamiento de la solubilidad de la proteína en las unidades productivas estudiadas.

En la figura 6 y 9 se ve el comportamiento de la ureasa de la proteína en las unidades productivas estudiadas.

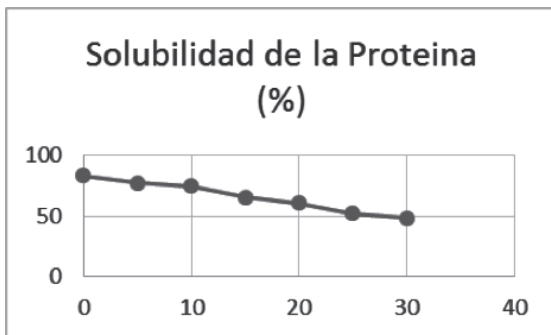
Figura 4. Comportamiento del inhibidor de tripsina Unidad Productiva La Mesa.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 4, el inhibidor de tripsina disminuye a medida que aumenta el tiempo llegando al nivel permitido (<0.20 mg TI/g) en un lapso de tiempo de 30 minutos.

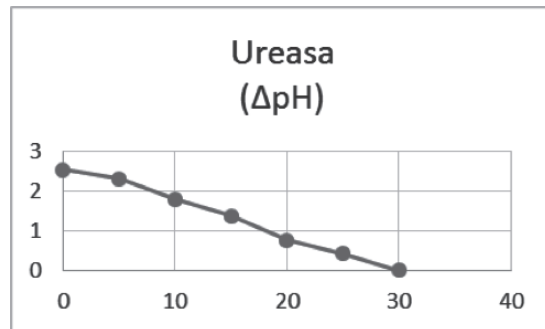
Figura 5. Comportamiento de la solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva La Mesa.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 5, la solubilidad de la proteína disminuye de una manera abrupta en la medida en que aumenta el tiempo de cocción a la temperatura de ebullición del municipio de La Mesa ($96,12^{\circ}\text{C}$), lo que indica que por el exceso de calentamiento, este factor disminuye a 48,03 lo que se encuentra muy por debajo del rango ideal permitido que es de (75-85%).

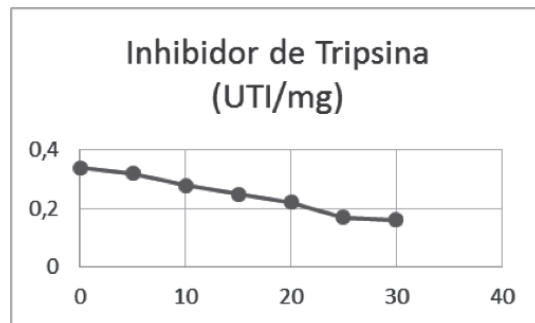
Figura 6. Comportamiento de la ureasa en la Unidad Productiva La Mesa.



Fuente: los autores.

En la Figura 6 se observa que el comportamiento de la ureasa disminuye al punto de llegar a 0 en un periodo de tiempo de 30 minutos, es decir que se inhibe completamente a las condiciones de proceso de la Unidad Productiva.

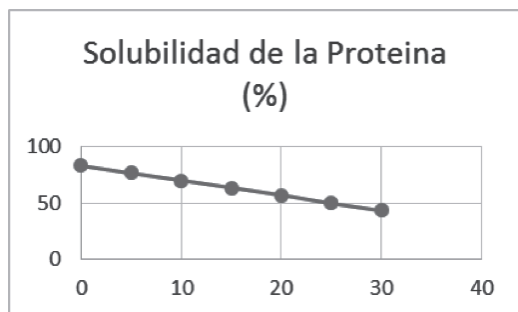
Figura 7. Comportamiento del inhibidor de tripsina en la Unidad Productiva Nilo.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 7 el inhibidor de tripsina disminuye a medida que aumenta el tiempo llegando al nivel permitido (<0.20 mg TI/g) en un lapso de tiempo de 30 minutos.

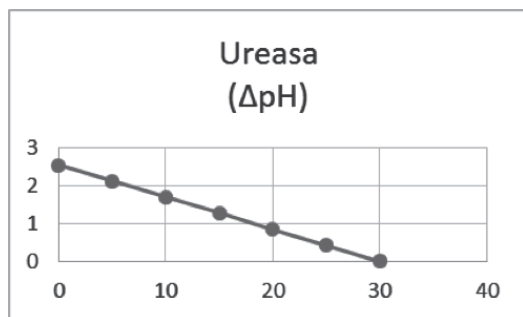
Figura 8. Comportamiento de la solubilidad de la proteína en la Unidad Productiva Nilo.



Fuente: los autores.

Como se observa en la Figura 8, la solubilidad de la proteína disminuye a tal punto, que por el exceso de calentamiento a temperatura de ebullición del municipio de Nilo (98,9 °C) en lapso de 30 minutos, llega a un nivel de 43,34 lo que se encuentra muy por debajo del rango ideal permitido que es de (75-85%).

Figura 9. Comportamiento de la ureasa en la Unidad Productiva Nilo.



Fuente: los autores.

En la Figura 9 se observa que el comportamiento de la ureasa disminuye con el tiempo hasta llegar a un valor de 0 en las condiciones de proceso de la Unidad Productiva, es decir que se inhibe completamente.

4. Conclusiones

El proceso que vienen adelantando las unidades productivas de La Mesa y Nilo, con la tecnología actual y de acuerdo a los análisis realizados, cumple con la inactivación del inhibidor de tripsina y la enzima ureasa. Sin embargo, debido a que no hay un control adecuado de la temperatura y el tiempo, la calidad de la proteína no es adecuada, lo que repercute directamente en la calidad nutricional de los productos que se elaboran con la leche y la masa, esto influye directamente en la razón de ser de las plantas procesadoras de soya.

Se propone realizar el estudio de factibilidad del diseño de un equipo que controle las variables de tiempo y temperatura, además de mejorar las condiciones de proceso con el fin de proporcionar la tecnología adecuada para la sostenibilidad de las unidades productivas en términos de calidad e inocuidad de los productos fabricados.

5. Bibliografía

- Araba, M., Dale, N. (1990). *Evaluation of Protein Solubility as an Indicator of Overprocessing Soybean Meal*. *Poult Sci*, 69, pp. 76-83.
- Becerra, L. y 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.
- Căpriță, R. Căpriță, A. Crețescu, I. (2010). *Protein Solubility as Quality Index for Processed Soybean*. *Animal Science and Biotechnologies*, 375-378(1), pp. 375-378.
- Cheftel, J.C. y Cuq, J. L., Lorient D. (1989). *Proteínas Alimentarias*. Zaragoza. España. Acribia.

- Dudley-Cash, W. A. (2003). *Calidad de la harina de soja*. Ganadería, (23), pp. 56-62. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Calidad+de+la+harina+de+soja#0> [Accessed December 28, 2011].
- Follmer, C., (2008). *Insights into the Role and Structure of Plant Ureases*. Phytochemistry, 69(1), pp. 18-28.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1985). Prueba de Ureasa.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas. (1980). *Final report on the Colombian-Netherlands Project for "The Utilization of Soybean Proteins for Human Consumption"*. Bogotá. Colombia.
- Matrai, T., Kokai, S. & Salamon, I. (1996). *Practical Quality Control of Fullfat Soybean Meal*. Budapest, Hungary.
- Mobley, H. L., Island, M. D. & Hausinger, R. P. (1995). *Molecular Biology of Microbial Ureases*. Microbiol. Rev., 59, pp. 451-480.
- Parsons, K. et al. (1991). *Soybean Protein Solubility in Potassium Hydroxide: an In Vitro Test of In Vivo Protein Quality*. Journal of Animal Science, 69(7), pp. 2918-2924.
- Perilla, N. (1996). *Contribución a la definición de los parámetros de calidad de la soya integral para la alimentación animal*. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá.
- Quattrocchi, O., Abelaira, S. y Laba, R. (1992). *Introducción a la HPLC. Aplicación y práctica*. Buenos Aires, Argentina: Artes gráficas Farro.
- Quicazan M. (2012). *Aplicación de fermentación láctica como alternativa en el desarrollo de bebidas de soya en Colombia*.
- Robinson, R. (1975). *Yogurt: A Review of its Manufacture*. J. Soc. Dairy Technol. 28, pp. 149-163
- Shen, J. L. (1976). *Soy Protein Solubility: the Effect of Experimental Conditions on the Solubility of Soy Protein Isolates*. Cereal chemistry, 53(6), pp. 902-909.
- Wijeratne, W. (1995). *Composition of the Soybean*.