

Equipo automático para empacar panela pulverizada en stick pack

Automation team for pulverized brown panela stick pack

Gamboa, Wilson¹., Luque, Angelica² y Gómez, Ana Milena².

Fundación Universitaria de San Gil - UNISANGIL, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería
Programa Ingeniería Mantenimiento, Ingeniería Electrónica
San Gil, Colombia

wgamboa@unisangil.edu.co

aluque@unisangil.edu.co

agomez2@unisangil.edu.co

Recibido: 17 de diciembre de 2012

Aceptado: 22 de octubre de 2013

Resumen — Se presentan los resultados del proyecto de investigación cuyo producto es un equipo automático para empacar panela pulverizada*. El prototipo de empaque de panela pulverizada de tres vías en Stick Pack, dosifica, llena, sella y corta bolsas tipo almohada (Stick Pack) a partir de una bobina de polipropileno biorientado. El control automático del proceso de empaque se realiza con un PLC XBM DR16A, el cual monitorea y controla las variables de dosificación, tiempos, temperatura del termosellado, velocidad de rodillos, volumen y presión del sistema neumático. Adicionalmente, el equipo cuenta con una interfaz hombre máquina HMI, touch panel MT6070IH, donde se registrarán las condiciones de operación del sistema, monitorización de las variables del proceso y control del mismo. El prototipo en condiciones de máxima operación, alcanzará un rendimiento de 180 empaques stick pack por minuto, equivalente a 60 Kg/hora, mediante éste, se podrá competir con alternativas de comercialización diferentes a las tradicionales, garantizando calidad y un mercado más estable con mejores precios, ya que abarca con facilidad el sector comercial y los diferentes estratos sociales.

Palabras clave — Stick pack, panela pulverizada, polipropileno biorientado, empaque de panela pulverizada

Abstract — The results of the research project whose product is an automatic team introduces a pack powdered panela. The prototype three-way packaging Stick Pack of pulverized panela, dose, fill, seal and cut bags Pillow (Stick Pack) from a biooriented coil. The automatic control of the packing process is performed like using the PLC XBM DR16A, which monitors variables and controls dosage, time, sealing temperature, roller speed, volume and pressure of the pneumatic system. Additionally, the prototype has a Human Machine Interface HMI touch panel MT6070IH to register the system operating conditions, monitoring of process variables and control. The prototype at maximum operation, will reach a yield of 180 packages per minute stick pack, equivalent to 60 kg / hour by the package type Stick Pack of pulverized panela it will be

* Este proyecto fue financiado por Colciencias y la empresa CEMAPACK en la convocatoria 502-2010 BANCO DE PROYECTOS Y PROGRAMAS I+D+I - MODALIDAD COFINANCIACIÓN - 2010.

¹ Director Grupo IDENTUS.

² Investigador programa Ingeniería de Mantenimiento.

able, to compete with alternatives other than traditional marketing, ensuring product quality and a more stable market with better prices, more easily reach the commercial sector and the various social strata

Keywords — Stick pack, pulverized panela, biooriented polypropylene, packaging pulverized panela.

I. INTRODUCCIÓN

La panela es un producto tradicional de excelentes beneficios nutricionales pero con escasa tecnología incorporada en los procesos de producción, embalaje y distribución. Por sus características físico-químicas; debe embalsarse apropiadamente para mantener sus propiedades organolépticas y conservar su vida útil antes de llegar al consumidor final dentro o fuera del país. Debido a la higroscopicidad de la panela, la temperatura y la humedad relativa tienen gran influencia en su conservación, pues a medida que pasa el tiempo de almacenamiento absorbe humedad, ablandándose y cambiando de color, favoreciendo la disminución de sacarosa y generación de microorganismos como bacterias, hongos y levaduras.

La presentación en stick-pack, es una forma comercial de ofertar productos en polvo, líquidos, semilíquidos y granulados que permite a los consumidores, obtener dosis personalizadas, ahorrando del 25 al 35% del material de envoltura, en comparación con los empaques tipo sachet. En la actualidad existen diversos equipos comerciales para empaque, pero ninguno para panela pulverizada.

El prototipo de empaque de tres vías en stick pack, está acompañado de un sistema de secado de panela, que garantiza menos del 3% de humedad, condición que evita obstrucciones en el momento de dosificarla. El prototipo mide, llena, sella y corta bolsas tipo almohada a partir de

una bobina de polipropileno biorientado, material que por sus características de barrera, puede ser usado en panela en bloque, granulada y pulverizada, aumentando su vida útil.

El control automático del proceso de empaque, se realizó con el PLC XBM DR16A, el cual monitorea y controla las variables de dosificación, tiempos, temperatura del termosellado, velocidad de rodillos, volumen y presión del sistema neumático. Adicionalmente, el prototipo cuenta con una interfaz hombre máquina HMI, touch panel MT6070IH, donde se registran las condiciones de operación del sistema, monitorización de las variables del proceso y control del mismo. El prototipo en condiciones de máxima operación, debe alcanzar un rendimiento de 180 empaques stick pack por minuto, equivalente a 60 Kg/hora.

El modelo se presenta como un equipo totalmente innovador y pionero en el control de las variables físicas que intervienen en el empaque de panela pulverizada, aspecto fundamental, que hasta el momento ha generado dificultades en el proceso productivo, limitando la incursión de los productores hacia otros segmentos del mercado, que en la actualidad no han sido satisfechos plenamente. Mediante el empaque tipo Stick Pack de panela pulverizada, se podrá competir con alternativas de comercialización diferentes a las tradicionales, garantizando la calidad del producto y un mercado más estable con mejores precios, llegando con mayor facilidad al sector comercial y a los diferentes estratos sociales.

II. CARACTERÍSTICAS DE EMPAQUE DE LA PANELA

Una de las cualidades de la panela es la higroscopicidad, lo que hace que el producto absorba o pierda humedad por su exposición al ambiente; ello depende de las condiciones climáticas del medio (temperatura / humedad) además de la composición del producto. A medida que ocurre el daño en la panela por absorción de humedad, ésta se ablanda, cambia de color (tono claro pasa a verdoso), disminuye la sacarosa y aparecen microorganismos como bacterias, hongos y levaduras. La panela granulada y/o pulverizada tiene un contenido de humedad menor que el de panela en bloque, por tanto; mayor capacidad de absorción. Por lo anterior, su protección debe ser mayor, es decir con materiales de características físicas que no permitan su interacción con el ambiente y con muy baja transferencia de humedad.

En los últimos años el material preferido para el empaque de alimentos ha sido polímero, remplazando al papel, metales o vidrio. Los polímeros abarcan materiales naturales y sintéticos, de los cuales una pequeña parte es apta para el embalaje, es decir, solo una parte de ellos cumplen con las propiedades adecuadas para la protección de los alimentos durante la distribución.

Se estableció que los polímeros idóneos para la aplicación tipo stick-pack son los que dependen de la temperatura, es decir los termoplásticos, puesto que son

reticulados con una estructura amorfa o semi-cristalina y pueden ser fácilmente deformables por medio de calor y presión, pueden soportar varios ciclos de calentamiento (polímero fundido y enfriamiento) para convertirse en sólido sin pérdidas significativas en sus propiedades. La mayoría de los polímeros termoplásticos son utilizados en el envasado de alimentos. [1]

Actualmente, la panela a nivel mayorista se comercializa en cajas de cartón y al detal. Existen materiales que ofrecen mayor durabilidad al producto. Algunos que permiten conservar la humedad, los grados brix, el pH y no favorecen la inversión de la sacarosa son el polietileno coextruido y el cryovac, los cuales conservan la panela durante más tiempo y en mejores condiciones. El mejor material para empaque de panela pulverizada es el laminado de Polyester-Tereftalato de polietileno- Polietileno (PPMet), seguido del Polipropileno Biorientado (PPPBO). Sin embargo se recomienda el PPBO por ser menos costoso, viable para una mediana y pequeña producción. Para exportación de la panela, los productores deben explorar las opciones de empaques biodegradables, tomando en cuenta que los consumidores de esta línea de productos pagan un poco más para preservar el ambiente. Dentro de algunas de los empaques biodegradables más destacados está el polímero Biomax, el cual por sus características de barrera puede ser usado tanto para panela en bloque como para panela granulada (ver tabla 1) [2].

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE POLÍMEROS BIODEGRADABLES

Materiales	Transmisión de oxígeno. cc/24h/m ²	Transmisión de vapor de agua. gm/24h/m ²
Polietileno metalizado	<1200	1,1
Cryovac	8,548	2,18
Biomax	2,2	5
Polipropileno biorientado	1,8	5,6
PLA polimer 4041 D Biaxilly oriented films	550	128
PLA polimer 4040 D Biaxilly oriented films	550	128

Fuente: Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. CORPOICA

El empaque no solo debe contribuir con la inocuidad y calidad de la panela, sino también con la caracterización del producto pues permite rotularlo o etiquetarlo. El rotulado debe contener información sobre el nombre completo del producto e ingredientes, marca comercial, nombre y ubicación del trapiche panelero, número de lote o fecha de producción, condiciones de conservación y declaración del contenido neto de acuerdo con la normatividad vigente. Al respecto, se estudiaron documentos relacionados con la manipulación y proceso de embalaje de alimentos, más especialmente de panela como: Guidance to the Commission Regulation (EC) No 450/2009 of 29 May 2009 [3], Resolución número 0002546 del 11 de agosto del 2004 expedida por el Ministerio de Protección Social sobre requisitos sanitarios [4], Resolución 779 de 2006, Buenas prácticas agrícolas -BPA- Buenas prácticas de manufactura

–BPM en la producción de caña y panela [5] así como la Resolución 4121 del 16 de septiembre de 201.

III. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO

A. Equipos de empaque comerciales relacionados

En Colombia se encuentra gran variedad de empresas que importan y fabrican máquinas de empaque para productos como granos, harinas, productos de pastelería, panela tradicional y pulverizada, entre otros. Su comercio y costos varían de acuerdo a la marca, rendimiento (materia prima empacada por unidad de tiempo) y sistema, sin embargo, aún no existe en el mercado una máquina de empaque de panela pulverizada en stick pack, pues las creadas son para empaque en sachet, prototipo que presenta desventajas referente a costos, a desperdicio del material que se utiliza para empacar y falta de garantía en el control del porcentaje de humedad afectando directamente la calidad y vida útil de la panela, puesto que se producen hongos, mal sabor y mal olor entre otros aspectos organolépticos después de un largo periodo de haberse empacado el producto. Otra desventaja que presentan las empacadoras tipo sachet es su limitada versatilidad y eficiencia, ya que presentan problemas de atascamiento del producto en sus dosificadores, es decir, al manejar panelas pulverizadas con porcentajes de humedad mayores al 5% ésta comienza a pegarse en las paredes de los dosificadores de la máquina hasta llegar a una obstrucción total en la salida, razón por la cual, para el desarrollo del presente proyecto se cuenta con un sistema de secado que evita tal problemática.

B. Consideraciones de diseño y construcción

El prototipo de empaque de tres vías en stick pack está acompañado de un sistema de secado o deshidratado que garantiza el porcentaje de humedad de la panela pulverizada reduciéndolo en menos del 2%, es decir, aumentando el tiempo de vida útil del producto.

Una de las ventajas de realizar este proceso en el producto, es evitar que se atasquen los dosificadores que realizan la caída de la panela pulverizada al empacarla.

El sistema de secado se diseñó y construyó a partir de radiación infrarroja. Se caracteriza por ser libre de gas o cualquier otro tipo de combustible, además de su bajo consumo de energía. Luego de pasar el producto por el secador, se transporta por un ducto que lo lleva al sistema de dosificación volumétrico, donde se realiza el desembogue en cada una de las tres vías. El sistema de dosificación está comprendido por diferentes dispositivos que ayudan a que el sistema neumático para el dosificado sea eficiente y confiable, como por ejemplo: cilindros en acero inoxidable, electroválvulas, reguladores de caudal, presostatos y un compresor.

Cada una de las tres vías de empaque está compuesta por el mismo número de rodillos que suministran el material para ello, del mismo modo, contiene una fotocelda que da la orden para realizar el corte de cada uno de los stick pack al pasar el indicador. Cada rollo de empaque tiene impreso un indicador de color negro al que la fotocelda detecta para ordenar el corte de cada tubo formado.

El empaque es un polipropileno biorientado, material idóneo para el empaque de alimentos higroscópicos entre otras cosas porque su uso por unidad es mínimo. Cada tubo de stick pack utiliza un rectángulo (largo 100 mm y ancho 80 mm). El proceso de empaque tiene un rendimiento de 90 a 120 unidades/min, es decir, entre 30 y 40 sobres por minuto por vía, que sumando la cantidad de producto, equivalen a 60 Kg/hora.

C. Sistema de dosificación y suministro de material para empaque

Está controlado automáticamente para garantizar el suministro continuo de panela. La dosificación volumétrica es una solución básica, simple y económica, dentro de los diferentes tipos de dosificación. El material se retiene en una tolva que alimenta un volumen constante en un tiempo preestablecido mediante la regularización de la velocidad del dosificador. El volumen del material se determina mediante calibración. El proceso de la dosificación depende de la uniformidad del flujo y densidad del material, que para el caso de materia prima en presentación granular o en polvo, es la más recomendada [1].

El sellado de los sobres se realiza con una película de papel, la cual es halada por medio de un sistema regulable (tiempo, tensión, longitud, etc.) y la velocidad es controlada por el PLC, que permite “acelerar” y “desacelerar” según la velocidad del equipo y la fase de trabajo (parada y arrancada), con lo que se garantiza una longitud exacta y homogénea del stick pack durante toda la producción [6]. En la figura 1, se presenta el esquema de sellado vertical, sistema de dosificación y corte.

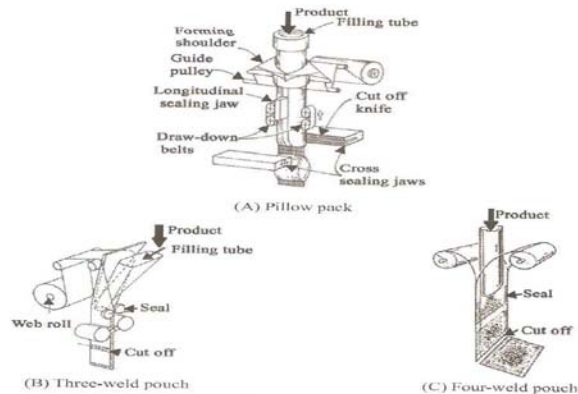


Fig. 1 Tipos de sellado vertical a) Componentes mecánicos del sistema de dosificación, b) tipo stick-pack, c) corte

El sistema de sellado cuenta con el sensor TL46-WL-815 (fotocelda multicolor) que se caracteriza por una

excelente resolución, debido a su emisión LED RGB, su bajo tiempo de respuesta y alta velocidad de conmutación. Este sensor, es desarrollado en una carcasa de metal resistente con fijación estándar, compuesta de 3 pulsadores de ajuste, 4 indicadores LED, gráfico de barras y ajuste manual del umbral, el cual alcanza una frecuencia de conmutación de 30kHz. Adicionalmente, el sistema de sellado cuenta con una mordaza de sellado transversal guiada por cilindros neumáticos independientes. La distancia entre mordazas es regulable según el volumen seleccionado de panela. La barra de sellado transversal es activada neumáticamente mediante regulación de presión. El sistema de adherencia y corte se realiza con una platina soldante de alta resistencia usada para material tipo polipropileno biorientado y cuchilla de corte de bolsa activado electrónicamente.

D. Resultados

Una de las consideraciones más importantes en la selección de los materiales de construcción del prototipo, es la asepsia que deben cumplir los equipos diseñados para producción y transformación de alimentos. Para el diseño de la máquina se eligió acero inoxidable AISI 304 por ser austenítico ya que garantiza las condiciones de inocuidad del producto (Min Salud, 1997), [7]

El diseño mecánico de cada uno de los componentes del prototipo se realizó con el uso de software Solid Work de acuerdo con las especificaciones técnicas generadas en el análisis de información (dimensiones, volúmenes, materiales) y la asesoría recibida por el personal técnico de la empresa CEMPACK.

En las figuras 2 y 3, se presentan fotografías de la vista frontal y lateral del equipo, donde se aprecia, el sistema de llenado, empaque, sellado y sistema de suministro de plástico. Adicionalmente, se muestra el touch panel para el monitoreo y control de las variables del sistema.



Fig. 2 Vista frontal prototipo stick-pack

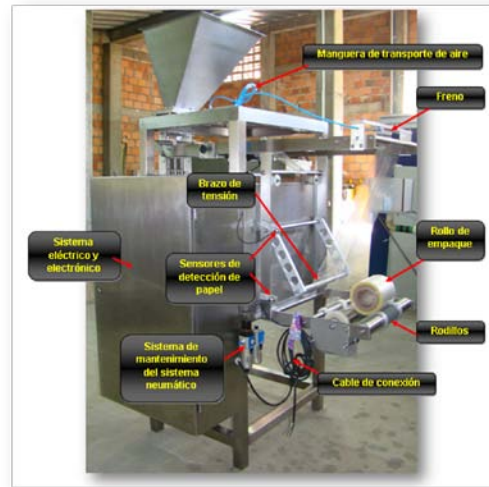


Fig. 3 Vista lateral prototipo stick-pack

IV. CONCLUSIONES

En el proceso de diseño y construcción del prototipo, se tuvieron en cuenta las variables que afectan el empaque de la panela pulverizada, por tanto, uno de los parámetros fundamentales es la humedad, la cual se contrarrestó implementando un pre-proceso de enfriamiento y secado para evitar problemas de condensación de humedad, desarrollo de microorganismos y compactación. El porcentaje de humedad de la panela debe ser menor al 2,7%, pues de éste depende la eficiencia de la máquina empacadora y el tiempo de vida útil del producto.

Mediante la masificación del empaque tipo Stick Pack de panela pulverizada se empieza a competir con alternativas de comercialización diferentes a las tradicionales, garantizando la calidad del producto y un mercado más estable con mejores precios, llegando con más facilidad al sector comercial y a los diferentes estratos sociales.

Como resultado se obtuvo una herramienta tecnológica, económica y asequible para el sector panelero, que permitirá a los pequeños y medianos productores diversificar su producto con calidad y mejores posibilidades de llegar a otros segmentos del mercado. Además, los resultados del proyecto pueden ser aplicados a otras regiones o incluso al sector panelero nacional.

REFERENCIAS

- [1] Lee, D. Yam, K. and Piergiovanni, L. *Food Packaging Scienc and Technology*. Edit CRC Press. EUA, pp. 25. ISBN 978-0-8247-2779-6. 2008.
- [2] García, B. Vanzanten, C. "Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera. CORPOICA. website. [Online]. Available: http://books.google.com.co/books?id=HavGX8wguv4C&pg=PA73&pg=PA73&dq=polimero+biorientado+para+panela&source=bl&ots=nZ78GE4hJn&sig=7geBS6Ab2zIjlySOkuxqaP_9Cd4&hl=es&ei=RO_UTsnBAYK6tgeKxdX7AQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CBoQ6AEwAA#v=onepage&q=polimero%20biorientado%20para%20panela&f=false. 2007

- [3] European Commission. @Guidance to the commission regulation (ec) No 450/2009 of 29 may 2009 on active and intelligent materials and articles intended to come into contact with food". website. [Online]. Available:
http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/foodcontact/docs/guidance_active_and_intelligent_scofcah_231111_en.pdf. 2009.
- [4] Ministerio de Salud, 1997. DECRETO 3075
- [5] Osorio, G. "Manual técnico buenas prácticas agrícolas -BPA- y buenas prácticas de manufactura-BPM. FAO". website. [Online]. Available:
http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Manual_Cana_y_Panela_FAO-MANA_2007.pdf 2007
- [6] Moyer, G. "Encyclopedia Of Packaging Technology.. In: M Bakker". Edit The Wiley. Third edition, Edited by Kit L. Yam A John. New York. pp 545. 1996
- [7] Norma Técnica Colombiana NTC 3111. Productos agrícolas Panela. 2009.
- [8] Osorio, G. "Manual técnico buenas prácticas agrícolas -BPA- y buenas prácticas de manufactura-BPM. FAO". website. [Online]. Available:
http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/Manual_Cana_y_Panela_FAO-MANA_2007.pdf. 2007.