

REINGENIERIA EN EL PROCESO DE CONGELACIÓN DE RODAJAS DE BANANO EN UN TUNEL DE LECHO FLUIDIZADO.

Mariuxi Riquero Aguirre,¹ Priscila Castillo Soto²

¹ Ingeniera de Alimentos 2005

² Directora del Tesis. Ingeniera de Alimentos, Escuela Superior politécnica del Litoral, 2001, Maestría en Bélgica, Universidad Leuven 2004, Profesor de ESPOL desde 2001, pcastil@espol.edu.ec.

RESUMEN

El proyecto que se propone es el de realizar una Reingeniería en una línea de producción de banano congelado en rodajas en un túnel de lecho fluidizado. El producto en mención está dirigido exclusivamente al mercado internacional con exigencias de calidad muy alta y precios competitivos.

Con el fin de cumplir las especificaciones requeridas, es necesario realizar una separación del producto que presenta irregularidades (grumos) posterior al proceso de congelación. Esta separación genera desperdicios cercanos al 15%, lo cual recae sobre los rendimientos de la fruta. Por lo que, es inminente la necesidad de reducir los desperdicios separados luego de la congelación para aumentar el rendimiento y la calidad del producto final.

El proyecto comenzará con el análisis de la situación actual de la línea de producción y la evaluación del diagrama de flujo del proceso para determinar las posibles causas del problema de calidad en el producto final. Se empleará la herramienta de calidad "Espina de pescado" donde se involucra las 5M de los procesos: Maquinarias, Mano de obra, Medio ambiente, Materia prima y Métodos de trabajo. Una vez, determinadas las causas se plantearan acciones correctivas que contribuyan a mejorar la calidad del producto, los rendimientos y eficiencia del equipo.

BRIEF

This Project treats about a Reengineering of a production line that produces frozen bananas in a tunnel of fluidized bed. This product is orientated to exclusively international market with high requirements of quality and competitive prices.

In order to satisfy the specifications required, is necessary to make a separation of the product that presents irregularities after the end of the frozen process. This separation produces wastes nearly to the 15%, that affect the performance of the fruit. Because of that, is critical the need to reduce the separated wastes after of the freezing in order to increase the performance and the quality of the final product.

This project is going to start with the analysis of the current situation of the production line and the evaluation of the flow process diagram in order to determine the possible causes that produce this quality problem in the final product. Additional, this study contains the use of the quality tool "Fishbone Diagram" that permits to analyze: machineries, people, environment, materials and methods. Once, that the causes are identified, the action plan is going to be elaborated in order to improve the quality of the product, the performance and the efficiency of the machinery.

INTRODUCCIÓN

El producto rodajas congeladas de banano viene presentando problemas de calidad en cuanto al acabado en su superficie externa, este defecto de calidad que se describe como “Grumos” tiene un porcentaje máximo permitido es de un 25% en el producto terminado, para conseguir este porcentaje es necesario realizar una clasificación del producto luego de la etapa de congelación que es donde se da lugar a la formación de este defecto. Como consecuencia de la formación de estos grumos, durante la etapa de inspección del producto final aproximadamente un 15% del producto terminado es desechado; debido a estas pérdidas los rendimientos del producto terminado son bajos (41- 43%) comparados con el estándar de 51-53%.

Adicional a lo anteriormente mencionado el túnel de congelación del producto no se encuentra trabajando óptimamente, por lo que la eficiencia de producción se encuentran por debajo de la capacidad de diseño del equipo. Todo esto recae sobre los costos operativos influyendo directamente sobre el precio del producto final.

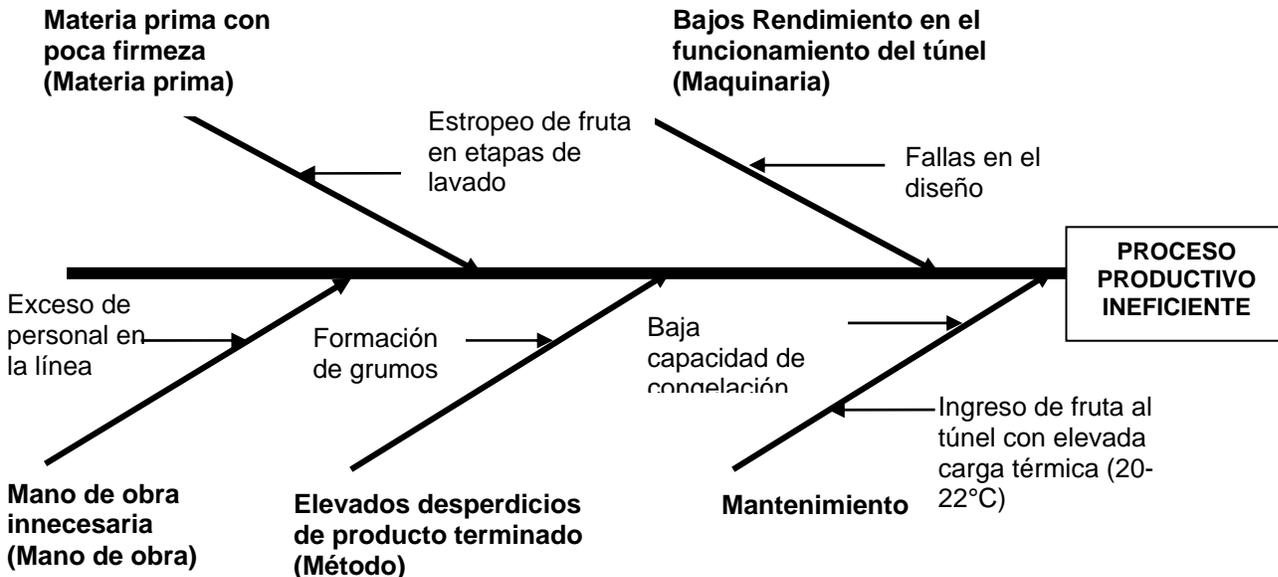
Considerando que una de las características más importantes evaluada por los clientes es el acabado del producto terminado y sus precios, se plantea realizar una reingeniería en la línea de producción de rodajas de banano congelado con la finalidad de obtener un proceso con la mayor eficiencia y el menor desecho posible, junto con un producto que este acorde a las exigencias del mercado internacional tanto en calidad como en precio.

CONTENIDO

En virtud de los problemas anteriormente mencionados en cuanto a calidad de producto, bajos rendimientos y baja eficiencia del túnel de congelación en la línea de elaboración de rodajas congeladas de banano se procederá a realizar un análisis de cada uno de estos problemas encontrados en la línea para determinar las causas y así posteriormente plantear acciones correctivas. Para ello se empleara el diagrama de Análisis CAUSA-EFECTO donde el problema principal son las ineficiencias presentadas en la línea de producción.

En la figura 1 se muestra el análisis de causa-efecto realizado al proceso de elaboración de rodajas congeladas de banano.

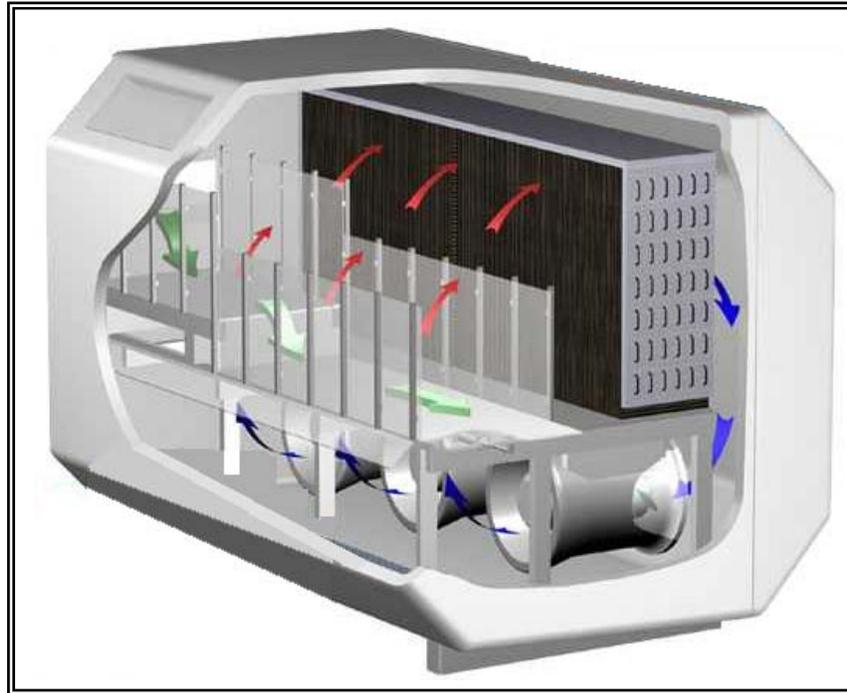
FIGURA 1
DIAGRAMA CAUSA EFECTO “PROCESO DE RODAJAS CONGELADAS DE BANANO



Previo al análisis de las causas mencionadas en el diagrama CAUSA-EFECTO se realizara una explicación del funcionamiento del túnel de congelación y sus partes, en virtud que una parte del análisis se enfoca en este equipo, en la FIGURA 1 se muestra las partes y esquema de congelación del equipo.

FIGURA 1

TUNEL DE CONGELACIÓN DE LECHO FLUIDIZADO



1.- POSIBLES CAUSAS QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN

En el análisis causa-efecto de la figura 1 se muestra las posibles causas que están ocasionando que el proceso productivo sea ineficiente, estas causas engloban tres problemas específicos en función de los cuales se realizara los siguientes análisis con la finalidad de conocer de una manera más explícita cuales son los problemas que se están produciendo en la línea, estos análisis son:

- a) Análisis de baja calidad en el producto terminado
- b) Análisis de costos operativos adicionales
- c) Análisis de bajo rendimiento en el producto terminado

a) Análisis de baja calidad en el producto terminado

La formación de estos grumos se debe al desprendimiento de pequeñas partículas de banano las cuales se adhieren a las rodajas durante el proceso de congelación en el túnel. Este desprendimiento se debe a la pérdida de firmeza de la fruta durante su trayectoria antes de la congelación donde sufre golpes en algunas etapas previas.

La pérdida de firmeza y desprendimiento de fruta ocasiona además el taponamiento de los orificios de las placa de congelación (3 mm de ϕ) cuando la fruta ingresa al interior del túnel, impidiendo la correcta circulación de aire a través de los mismos. Los taponamientos de los orificios de las placas impiden la circulación del aire frío no

permitiendo la congelación total del producto generándose paradas no programadas en la línea de producción y por consiguiente reprocesos.

- ❖ **CAUSA:** Pérdida de firmeza durante la etapa de lavado al recibir golpes durante el volteo en las tinajas y prolongado tiempo de contacto de la fruta con el agua.
- ❖ **ACCION CORRECTIVA:** Cambio en la metodología de lavado, cambiar las tinajas por lavado con mangueras con aspersores.

b) Análisis de los costos operativos adicionales

Costos generados por la eficiencia de equipo

Eficiencia del equipo

El equipo en la actualidad está procesando con una eficiencia aproximada del 70%, por lo que los kilos obtenidos de producto terminado es menor. Las temperaturas en el interior del túnel de congelación oscilan entre los -22 y -24 °C lo que también contribuye a no poder incrementar los volúmenes de producción ya que la temperatura mínima para un producto congelado es de -18 °C.

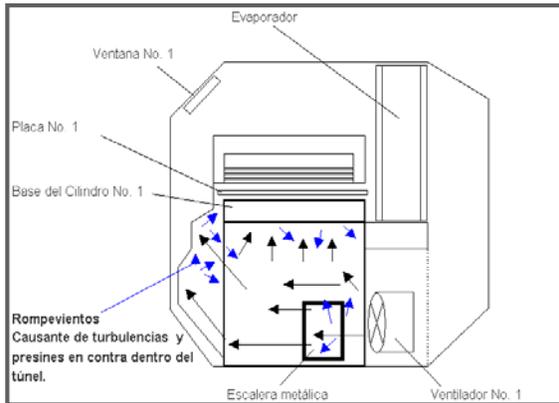
CAUSA

Se debe a fallas en el diseño del túnel de congelación que pueden ser observadas en las figuras 2 y 3, Como se puede apreciar en ambas figuras 2 y 3 la ubicación de escaleras frente a los ventiladores obstaculiza el flujo normal de aire causando desviación del mismo en diferentes direcciones.

Otro punto que contribuye a disminuir la eficiencia de trabajo del equipo es el ingreso de aire a mayor temperatura ($22-24$ °C) al interior del túnel de congelación (ver figura 4 y 5), esta entrada de aire caliente se da tanto en el área de ingreso de las rodajas de banano al túnel y a la salida de las mismas como producto terminado, este aire caliente ocasiona variaciones de temperaturas durante el proceso de congelación además de acelerar el proceso de formación de escarcha en el evaporador con el pasar de las horas, es así que luego de 6-7 horas de haber arrancado la línea de producción se tiene que realizar el proceso de DEFROST (descongelamiento del túnel de Congelación), ocasionando la parada de la línea y haciendo menos eficiente el equipo.

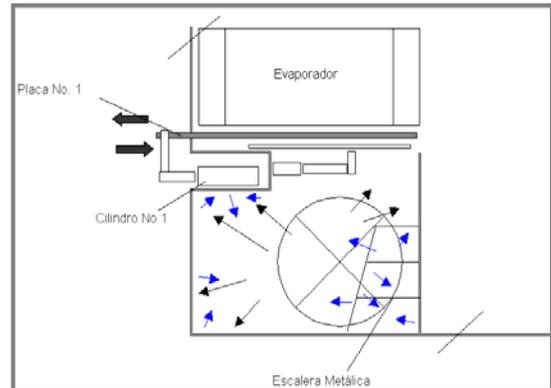
Las fallas de diseño y la temperatura la fruta afectan el coeficiente convectivo de transferencia de calor, este coeficiente influye directamente en los tiempos de congelación y por ende estos a su vez en la eficiencia del trabajo del equipo (1).

**FIGURA 2
VISTA FRONTAL DEL TUNEL**



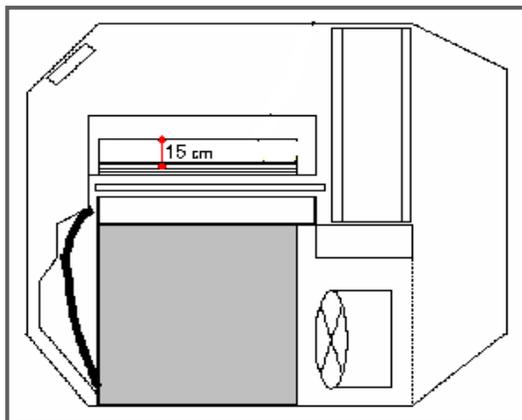
Elaborado por: Mariuxi Riquero A.

**FIGURA 3
VISTA LATERAL DEL TUNEL**



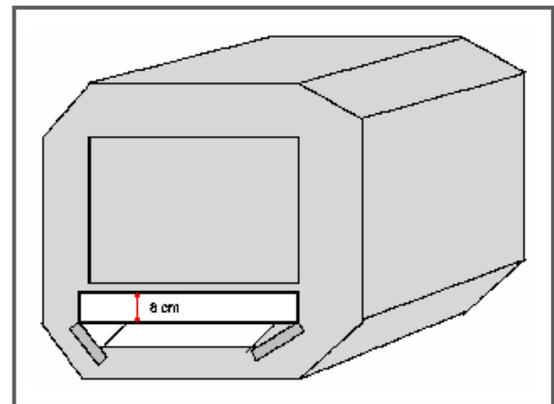
Elaborado por: Mariuxi Riquero A.

**FIGURA 4
INGRESO DE AIRE #1**



Elaborado por: Mariuxi Riquero A.

**FIGURA 5
INGRESO DE AIRE #2**



Elaborado por: Mariuxi Riquero A.

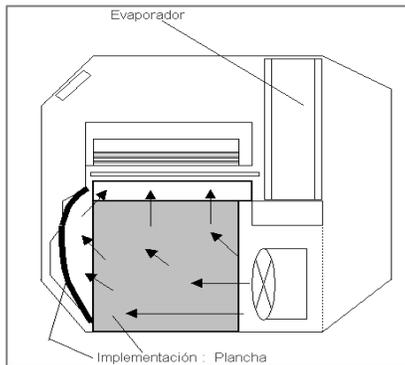
ACCIONES CORRECTIVAS

1.- Se colocaron 2 planchas de acrílico para evitar las desviaciones de aire, una antes de llegar a la pared del túnel y otra debajo de los cilindros que dan movimiento a las placas de congelación como se aprecia en la figura 6 y 7.

Al colocar las planchas de acrílico se impide que el aire se desvíe a otras zonas y pierda fuerza direccionando el flujo de aire hacia la placas de congelación haciendo más eficiente el proceso de congelación al tener ahora un mayor flujo de aire disponible para congelar el producto en menor tiempo.

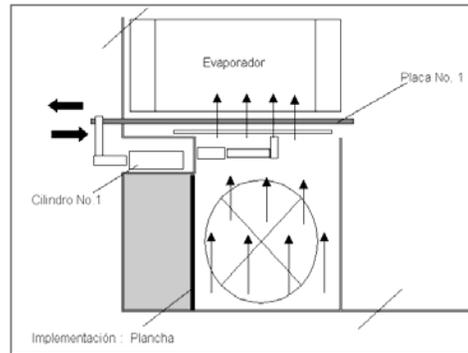
2.- El segundo cambio que se realizó que fue la eliminación de las escaleras que estaban ubicadas en el interior del túnel, al eliminar las escaleras la circulación del aire no se ve obstaculizada y desviada en otras direcciones permitiendo que el flujo de aire sea continuo y en una dirección.

FIGURA 6
VISTA FROTAL DEL TUNEL (Cambios)



Elaborado por: Mariuxi Riquero A.

FIGURA 7
VISTA LATERAL DEL TUNEL (Cambios)



Elaborado por: Mariuxi Riquero A.

3.- El tercer cambio efectuado en el túnel es la colocación de cortinas plásticas tanto en la entrada como en la salida de producto del equipo. Estas cortinas impiden que aire caliente del ambiente externo ingrese al interior y ocasione variaciones de temperatura y el posterior escarchado del equipo.

Posterior a los cambios realizados tanto en el manejo de materia prima como de diseño del equipo de congelación se realizaron validaciones para determinar si las modificaciones propuestas contribuían a mejorar el problema de calidad y eficiencia del equipo obteniéndose resultados favorables.

CONCLUSIONES

- Los cambios realizados tanto en el manejo de la Materia prima como el diseño del equipo influyeron directamente sobre los rendimientos del producto terminado, obteniéndose un incremento del 45% al 52% debido a la disminución de los desechos que se formaban posterior a etapa de congelación.
- La calidad del acabado del producto terminado mejoró notablemente al disminuir el porcentaje de grumos del 25% al 15%. Esto nos permitió poder presentar al mercado un producto más competitivo tanto en calidad como en precio.
- Los desechos que se obtenían luego de la etapa de congelación debido a la formación de grumos y que eran eliminados para obtener un producto dentro de especificación disminuyeron del 15% al 2%, lo cual influyo directamente sobre el rendimiento del producto terminado.

- Con las mejoras implementadas a nivel de cambios en el diseño del equipo y manejo adecuado de la fruta se logro reducir los tiempos de congelación de 17 a 10 minutos, lo que permitió incrementar los volúmenes de producción.
- Al haber obtenido el incremento del rendimiento del producto terminado, la disminución de desechos y el aumento de la capacidad de producción del túnel de congelación los costos de producción se vieron afectados positivamente al disminuir en un 24% el costo de producción, lográndose con esto mejorar el precio del producto en el mercado y haciéndolo más competitivo.
- El costo de la inversión de este proyecto fue mínimo (\$300) comparado con todas las mejoras obtenidas, este valor es reusable al mes por lo que la inversión resulto muy rentable.
- Con el proyecto realizado se obtuvieron los objetivos planteados de mejorar calidad la calidad del producto terminado, aumentar los rendimientos y aumentar la capacidad de producción del equipo de congelación, todo esto influyendo de una maneja positiva en los costos.

REFERENCIAS:

1. M. Riquero, "Reingenieria en el proceso de congelación de rodajas de banano en un túnel de lecho fluidizado" (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y ciencias de la producción, Escuela superior Politécnica del Litoral, 2005).
2. P.Singh, Introducción a la Ingeniería en Alimentos, Editorial Acribia. Zaragoza-España.1998

Mariuxi Riquero A.
Autor

MSc. Priscila Castillo S.
Director de Tesis