

“Aumento de Productividad en una Línea de Proceso de Patacón Pre Frito y Congelado”

Freddy O. Erazo (1), Patricio J. Cáceres (2)
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
erazof@yahoo.com (1), pcaceres@espol.edu.ec (2)

Resumen

La creciente demanda del mercado extranjero del plátano barraganete en diferentes presentaciones, como la de “Patacón pre frito congelado”, incidió en la propuesta de aumentar la capacidad de producción de una línea de proceso antes de incorporar nuevos equipos en una empresa que se dedica al procesamiento de plátano verde y maduro.

En el desarrollo de este Trabajo Profesional, se detallan los pasos seguidos para realizar el incremento de la capacidad de producción en un 55 % en una línea de Patacón pre frito congelado. Para esto se modificó el proceso en su parte mecánica, optimizando el aprovechamiento de la materia prima e incorporando herramientas estadísticas para el análisis de problemas. Se modificó además el diagrama de flujo del proceso y se trabajó con el recurso humano que participa en la operación. El costo de los trabajos realizados sumó un total de \$ 4.500 y produjo un ahorro de \$ 49.042,26 en un año.

Palabras Claves: Incremento, plátano verde, proceso.

Abstract

The growing demand of the market for plantain in different presentations, such as "Frozen Pre-fried Patacon", influenced the proposal of increasing the production capacity of a processing line before incorporating new equipment in a company dedicated to the production of green and ripe plantain.

In the development of this Professional Work the details of the steps followed to increase de production capacity in a 55% of a production line of frozen pre-fried patacon. To obtain this the mechanical part was modified, optimizing the use of the raw material and incorporatin statistical tools for the analysis of problems. The process flow chart was also modified, and the staff who participates in the process collaborated too. The cost of the work done was \$4,500.00 and it produced a saving of \$49,042.26 in a year.

Keywords: Increasing, green plantain, process.

1. Introducción

El Plátano es el cuarto cultivo más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz, y ése no es un dato sin importancia.

Además de ser considerado un producto básico y de exportación, el cultivo del plátano constituye una importante fuente de empleo e ingresos para numerosos países en desarrollo (como Colombia, Perú, Ecuador o Bolivia) porque es un cultivo al que se puede dedicar un agricultor en forma individual obteniendo excelentes resultados.

Por eso no es casualidad que de los 12 millones de toneladas de plátano en el mundo, 10 millones provengan de los países latinoamericanos y del Caribe.

El plátano es un cultivo estratégico para la salud alimentaria nacional y ocupa un lugar destacado en el suministro rural y urbano de alimentos. Los frutos se consumen verdes y maduros, en preparaciones que varían según las distintas regiones del país.

Actualmente es comercializado industrialmente en forma masiva hacia los mercados internacionales que valoran sus beneficios, sin embargo las utilidades obtenidas se basan en la efectividad de los procesos y la optimización de los recursos aplicados.

En este trabajo se presenta una forma práctica para identificar las opciones de mejora en el proceso de fabricación de patacón pre frito congelado, el cual puede servir como guía para procesos diferentes y alcanzar mejores resultados.

2. Definición del Problema

2.1 Definición de la situación actual

Según la Corporación Colombia Internacional (CCI) la producción y consumo aparente del plátano en el país han presentado un comportamiento relativamente estable durante los últimos años, observándose una tendencia hacia el consumo de productos procesados.

Mientras el consumo individual de producto fresco ha disminuido ligeramente, el de productos procesados de plátano ha presentado un incremento importante, con una tasa de crecimiento promedio anual de 10,4% entre 1992 y 1999. Esto también se ha identificado en los mercados internacionales, abriendo un panorama de grandes posibilidades.

La industria de pasa bocas a base de plátano procesado en los Estados Unidos representó, durante 1995 un mercado superior a 2,6 millones de dólares, con una tendencia creciente (15%) entre 1991 y 1995, mientras que la industria de patacones congelados un mercado de US\$500.000 en el mismo año .

La demanda hacia una empresa nacional que elabora Patacón de Verde Pre Frito Congelado, llegó a superar en más del 30% a su capacidad, una vez confirmado el compromiso del cliente, y las condiciones estables de la comercialización y del mercado, se solicita optimizar la línea de proceso y lograr el incremento de su capacidad de producción sin incrementar nuevos equipos, ya que originaría incrementar el costo y el precio o disminuir la utilidad.

Este objetivo se consideró crucial para la operación de la empresa, ya que al no poder responder a la demanda de los clientes, estos buscarían otras alternativas y además se perderá la oportunidad de crecer en este segmento.

Se estableció entonces la meta de incrementar la capacidad de producción de la línea de Patacón Pre Frito Congelado en un mínimo del 50% de su capacidad actual, para no trabajar al máximo de la línea ni al borde de la nueva demanda.

La línea de producción de Patacón Pre Frito Congelado, presenta un menor nivel de producción en las etapas Pelado, Corte y Fritura, en relación a la etapa de congelación, por tal motivo se busca aumentar la capacidad de producción en esas etapas realizando cambios necesarios al menor costo posible, las etapas posteriores pueden mantener su flujo de proceso con este incremento de producción sin afectar el flujo continuo total de la línea.

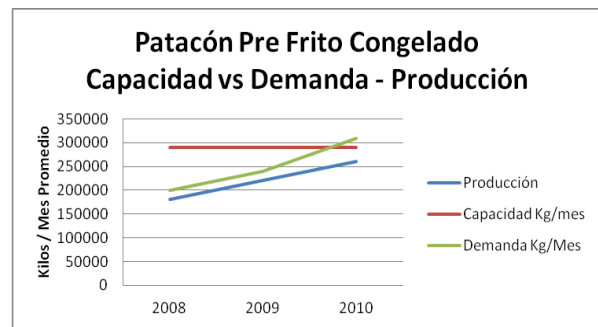


Figura 1. Línea de Proceso Patacón pre Frito Congelado. Capacidad Inicial vs Demanda y Producción

2.2 Descripción de herramientas para el análisis del problema.

2.2.1 Principio de Pareto. Según este análisis, los problemas de flujo de proceso en relación al volumen (menor a 1.000 Kg / h), se concentran en el 33% de las etapas (Pelado y Fritura), sobre las cuales se decide trabajar directamente y concentrar todos los esfuerzos



Figura 2. Análisis de Pareto o Diagrama 80-20

2.2.2 Diagrama Causa - Efecto. Como segundo paso, se utilizó la herramienta conocida como Diagrama Ishikawa, en la que se analizan cada una de las etapas de los procesos identificadas como problemas bajo las directrices que sugiere esta herramienta para encontrar los orígenes de sus problemas, seguido de una tormenta de ideas de los participantes que por su experiencia y habilidades aportaron con sugerencias para que las soluciones sean efectivas.

El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el ingeniero japonés Dr.Kaoru Ishikawa en el año 1953. Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pescado, que consiste en una representación gráfica

sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza común.

Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como por ejemplo la lluvia de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo.

La primera parte de este Diagrama muestra todas aquellos posibles factores que puedan estar originando alguno de los problemas que tenemos, la segunda fase luego de la tormenta de ideas es la ponderación o valoración de estos factores a fin de centralizarse específicamente sobre los problemas principales, esta ponderación puede realizarse ya sea por la experiencia de quienes participan o por investigaciones in situ que sustenten el valor asignado.

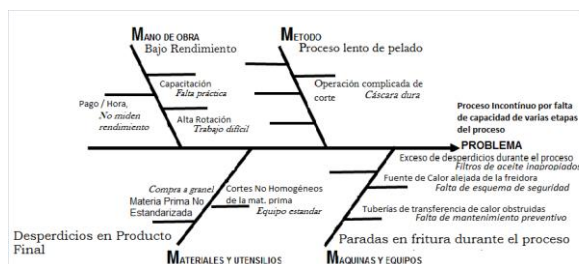


Figura 3. Diagrama de Causa – Efecto. Proceso de Patacón pre frito congelado

2.3 Evaluación del problema e identificación de las oportunidades de mejora

2.3.1 Etapa de Pelado: Mano de obra (Hombre). Al revisar este factor entre los jefes directos, jefes de otros departamentos y especialmente junto con el personal que labora en el proceso se hallaron los siguientes problemas:

- El personal que realiza la operación de pelado manual no es capacitado para realizar la operación y no está consciente de buscar los mejores resultados.
- No es comunicado sobre su rendimiento ni la calidad de su trabajo.
- Se le paga por jornada de trabajo, por lo tanto no hay motivación de mejorar la calidad del producto ni el rendimiento de este proceso.

2.3.2 Etapa de Corte y Fritura. La etapa de corte se realiza de manera mecánica, el equipo realiza el corte por medio de cuchillas ubicadas a cierta distancia homogénea en un tambor central que gira constantemente mientras ingresa la materia prima (verde barraganete), siempre desde una de sus puntas y se mantiene verticalmente durante este proceso. Su capacidad es casi el doble que la del equipo de fritura, no sería necesario entonces aumentar su capacidad, sin embargo se establece:

- Aumentar la capacidad de la freidora, considerado cuello de botella del proceso, y eso exige un incremento de la etapa de Corte.
- Los cortes no son homogéneos, obteniéndose trozos de diferente largo y por lo tanto al ser aplastadas o pataconeadas se producen unidades con un diámetro menor a lo establecido, considerándose unidades defectuosas

La etapa de fritura se realiza en un freidor tubular, el cual contiene tubos en su interior por donde circula aceite térmico que es calentado desde un tanque principal, alrededor de los tubos circula aceite vegetal que se calienta por el contacto con los tubos de aceite térmico, el producto troceado se sumerge en el aceite vegetal caliente y se logra su fritura, sin embargo, el proceso presenta variación de temperatura durante la operación, deteniéndose y provocando tiempos muertos. Por lo tanto se establece:

- Eliminar la causa que provoca la caída de temperatura del aceite térmico que circula por las tuberías del freidor.
- Mejorar la transmisión de calor hacia el aceite vegetal.

2.3.3 Materia prima / Materiales (Verde Barraganete). Se identifica a la variación de la materia prima en relación a su tamaño y diámetro como parte del problema, de relación directa con el diámetro del producto final (Patacón), por lo tanto se establece:

Redefinir la especificación de la materia prima.

2.3.3 Método. El desarrollo del proceso bajo el método establecido en general no presenta incidencia

sobre los problemas presentados, de tal forma que no se considera hacer cambios en su diagrama de flujo. Sin embargo se establece:

Revisar la forma de facilitar la etapa de Pelado.

3. Estrategia utilizada y Análisis de resultado

3.1 Definición de estrategia en la etapa de proceso

Considerando los resultados de análisis con el diagrama de Pareto y el diagrama Causa Efecto, se establece:

Trabajar con el mismo esquema y aumentar la capacidad de producción en las etapas de Pelado, Corte y Fritura, y no cambiar el Método General de trabajo.

El grupo de trabajo analiza la situación y coincide en que se pueden realizar cambios para incrementar la producción en estas etapas sin incrementar nuevos equipos.

El objetivo es lograr el incremento en la etapa de fritura en un 50%.

3.1.1 Etapa de Pelado. Se diseñó un método de evaluación de desempeño e incentivo económico para el personal de pelado, identificando con fichas de color las gavetas de producto pelado por cada operaria, tratando de ser justos con quienes en un mismo tiempo producen más, aumentando la capacidad de alimentación a la línea de corte y fritura.

Este incremento o bonificación por producción individual se basa en producir más, manteniendo los parámetros de calidad establecidos, se premia al mayor esfuerzo y a los mejores resultados.

La maquina que realiza el corte del verde pelado, contiene unas cuchillas que giran constantemente montadas en un disco central, de tal forma que al ingresar el verde comienza el corte sin importar el tamaño obtenido de las unidades iniciales producidas en esta etapa, esto muchas veces provoca que estas unidades sean muy pequeñas y al ser pataconeado o aplastado, su diámetro sea menor al normal requerido y se lo clasifique como Producto No Conforme.

Se espera modificar el equipo de tal forma que realice el corte cuando el verde haya ingresado lo suficiente para que el tamaño de la unidad inicial cortada sea al menos del tamaño mínimo necesario para dar origen a un patacón con el diámetro adecuado

y homogéneo al resto de unidades obtenidas, reduciéndose el desperdicio o unidades defectuosas.

El equipo freidor utiliza tubos interiores por donde circula aceite térmico caliente y transfiere por contacto el calor al aceite vegetal que circula por fuera de los tubos y éste calienta directamente y fríe el producto sumergido en él.

Se establece mejorar las condiciones de trabajo para mantener la temperatura estable del aceite durante todo el proceso y no tener pérdidas de tiempo por caídas de temperatura, re ubicando el tanque de calentamiento de aceite térmico y realizando mantenimiento a los tubos.

Se revisó el histórico de recepción de materia prima (Verde Barraganete), sin encontrar diferencia en el pago por el tamaño o diámetro del verde recibido, el pago estaba relacionado con el peso y la calidad visual del mismo.

Se establece luego de varias comprobaciones que dentro de las características importantes para la recepción y pago de la materia prima se debe:

Incluir la longitud y el diámetro del verde, ya que está relacionado con las características del producto final.

Al asegurar las características de la materia prima se permitirá mantener homogeneidad en el producto final y un mejor rendimiento del proceso al tener menos producto fuera de especificación.

3.1.2 Implementación de estrategias. En relación a este tema, se procedió a:

Establecer un sistema de motivación para quienes trabajan en esta etapa, y pagar un incentivo económico al personal que participa en este proceso sobre el promedio general, estableciendo además rendimientos mínimos (70 Kg/h), rendimientos promedio (77 Kg/h) y sobre eso, rendimientos bonificados, se difundió diariamente la información para que sea público el reconocimiento al esfuerzo realizado por las mejores trabajadoras, re ubicando a aquellas que no llegaban a los parámetros mínimos requeridos, además se aplicó un baño de vapor a la materia prima antes de ingresar a las bandas de pelado, esto ayudó a aflojar un poco la cáscara del verde y la operación se hizo un poco más fácil. Esta operación se incluyó en el diagrama de flujo y a pesar de que se estableció no cambiar el método, se lo hizo por ofrecer buenos resultados.

Para realizar los cambios en los equipos de producción (Cortadora y Freidora) se conformó un

equipo de trabajo liderado por el jefe de mantenimiento.

- Los cambios eléctricos y mecánicos de la cortadora se basaron en la re diagramación de la tarjeta electrónica principal del equipo y además se aumentó un número de cuchillas adicionales a la cortadora central para lograr más cortes en menor tiempo.
- El disco de corte comienza a rotar y cortar solo cuando el verde a ingresado lo suficiente (2.5 cm) para mantener un tamaño deseado, esto se logró con un sensor lumínico que da la orden de arranque del disco central que se colocó en el interior de la máquina.
- Se incrementa el número de cuchillas en el disco central para aumentar su producción.

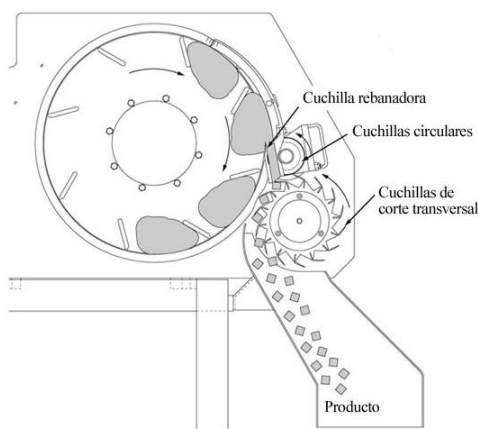


Figura 3. Esquema de Equipo de Corte

Con respecto a esta etapa:

Se realizó la instalación del tanque del aceite térmico ubicado originalmente en el exterior de la planta, re ubicándolo más cerca del equipo freidor (25 metros menos), tratando de disminuir el recorrido hasta el freidor, disminuyendo pérdida de calor.

Además se realizó la limpieza interna de las tuberías del aceite térmico que circulan dentro del equipo freidor, logrando mejorar la transferencia de calor y evitando las caídas de temperatura durante el proceso, y se incluyó un sistema de retención de impurezas en el aceite para que su energía no se pierda en estos desperdicios.

La especificación del verde barraganete para esta línea de proceso debería tener ciertas condiciones:

Su Longitud no puede ser menor a 28 cm y su diámetro debe ser mínimo de 2.5 cm, de esta forma se homogenizó la materia prima y se podría obtener un producto final más homogéneo y menos producto fuera de especificación como desperdicio.

La especificación del verde barraganete para esta línea de proceso debería tener ciertas condiciones:

Su Longitud no puede ser menor a 28 cm y su diámetro debe ser mínimo de 2.5 cm, de esta forma se homogenizó la materia prima y se podría obtener un producto final más homogéneo y menos producto fuera de especificación como desperdicio.

3.2 Análisis y resultados

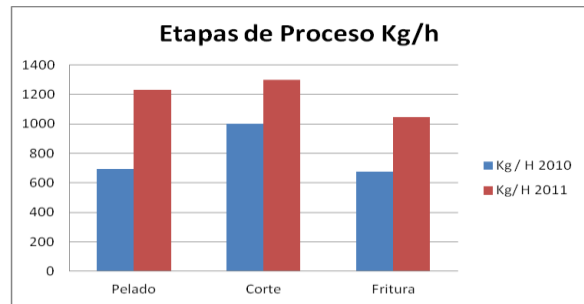


Figura 4. Etapas de Proceso Kg/h

A continuación los resultados se detallan en forma individual para cada etapa analizada en el trabajo (Pelado, Corte y Fritura), el resultado final es el incremento del volumen de proceso en un 55% de su capacidad inicial en relación a su cuello de botella (Fritura).

La estrategia de incentivo produjo un incremento en la producción del 32.7 % en la etapa de Pelado manual (de 58 a 77 Kg/h/h), se seleccionó al personal formando un grupo estratégico y además se aumentó personal en un 30% para poder alimentar el nuevo flujo de materia prima requerido, logrando pasar de 696 a 1200 Kg/h promedio en esta etapa.

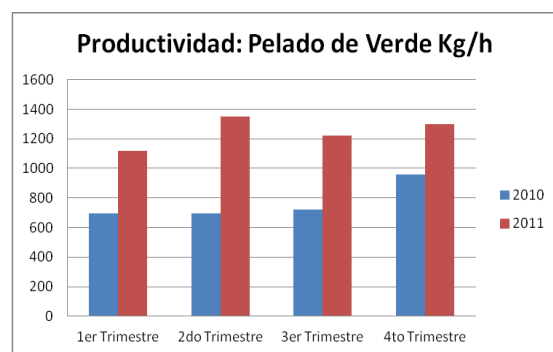


Figura 4. Etapas de Proceso Kg/h

Al realizar el corte cuando el verde a ingresado lo suficiente (aprox. 2.5 cm), la primera sección del verde siempre es utilizada, logrando un diámetro ideal del patacón, reduciéndose de 5 a 0.5% el producto final no conforme, contribuyendo directamente al aumento en la producción de la línea.

Al aumentar al disco de corte 3 cuchillas que corresponden al 20% del total, se logró incrementar su producción en un 30%.

Los trabajos de limpieza realizados a los tubos de aceite térmico, desprendiendo sus incrustaciones, y la re ubicación del tanque quemador del aceite, permitieron mantener su temperatura más estable durante el proceso (diferente dependiendo del producto), de tal forma que se pudo pasar más plátano cortado por la freidora si tener problemas de calidad ni caídas de temperatura. En esta etapa, el incremento de la capacidad fue del 55 % de 675 a 1045 Kg / hora.

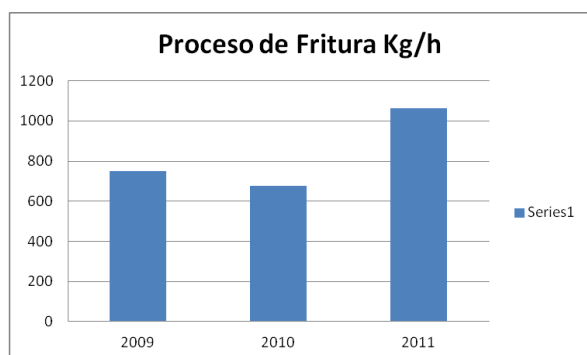


Figura 5. Proceso de Fritura Kg/h

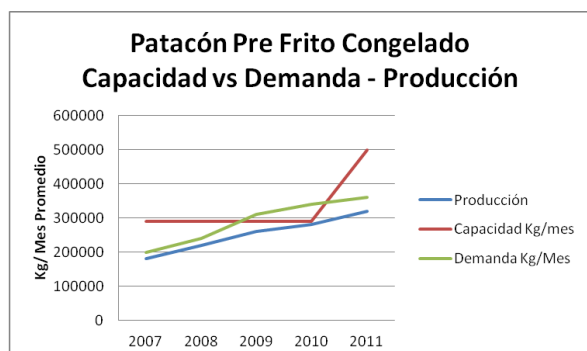


Figura 6. Patacón Pre frito Congelado Capacidad Nueva vs Demanda – Producción

La re definición de especificaciones en relación a la longitud y diámetro de la materia prima colaboró con la reducción de productos No Conformes del 5% al 0.5%, al utilizar la mayoría de los picos del verde que antes formaban un patacón muy chico por ser la primera sección de corte y no tenía la longitud adecuada para extenderse al ser aplastado (pataconeado) y llegar a un diámetro dentro de parámetros permitidos. Sin embargo esta medida de selección de materia prima también provocó problemas con los proveedores al incrementarse su producto rechazado, por lo tanto luego de revisar las características de otros productos internos, se establece que el producto que no califica para el proceso de Patacón de Verde, podía ser aceptado para procesar Plátano Maduro, el cual se vende entero, y no tiene problema por su diferencia de tamaño o diámetro.

A continuación un resumen de los gastos y beneficios económicos obtenidos en este proyecto.

Tabla 1. Gastos del Proyecto

Re ubicación del Quemador de Aceite Térmico	4000
Modificación de Cortadora	200
Des incrustación de los tubos de Freidor	300
TOTAL GASTOS Dólares.	4500

Tabla 2. Gastos del Proyecto

	2010	2011
Costos / Kg	0.44	0.38
Ahorro		0.06
Producción Kg	652.817	817.383
Beneficio		49.042,98

La inversión ha sido mínima en relación al beneficio económico logrado, pero sobre todo, se ganó la motivación del equipo de trabajo al compartir los resultados, abriéndose la oportunidad a nuevos proyectos, rompiendo la barrera del trabajo individual sin la inter relación jerárquica.

4. Conclusiones y Recomendaciones

Los equipos de procesos generalmente están fabricados para una operación específica como “La Cortadora” sin embargo pueden ser modificados para lograr un mejor rendimiento, las máquinas harán siempre el mismo trabajo, pero las personas las dirigimos y controlamos. La cortadora utilizada en este proceso es marca URSCHEL, una de las mejores marcas, pero corta cualquier vegetal o tubérculo que se requiera utilizando una velocidad constante, por lo tanto no es efectivo en este proceso donde requerimos porciones homogéneas en cuanto a su longitud. Depende de nosotros el sacar los mejores resultados de la operación mecánica, esto se logró con trabajo en equipo, contribuyendo cada uno con la experiencia en su rama.

El mantenimiento preventivo de los equipos es crucial para mantener la efectividad de los procesos y sobre todo para evitar pérdidas o accidentes. En el caso de los tubos de circulación de aceite térmico presentaban acumulación de incrustaciones internas que reducían la transmisión de calor hacia el aceite vegetal y podrían originar daños en el material y provocar agujeros o rompimiento

Los proyectos de mejora continua generalmente dejan ver que con poca inversión se consiguen buenos beneficios, la mayor inversión es el tiempo de su gente al trabajar en equipo en un solo proyecto, el cual una

vez realizado levanta la autoestima de todos los involucrados.

Emplear herramientas estadísticas básicas como el Diagrama de Pareto o el Diagrama Causa Efecto, permiten focalizar los principales problemas y optimizar los recursos en su solución y no perder tiempo siendo más efectivos.

Cuando las operaciones son manuales como el pelado de verde, es importante seleccionar a los operarios de acuerdo a sus aptitudes manuales y sobre todo mantenerlos motivados a lograr buenos resultados y lograr un buen nivel de rendimiento, participando de sus logros.

Lo que no se Evalúa se Devalúa dice un antiguo presagio, la evaluación constante de los procesos, especialmente los manuales, permiten establecer su efectividad y mejorar los resultados constantemente.

Es importante Involucrar a los colaboradores responsables de los procesos analizados en los talleres de análisis de causa de los problemas diarios, muchas veces ellos tienen buenas sugerencias ya que conocen mejor los procesos en los que ellos trabajan directamente.

5. Agradecimientos

Agradezco al Msc. Patricio Cáceres por contribuir en el desarrollo de este trabajo.

6. Bibliografía

- [1] KARANZAZU, HERNANDEZ FABIO, El Cultivo del Plátano, Editores S.A., Primera Edición, Colombia 2005
- [2] CAYON, SALINAS DANIEL, Postcosecha y agroindustria del plátano en el eje cafetero de Colombia, CORPOICA, Fudesco, Colombia 270p
- [3] SANCHEZ, REYES CRISTIAN, Cultivo y Producción de Plátanos, Ediciones Ripalme, Primera edición, Lima 2005
- [4] [www.eumed.net/libros/2011a/896/Diagramas %20de%20Pareto.htm](http://www.eumed.net/libros/2011a/896/Diagramas%20de%20Pareto.htm)
- [5] www.es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Ishikawa