

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL CONTROL DE PROCESO EN LA
LÍNEA DE MAÍZ EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEREALES

XIMENA ALEXANDRA CANTOR VERGARA

FUNDACION UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD
BOGOTÁ D.C.
2017

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL CONTROL DE PROCESO EN LA
LÍNEA DE MAÍZ EN UNA EMPRESA DE CEREALES

XIMENA ALEXANDRA CANTOR VERGARA

Monografía para optar el título de
Especialista en Gerencia de la Calidad

Orientador:

Angélica María Alzate Ibáñez
Magíster, Ingeniera Química

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMERICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE LA CALIDAD
BOGOTA D.C.
2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del Director de la Especialización

Firma del calificador

Bogotá D.C., diciembre de 2017

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrectora Académica y de Posgrado

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Director Especialización en Gerencia de la Calidad

Dr. Emerson Mahecha Roa

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

A todas las personas que me acompañaron en este proceso.

CONTENIDO

| | pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN | 12 |
| OBJETIVOS | 14 |
| 1 MARCO TEORICO | 18 |
| 1.1 CONTROL ESTADISTICO EN PROCESO EN EMPRESAS DEL SECTOR DE PRODUCCIÓN DE CEREALES | 18 |
| 1.1.1 Variabilidad | 18 |
| 1.1.2 Defectos en el proceso | 19 |
| 1.2 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO | 20 |
| 1.2.1 Gráficos de control | 21 |
| 1.2.1.1 Gráficos de control \bar{X} -R | 23 |
| 2 EMPRESA CASO DE ESTUDIO | 28 |
| 3 METODOLOGIA | 31 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 31 |
| 3.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN | 31 |
| 3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS | 31 |
| 3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA | 31 |
| 3.5 FASES DEL PROYECTO | 31 |
| 4 ETAPAS Y VARIABLES RELACIONADAS CON EL DEFECTO DE CARBONES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ | 33 |
| 4.1 IDENTIFICACIÓN DE ETAPAS Y VARIABLES | 33 |
| 4.1.1 Identificación de etapas | 33 |
| 4.1.1.1 Cocción: | 35 |
| 4.1.1.2 Secado. | 36 |
| 4.1.2 Identificación de las variables críticas del proceso | 38 |
| 4.2 DEFINICION DEL PARAMETRO A CONTROLAR | 39 |
| 4.2.1 Mano de Obra | 39 |
| 4.2.2 Métodos | 40 |
| 4.2.3 Materia prima | 41 |
| 4.2.4 Maquinaria | 42 |
| 4.2.5 Medio ambiente | 43 |
| 4.2.6 Medición | 44 |
| 4.3 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA ESTADISTICA | 45 |
| 5 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA POR PARTE DEL EQUIPO DE LA PLANTA | 48 |

| | | |
|---|-----------------|----|
| 6 | CONCLUSIONES | 53 |
| 7 | RECOMENDACIONES | 54 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 55 |

LISTA DE CUADROS

| | pág. |
|---|------|
| Cuadro 1. Fórmulas para límites de control superior e inferior R. | 24 |
| Cuadro 2. Condiciones de las etapas del proceso | 35 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Efecto de las causas de la variabilidad del proceso. | 19 |
| Figura 2. Ciclo de mejora de calidad. | 21 |
| Figura 3. Relación de los acotamientos de control con la distribución de muestreo y observaciones tomadas en 3 muestras. | 26 |
| Figura 4. Procesos que denotan situaciones anormales en el comportamiento de las muestras. | 27 |
| Figura 5. Imagen del cereal Choco Krispis. | 29 |
| Figura 6. Imagen del cereal Zucaritas. | 29 |
| Figura 7. Proceso línea de maíz | 33 |
| Figura 8. Etapas críticas en el proceso. | 38 |
| Figura 9. Análisis 6M del proceso de producción de maíz – Formación carbones. | 39 |
| Figura 10. Análisis 6M - mano de obra. | 40 |
| Figura 11. Análisis 6M - métodos. | 41 |
| Figura 12. Análisis 6M - materia prima. | 42 |
| Figura 13. Análisis 6M - maquinaria. | 43 |
| Figura 14. Análisis 6M - medio ambiente. | 43 |
| Figura 15. Análisis 6M - medición. | 44 |
| Figura 16. Hoja de recolección de datos de la temperatura en Cubrimiento, etapa salida del producto. | 45 |
| Figura 17. Ejemplo de gráfico de control. | 46 |
| Figura 18. Encabezado de la Plantilla | 49 |
| Figura 19. Ejemplo diligenciamiento Plantilla etapa de cubrimiento. | 50 |

LISTA DE GRÁFICAS

| | pág. |
|---|------|
| Gráfica 1. Gráficos de control X y R | 25 |
| Gráfica 2. Análisis humedad del maíz en la etapa de cocción. | 36 |
| Gráfica 3. Análisis humedad del maíz en la etapa de secado. | 37 |
| Gráfica 4. Promedio del Comportamiento datos de temperatura en el mes de Agosto en la línea de producción de maíz | 51 |
| Gráfica 5. Rango del Comportamiento datos de temperatura en el mes de Agosto en la línea de producción de maíz | 51 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Fórmulas para límites de control superior e inferior X y R. | 23 |

GLOSARIO

CALIDAD: grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos.

CONTROL DE PROCESO: el conjunto de conocimientos, métodos, herramientas, tecnologías, aparatos y experiencia que se necesitan para medir y regular automáticamente las variables que afectan a cada proceso de producción, hasta lograr su optimización en cuanto a mejoras del control, productividad, Calidad, seguridad, u otros criterios.

DEFECTO: la realización de una actividad productiva o de servicio que por falta de control genera un producto no conforme, y este debe ser identificado y separado para su reproceso.

ESTADISTICA: ciencia que utiliza conjuntos de datos numéricos para obtener, a partir de ellos, inferencias basadas en el cálculo de probabilidades.

ETAPA: fase en el desarrollo de una determina acción o actividad.

GRAFICOS DE CONTROL: sirven para poder analizar el comportamiento de los diferentes procesos y poder prever posibles fallos de producción mediante métodos estadísticos. Estas se utilizan en la mayoría de los procesos industriales.

PARAMETRO: número que resume la gran cantidad de datos que pueden derivarse del estudio de una variable estadística.

VARIABLE ESTADISTICA: es una característica que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de adoptar diferentes valores, los cuales pueden medirse u observarse.

PROCESO DE EXTRUXION: proceso donde materias primas a base de harinas son mezcladas y llevadas a un equipo de extrusión donde bajo presión y temperatura, forman figuras pasando por moldes específicos.

RESUMEN

En este trabajo se presenta una propuesta para el mejoramiento en el control del proceso en la línea de maíz de Kellogg's Colombia, el estudio se lleva a cabo en el año 2017 y se espera que la propuesta permita a la compañía tener una herramienta útil para poderla evaluar e implementarla.

Para lograr este objetivo, se plantea inicialmente hacer un análisis en la línea de producción para así de esta manera identificar en cada etapa, las posibles variaciones que están generando los carbonos o que son piezas quemadas en las hojuelas de maíz; aunque es posible encontrar varias condiciones que pueden estar impactando de manera negativa el proceso, esta propuesta se va a limitar a las variables del proceso y no en las condiciones de los equipo o condiciones adicionales necesarias en el proceso.

Posterior a este análisis inicial, la propuesta es que con los datos reunidos y, analizar esta información mediante el uso de herramientas estadísticas, como hojas de verificación, diagrama de causa y efecto; y de esta manera después de identificar la variable que tenga mayor impacto e incidencia en la formación de carbonos, seleccionar una grafico de control que permita hacer un control en el proceso y de esta manera soportar esta propuesta ofreciendo un sistema preventivo que permita apalancar la mejora en los controles de proceso.

Palabras Claves: Control de Proceso, Variables críticas, herramientas estadísticas, Gráficos de control.

INTRODUCCIÓN

El control de proceso en las industrias en general, se ha convertido en una herramienta útil que le permite a las compañías tener un conocimiento de sus procesos y poder actuar cuando se presentan desviaciones que afecten las condiciones en sus líneas de producción, generando defectos en sus productos. Con esto las empresas pueden garantizar la disminución de productos defectuosos y trabajar en el control de condiciones específicas identificadas mediante el análisis y conocimiento de sus líneas de producción.

Una de las industrias que está utilizando el control de proceso, mediante el uso de herramientas estadísticas es la industria de alimentos. Es por esta razón que esta propuesta nace de la necesidad que tiene la compañía Kellogg's, productora de cereales, de pasar de un sistema correctivo a uno preventivo, que cuente con controles estandarizados en el proceso, con planes de acción definidos frente a desviaciones, y con un análisis de datos enfocado a la mejora continua.

Así mismo la mejora del control de proceso, le va a permitir a Kellogg de Colombia SA, disminuir sus costos de no calidad y mantener los estándares de calidad que lo han caracterizado, y por los cuales ha sido reconocido y preferido por los clientes y consumidores, la cual han posicionado la marca en el mercado.

La propuesta va dirigida a trabajar en el mejoramiento de la línea más significativa de Kellogg's ya que durante los últimos años se ha evidenciado que este proceso es el que ha generado un mayor número de quejas, impactando de manera negativa el indicador de quejas de clientes y consumidores y a la compañía. Al analizar los diferentes productos y líneas de producción, se encuentra que el portafolio con mayor impacto es el de niños, esto debido a que representa la mayor venta de la compañía, se venden en los 4 países y son los que tienen mayor consumo por parte de nuestro aliado Alpina.

Uno de los productos que hace parte de este portafolio y que se consume en gran medida por Alpina, es el producido en la línea de maíz. Es por esta razón que es importante iniciar la propuesta de mejora en esta línea, trabajando desde la revisión de la materia prima, maíz, con la cual se produce zucarcitas y cornflakes.

La línea de producción de maíz, se divide en proceso y empaque, el objetivo de este trabajo es desarrollar una propuesta de mejora en la etapa de la línea de producción de cereales; centrándose en etapa de proceso, ya que es en esta donde se presentan condiciones que conllevan a tener defectos en el producto.

El defecto es identificable en la salida de cada uno de los equipos, lo que va a permitir que se hagan verificaciones de si los planes de acción ejecutados han sido los correctos y adicional la compañía puede extender estas verificaciones mediante

un trabajo conjunto con el principal aliado, Alpina, haciendo seguimiento de la tendencia de presencia de carbones en el producto que se les suministra.

El apoyo de Alpina va a ser crucial ya que el volumen de compra de cereal por parte de esta empresa representa el mayor % de ventas en la compañía.

Así mismo en la propuesta se evaluarán gráficos de control ya que como lo menciona Pola¹ estos ofrecen varias ventajas al control de procesos, entre las cuales están: evidencia si el proceso está bajo control, mejor relación entre costo y calidad, minimiza el desperdicio, permiten mejorar la capacidad, ofrece menor variación en la producción, y señalan causas especiales.

Como trabajo futuro, la metodología empleada es extensible a una segunda etapa en la cual podrán mejorar el control de proceso en la etapa de empaque, para de esta manera eliminar las quejas de clientes (distribuidores) relacionadas con materiales de empaque. En esta etapa, la compañía podría aplicar las mismas herramientas que se plantean usar en este trabajo.

¹ POLA MASEDA, Ángel. Aplicación de la estadística al control de calidad. Barcelona: S.A. MARCOMBO, 1993. p. 69-73.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de mejoramiento para el control del proceso en la línea de maíz de una empresa de cereales.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Identificar las etapas y variables relacionadas con el defecto de carbones en la línea de producción de maíz.
- Definir el parámetro que se va a analizar mediante el gráfico de control seleccionado.
- Seleccionar la herramienta estadística de gráficos de control de proceso, adecuada para obtener la información necesaria y actuar frente a desviaciones.
- Validar la propuesta por parte del equipo de la planta.

1 MARCO TEORICO

1.1 CONTROL ESTADISTICO EN PROCESO EN EMPRESAS DEL SECTOR DE PRODUCCIÓN DE CEREALES

De acuerdo con Ruíz², el control estadístico de proceso es una herramienta que permite reducir o mantener controlada la variabilidad dentro de un proceso; lo que aporta de manera directa en la mejora de la calidad de los productos, mediante la identificación de variables y condiciones que afectan el producto a lo largo del proceso, para poderlas medir y controlar.

Específicamente en el sector de alimentos, el control estadístico de procesos ha sido ampliamente utilizado, ya que son compañías con varios sistemas implementados, que le exige mantener controles a lo largo de sus líneas de producción, buscando ofrecer un producto de alta calidad. Sin embargo en el momento de desarrollar un plan de implementación adecuada de un control de proceso, no es suficiente hacer un benchmarking con empresas del sector de alimentos, que ya han implementado sistemas estadísticos para el control de proceso; así mismo se requiere hacer un análisis de la línea a controlar, identificando la variable con mayor impacto en el proceso, teniendo una alta incidencia y un efecto directo sobre el defecto que se quiere evitar. A continuación se detallan los aspectos más relevantes a tener en cuenta.

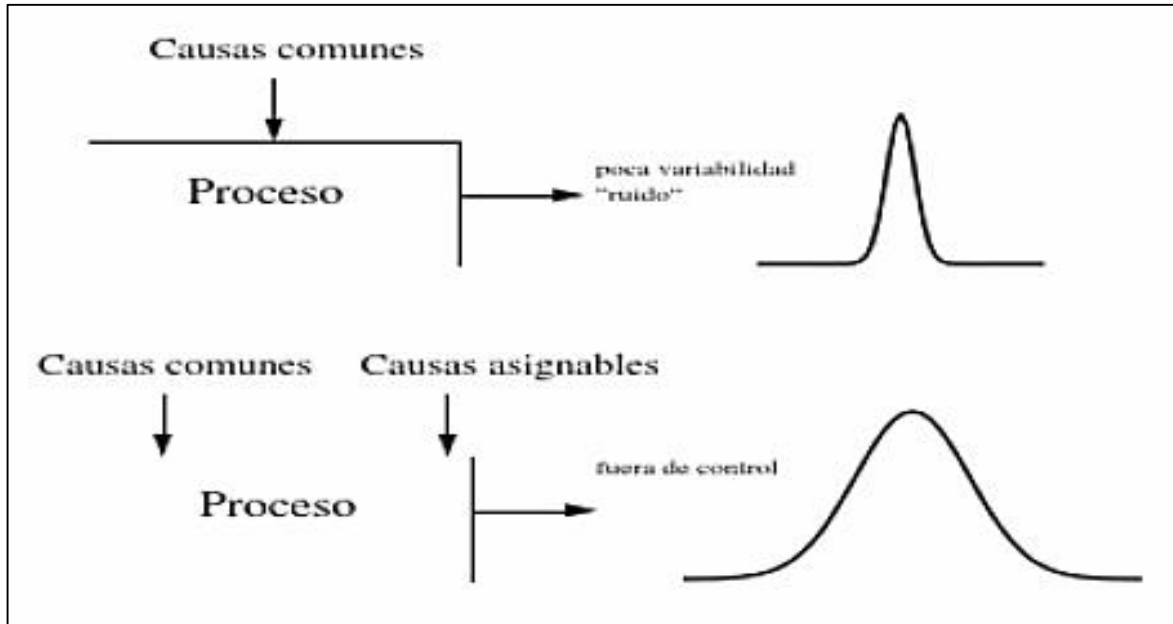
1.1.1 Variabilidad: existen dos tipos de variabilidad como lo explica Gras³, la que se presenta bajo condiciones naturales, que se ocasiona por la reunión de causas pequeñas a lo largo del proceso y que son inevitables, lo que hace de este un proceso que está bajo control estadístico. Por otro lado, están los procesos que presentan variabilidad por problemas relacionados con los equipos, los operarios, los ingredientes, entre otros; esta variabilidad es significativa, no es aceptable y significa que se da por causas especiales y se dice que el proceso está fuera de control.

Como se muestra en la figura 1, al comparar estos dos tipos de variabilidad mediante un gráfico estadístico, se observa como los datos tienen un patrón de dispersión con una diferencia significativa.

² RUIZ, Arturo. Control estadístico de procesos. Madrid, marzo 2016. p. 5.

³ GRAS, Matías. Estimación estadística, modelado y análisis de la transmisión y coste de la variabilidad en procesos multi-etapa: aplicación en la fabricación de baldosas cerámicas. Tesis de doctorado. Castellón de la Plana – España: Universitat Jaume., 2010. p.40-41

Figura 1. Efecto de las causas de la variabilidad del proceso.



Fuente: GRAS, Matías. Estimación estadística, modelado y análisis de la transmisión y coste de la variabilidad en procesos multi-etapa: aplicación en la fabricación de baldosas cerámicas. Tesis de doctorado. Castellón de la Plana – España: Universitat Jaume., 2010. p.42

1.1.2 Defectos en el proceso: cuando un proceso presenta variabilidad, se presentan defectos que los consumidores y clientes van a detectar y se va a reflejar en quejas por parte de estos e inclusive la pérdida de estos consumidores y/o clientes. Estos defectos pueden generarse al tener lineamientos que permiten manejar concesiones frente a condiciones y situaciones en la línea de producción, lo que conlleva a que la compañía no pueda tener una promesa valor de cero defectos.

Con el fin de no poner en juego la reputación de la compañía debido al incumplimiento a una promesa de valor respecto a la calidad; la empresa debe trabajar bajo la filosofía de cero defectos en sus procesos, haciendo todo bien desde la primera vez.

Es así como Crosby⁴ sugiere evitar los niveles aceptables/tolerancia/o tener concesiones de calidad ya que estos comprometen el objetivo de cero defectos.

⁴ ISO 9001 CALIDAD PARA TODOS. Phillip B. Crosby y sus principios [en línea]. Estados Unidos. Sec. (WorkShop). [citado el 2 de Junio de 2017]. Disponible en <<http://iso9001calidadparatodos.com/phillip-b-crosby-y-sus-principios.html>>.

Para poder eliminar las condiciones que generan la variabilidad que conlleva a los defectos. Según Alvarado y Rivas, se recomienda tener en cuenta los siguientes 5 pasos:

1. Definir la situación: Tener claridad del problema y entender cuáles son los recursos necesarios para la solución.
2. Definir un remedio temporal: El cual no se puede volver permanente ya que esto va a generar más costos.
3. Identificar la causa raíz: Reunir información usando herramientas adecuadas como las hojas de control.
4. Tomar acciones correctivas: Con el equipo adecuado.
5. Evaluar y dar seguimiento.⁵

Como lo mencionan Alvarado y Rivas⁶ El paso 3 requiere el uso de herramientas claves para realmente poder tomar acciones confiables que eliminen los defectos y permitan a la compañía garantizar productos de calidad.

La mayoría de herramientas confiables son estadísticas, ya que no solo te permiten reunir información valiosa, sino que adicional se puede usar esta información para tomar acciones frente a desviaciones.

1.2 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las herramientas estadísticas son de gran utilidad ya que ofrecen la oportunidad de analizar la variabilidad desde un punto de vista matemático, permitiendo un análisis confiable y claro de la información que se está evaluando.

Por lo tanto poder analizar como el comportamiento de las variables de un proceso, afecta el producto en cada etapa de manera positiva o negativa; permite en caso de estar frente a un proceso fuera de control, identificar cuáles son realmente las fases críticas del proceso y así poder evaluar la mejor opción de atacar el problema y buscar soluciones que perduren en el tiempo y aseguren de manera sistemática.

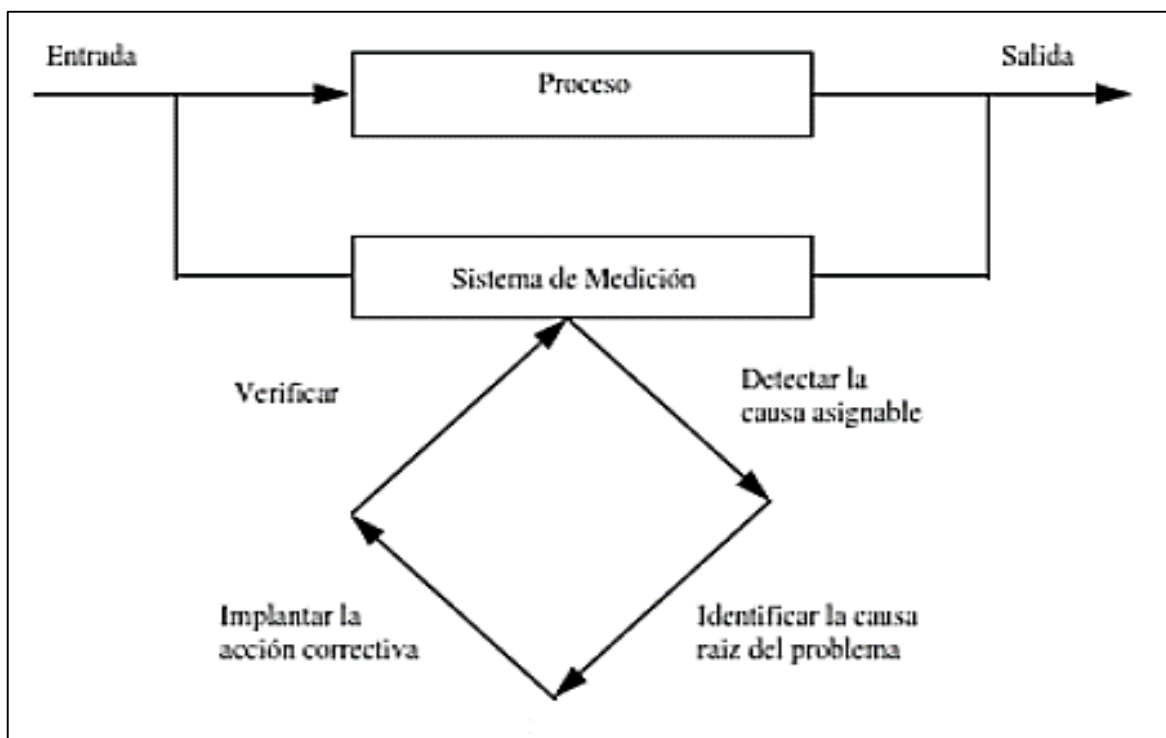
Estas herramientas surgen debido al rápido desarrollo de la calidad que se dio a finales del siglo XIX, donde aparecen los primeros matemáticos que trabajaron en pro de llevar la calidad a un nivel superior, llevando la calidad más allá que solo proceso de inspección al final de la línea.

⁵ ALVARADO, Bárbara y RIVAS, Gabriela. Philip Crosby. Materia de estrategias de calidad y competitividad. Trabajo facultad de ingeniería de la escuela química. Caracas: Universidad Central de Venezuela. 2006. p. 4-6.

⁶ *Ibíd.*, p. 7

Es así como según Cubillos y Rozo ⁷ el primero en dar este paso, e incluir herramientas matemáticas en el mundo de la calidad, fue Walter Shewhart en 1924; diseñando un gráfico estadístico para el control de las variables de un proceso, iniciando de esta manera la era del control estadístico de la calidad en los procesos, en búsqueda de un aumento de la productividad y en la disminución en los defectos. La información necesaria para realizar el análisis estadístico, se recolecta en la salida de los procesos, mediante hojas de recolección de datos; y se analiza mediante gráficos de control, estableciendo un ciclo de mejora continua, como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Ciclo de mejora de calidad.



Fuente. Gras, Matías. Estimación estadística, modelado y análisis de la transmisión y coste de la variabilidad en procesos multi-etapa: aplicación en la fabricación de baldosas cerámicas. Castellón de la Plana, 2010. p. 53

1.2.1 Gráficos de control: en la actualidad muchas industrias usan como aliado de sus sistemas de calidad, los gráficos de control.

⁷ CUBILLOS, María Constanza y ROZO, Diego. El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. En: Revista Universidad de la Salle. 2009, no 48. p. 84.

Como lo menciona Gras⁸ El objetivo de los gráficos de control es poder identificar las etapas donde el proceso está fuera de control, buscando las causas que provocan la variabilidad.

El proceso debe volverse predecible, pero para llegar a esto es necesario eliminar las causas especiales logrando que la variabilidad solo dependa de causas aleatorias.

Para hacer este análisis de la manera correcta, como lo menciona Pola⁹ es necesario tomar datos del proceso (muestras) y compararlas entre sí, buscando las diferencias que existen entre estas y el conjunto de datos.

Si se evidencian grandes diferencias, esto implicaría que en el momento de tomar la muestra existían en el proceso causas especiales, lo que nos indicaría que el proceso está fuera de control.

Para evaluar estas condiciones, tomando muestras o datos in situ y entiendo real, los gráficos de control se convierten en la herramienta ideal que permite reunir esta información, identificar en que condición se encuentra el proceso (en control o fuera de control) y así tener herramientas para tomar decisiones.

Existen diferentes tipos de gráficos de control, y la elección de uso va a depender del tipo de variables que estén presentes en el proceso.

Los gráficos se dividen de la siguiente manera como lo explica Ishikawa:

1. **Gráfico \bar{X} -R:** Se usa cuando la variable que se va a evaluar es continua, como el peso-tiempo-capacidad de producción. El gráfico \bar{X} permite evaluar cambios en la media de una distribución; mientras que el gráfico R permite observar cambios en la dispersión.
2. **Gráfico p y pn:** Se usa cuando la variable es un atributo, el número de unidades defectuosas. El gráfico p se usa cuando el número de unidades defectuosas se expresa en fracción; y el gráfico pn cuando hablamos de unidades defectuosas.
3. **Gráfico c y u:** Se usan cuando queremos revisar la variación del número de defectos de un único artículo o producto. El gráfico c se usa cuando el tamaño de la muestra es fija; mientras que el gráfico u se usa cuando el tamaño de muestra no es fijo.¹⁰

⁸ GRAS. Op., Cit., 53-54.

⁹ POLA MASEDA, Op., Cit. 72-73

¹⁰ ISHIKAWA, Kaoru. Introducción al control de calidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1989. p. 163-166

La empresa debe conocer y entender el tipo de variables que maneja y de esta manera poder seleccionar el gráfico de control adecuado, teniendo en cuenta la información que requiere recopilar para poder hacer análisis e implementar un control de proceso apropiado.

1.2.1.1 Gráficos de control \bar{X} -R: en el caso de condiciones de proceso de producción, las variables que se manejan en cada etapa suelen ser variables continuas, por lo tanto la gráfica que se utilizara es la \bar{X} -R.

Este gráfico se construye de la siguiente manera, según lo explica Hansen:

1. Tomar información aleatoria (n) con cierta frecuencia y a cada uno se le mide la característica de calidad X, lo que se resume en una muestra n de valores X. Se recomienda tomar por lo menos 25 muestras o subgrupos de tamaño n, entre más grande sea la muestra, la estimación sería más precisa.
2. Definir la línea que los conforma y establecer los límites de control específicos.
3. Se van a tener límites de control específicos, que son aquellos definidos por el proceso, es decir los que se sabe debe tener el proceso para que el producto no tenga variabilidad y/o presente defectos. Estos ya están definidos por la compañía, después de conocer el proceso y hacer análisis.
4. Así mismo se tiene los límites de control superior e inferior (LCS y LCI) que van a ser definidas por los datos que se reúna¹¹.

Las fórmulas para obtener los LCS y LCI, se explican en la tabla 1:

Tabla 1. Fórmulas para límites de control superior e inferior X y R.

| Tipo de gráfica de control | Límite superior de control (LCS), Línea central (LC), Límite inferior de control (LCi) |
|--|---|
| Valor continuo – promedio \bar{x} | $\text{LCS} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$ $\text{LC} = \bar{\bar{x}}$ $\text{LCi} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$ |
| Valor continuo – rango R | $\text{LCS} = D_4\bar{R}$ $\text{LC} = \bar{R}$ $\text{LCi} = D_3\bar{R}$ |

Fuente. KUME, Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Bogotá: Grupo Editorial Norma. 2002. p.94.

¹¹HANSEN, Bertrand y GHARE, Prabhakar. Control de calidad: teoría y aplicaciones. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1990. p. 130-154

Donde D_4 y D_3 son unas constantes, las cuales se calculan siguiendo la información en el cuadro 1:

Cuadro 1. Fórmulas para límites de control superior e inferior R.

| Número de observaciones en una muestra | A_2 | D_3 | D_4 | Factor para la estimación de R: $d_2=R/\bar{s}$ |
|--|-------|-------|-------|---|
| 2 | 1.880 | 0 | 3.268 | 1.128 |
| 3 | 1.023 | 0 | 2.574 | 1.693 |
| 4 | 0.729 | 0 | 2.282 | 2.059 |
| 5 | 0.577 | 0 | 2.114 | 2.326 |
| 6 | 0.483 | 0 | 2.004 | 2.534 |
| 7 | 0.419 | 0.076 | 1.924 | 2.704 |
| 8 | 0.373 | 0.136 | 1.864 | 2.847 |
| 9 | 0.337 | 0.184 | 1.816 | 2.97 |
| 10 | 0.308 | 0.223 | 1.777 | 3.078 |
| 11 | 0.285 | 0.256 | 1.744 | 3.173 |
| 12 | 0.266 | 0.284 | 1.717 | 3.258 |
| 13 | 0.249 | 0.308 | 1.692 | 3.336 |
| 14 | 0.235 | 0.329 | 1.671 | 3.407 |
| 15 | 0.223 | 0.348 | 1.652 | 3.472 |

Fuente. ROLDAN, Jaime. Presentación asignatura Estadística de la Calidad. 21 marzo 2017. P.60-63

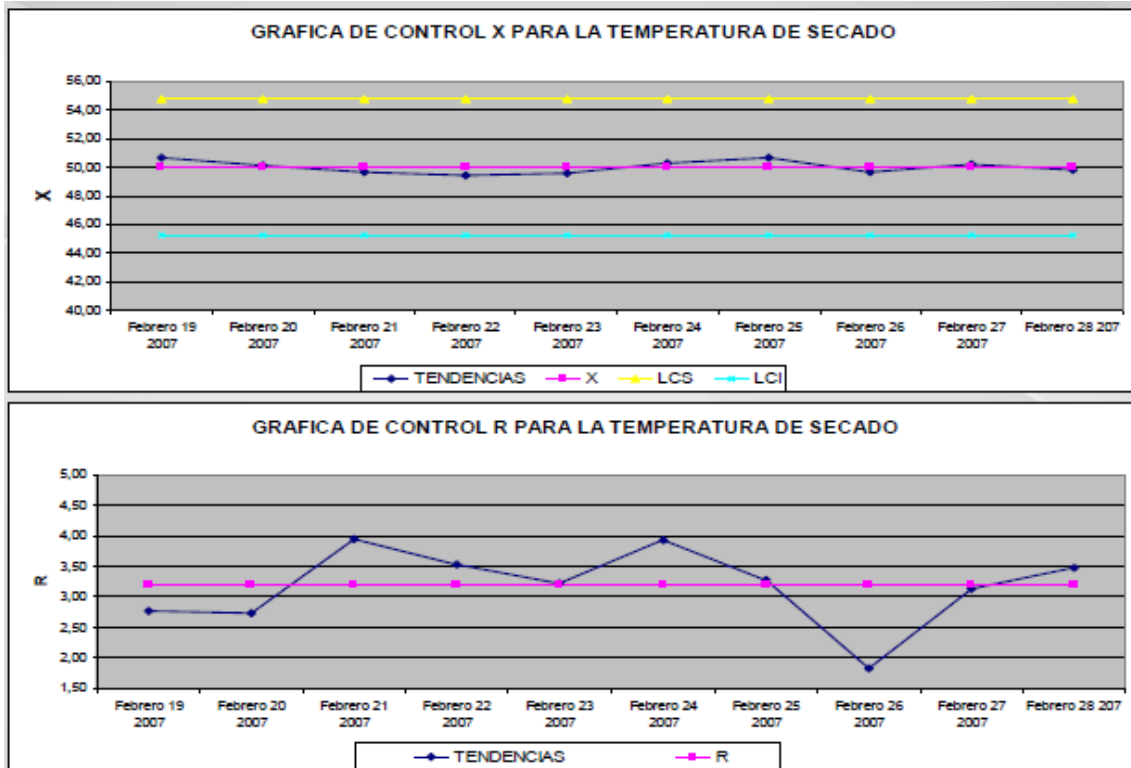
En las gráficas de seguimiento de proceso, se deben graficar los límites de especificación. Y se debe alimentar la gráfica con la frecuencia definida y dejar la hoja formulada, para que a medida que se va incluyendo la información que se va recolectando en la operación; la hoja vaya graficando la media, y los límites de control.

Como lo menciona Hansen y Ghare, "cuando un punto se sale de los límites de control, se debe generar de manera inmediata un plan de acción. Sea en X o en R, ya que en X estamos revisando promedios y esto puede generar que no tengamos una alerta real."¹²

De esta manera un gráfico quedaría de la siguiente manera (ver gráfica 1):

¹²HANSEN, y GHARE, Op., Cit., p. 130-154

Gráfica 1. Gráficos de control X y R



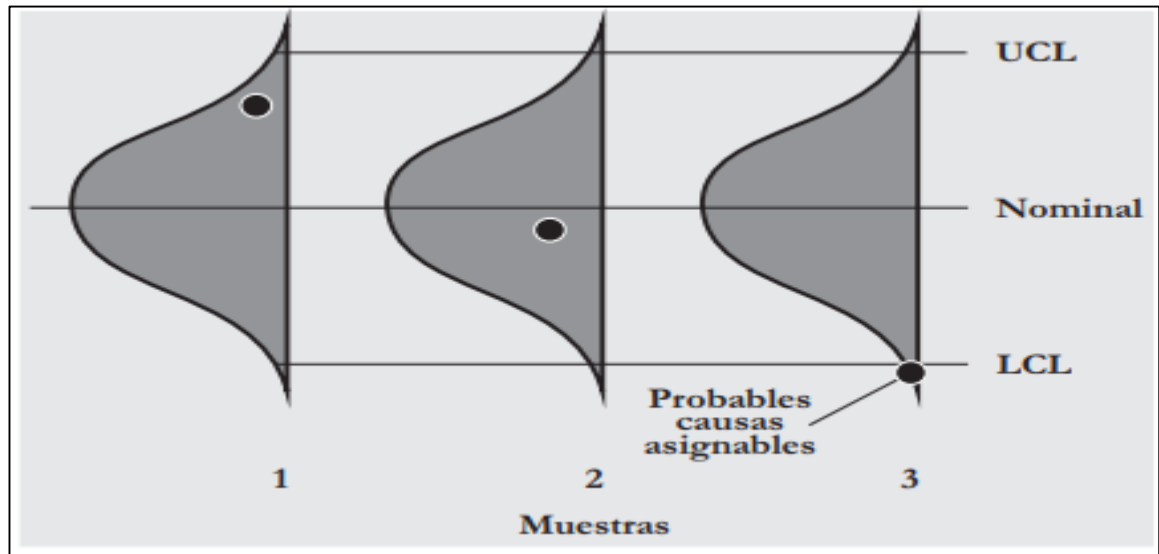
Fuente. Roldan, Jaime. Presentación asignatura Estadística de la Calidad. 21 marzo 2017. P.60-63

Este tipo de gráficas permiten a las personas a cargo de la operación de cada equipo, identificar a tiempo desviaciones en su proceso, y poder tomar las decisiones adecuadas para de esta manera evitar que esta desviación se convierta en una constante en el proceso, y no tener producto defectuoso.

Para hacer el análisis de los gráficos de control es importante conocer los tipos de comportamiento que pueden presentarse en las cartas de control. Según lo explica Carro y González ¹³ dentro de los gráficos de control se deben tener en cuenta: la línea central que es el ideal de la gerencia, las líneas de acotación que son la superior y la inferior, y la relación entre las líneas de acotamiento de control y la distribución del muestreo; como se observa en la figura 3.

¹³ CARRO, Roberto Y GONZÁLEZ, Daniel. Control estadístico de proceso. En: Documentos de investigación de la Universidad mar de la plata – Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 2008, no. 11, p. 8-9.

Figura 3. Relación de los acotamientos de control con la distribución de muestreo y observaciones tomadas en 3 muestras.



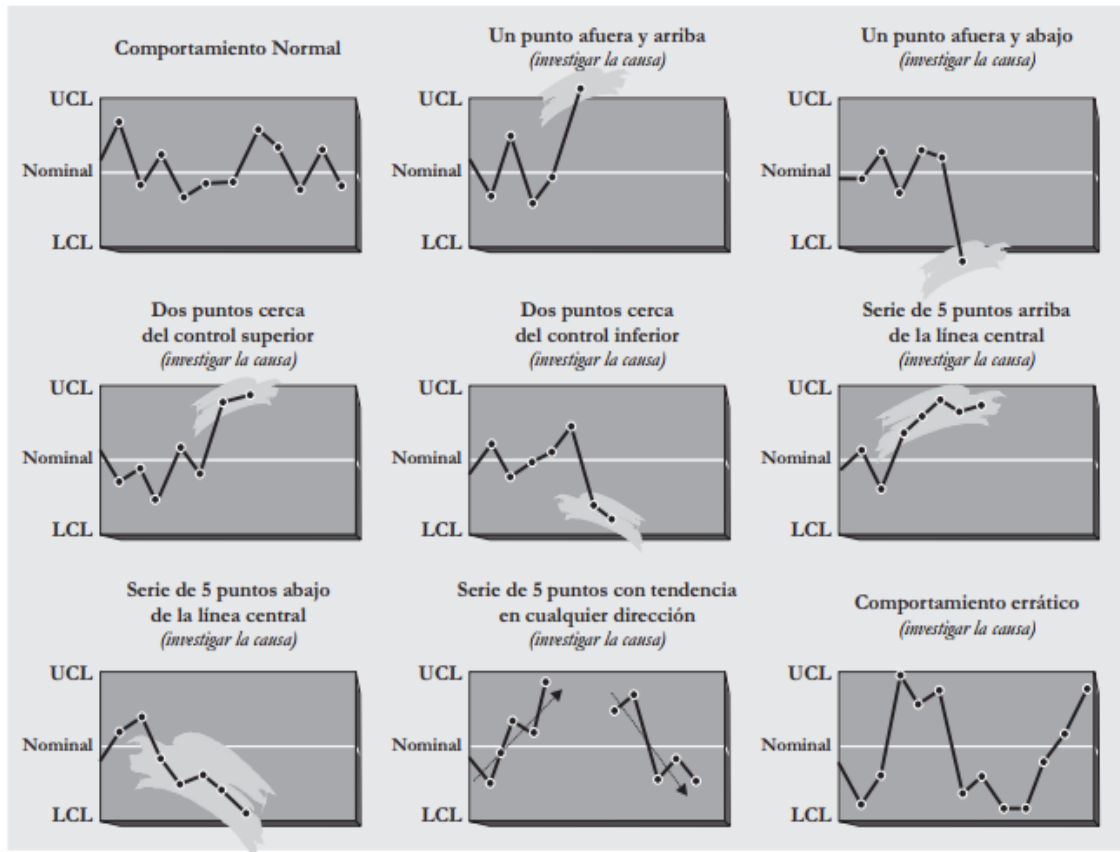
Fuente. Carro, Roberto y González, Daniel. Control estadístico de proceso. Universidad mar de la plata, 2008. p. 9.

Así mismo como lo menciona Carro y González¹⁴ estos procesos no son perfectos y aunque generalmente la forma más sencilla de leerlo es revisando los puntos que se salen de las líneas de acotación esto puede llevar al encargado de controlar el proceso a sacar conclusiones equivocadas. Estos se ve reflejado en los errores de Tipo I y II, en el caso del primer error cuando se rechaza un lote de buen calidad, basándose en un punto que esta por fuera de los límites de acotamiento, siendo este un efecto aleatorio; el error de tipo II es cuando se acepta un lote de mala calidad, cuando el personal a cargo considera que las desviaciones son discrepancias aleatorias, cuando realmente el proceso está fuera de control.

Es por esta razón que es importante conocer los tipos de comportamientos como pueden observarse en la figura 4.

¹⁴ *Ibíd.*, p. 9-11.

Figura 4. Procesos que denotan situaciones anormales en el comportamiento de las muestras.



Fuente. Carro, Roberto y González, Daniel. Control estadístico de proceso. Universidad mar de la plata, 2008. p. 10.

Conocer los posibles comportamientos y si es o no necesario investigar la causa de las desviaciones, es necesario para poder hacer el análisis correcto y no caer en los defectos I y II, mencionados previamente.

2 EMPRESA CASO DE ESTUDIO

Kellogg's es una multinacional de origen americano, con plantas y representación de distribución en todos los continentes. Es una empresa de alimentos que ofrece diferentes productos enfocándose en dos categorías, la de snacks y las de cereales. Esta compañía nació en 1898 en un sanatorio de battle creek michigan, como un intento de hacer granola para ofrecerle un alimento nutritivo a las personas que se encontraban en este lugar, creando de esta manera el primer producto que tuvo esta compañía, el cereal Corn Flakes.¹⁵

Sin embargo fue hasta 1906 que W.K. Kellogg abrió oficialmente la empresa, conocida en ese momento como "Battle Creek Toasted Corn Flakes Company"; comenzando con la producción de su primer cereal Corn Flakes. Continuando con la producción de otros productos como All bran, un producto saludable con alto contenido de fibra. Desde sus comienzos, la compañía se caracterizó por preocuparse por el bienestar de sus consumidores ofreciendo productos alineados al cuidado personal y al cuidado de la salud.

En 1959 se inicia la producción de cereales en Colombia, ubicándose en Medellín en las instalaciones de Noel, con quienes trabajaron hasta el año 1970 cuando deciden trasladarse a Bogotá y abrir la primera planta propia de Kellogg's en Colombia. Esta planta aún se encuentra ubicada en la zona industrial de Montevideo; produciendo cereal para cubrir la demanda de las categorías niños y adultos en Colombia, Bolivia, Ecuador y Perú.

Esto alineado a la estrategia en Latinoamérica, donde la categoría que tiene mayor reconocimiento es la de cereales, dividiéndola en dos sub categorías, la de niños y la de adultos. Dentro de los cereales para niños las marcas más conocidas y mejor posicionadas son: Choco krispis, Zucaritas y Froot Loops. Y para los adultos están las marcas de Musli, All Bran y Special K.

Una de las principales características de la mayoría de sus productos, es que el proceso de producción no es un proceso de extruido por lo cual se utilizan como materias primas, productos del agro que ingresan directamente al proceso; lo cual ofrece un balance nutritivo es sus productos, esto alineado con los principios de la compañía establecidos desde sus inicios.

Así mismo sus productos contienen vitaminas y minerales que le ofrecen a los consumidores beneficios a su salud, en las diferentes etapas de su vida en la que se encuentran. Es así como los productos incluidos dentro del portafolio de la

¹⁵ KELLOGGS COLOMBIA. Nuestra historia [en línea]. Colombia. Sec. (Nuestras Marcas). [Citado en 18 de mayo del 2017]. Disponible en: <www.kelloggs.com.co>

compañía, dirigidos hacia los niños incluye materias primas que garantizan que los productos ofrezcan nutrición y sabor a sus consumidores.

Es así como los Choco Krispis, ofrecen a los consumidores un producto a base de granos de arroz inflado con 11 vitaminas y minerales (ver figura.5).

Por otra parte Zucaritas, es un cereal más dulce fabricado a partir de maíz que es transformado en hojuelas cubiertas, con 11 vitaminas y minerales (ver figura 6).

Así mismo con el fin de destacar sus productos como saludables, nutritivos y que son fuente de energía, utilizan personajes en sus cereales que representan estas ideas.

Figura 5. Imagen del cereal Choco Krispis.



Fuente. KELLOGGS COLOMBIA. Nuestra historia [en línea]. Colombia. Sec. (Nuestras Marcas). [Citado en 18 de mayo del 2017]. Disponible en: <www.kelloggs.com.co>

Figura 6. Imagen del cereal Zucaritas.



Fuente. KELLOGGS COLOMBIA. Nuestra historia [en línea]. Colombia. Sec. (Nuestras Marcas). [Citado en 18 de mayo del 2017]. Disponible en: <www.kelloggs.com.co>

En el caso de los productos que hacen parte del portafolio de los adultos, se ofrecen así mismo productos saludables que no solo se enfocan en ofrecer energía sino que adicionalmente ayudan a mejorar la salud de sus consumidores, ofreciendo productos balanceados, que pueden consumirse en condiciones de salud como molestias estomacales, para bajar de peso, o solo como una fuente de energía saludable.

Entre estos productos se encuentra All Bran, producto a base de fibra de trigo. Por otra parte está la línea Musli, producto a base de mezcla de varios cereales que ofrece una opción saludable y rica. Y se cuenta con una línea fitness para aquellos consumidores que buscan cuidar su línea, ofreciendo con Special K un producto saludable y solo con 120 calorías.

La búsqueda de ofrecer productos saludables, nutritivos y ricos, está alineado con su plan de crecimiento y su estrategia, lo cual se evidencia en su misión y su visión.

MISION:

Enriquecer y deleitar al mundo a través de los alimentos y las marcas que importan.

PROPOSITO:

Nutrir a las familias para que puedan prosperar

La misión y el propósito son los mismos en todas las sucursales que tiene Kellogg a nivel global.

Así mismo alineado a su plan de crecimiento, aunque Kellogg's se ha caracterizado por ser una compañía por tradición, productora de cereales; en los último años ha buscado acelerar su crecimiento mediante la diversificación de sus productos, ampliando la categoría de snacks mediante la compra de compañías ya posicionadas en este mercado. Un ejemplo de esto es Pringles, empresa adquirida en el 2012, y "Para ti" empresa Brasileira.

Así mismo ha adquirido empresas en oriente, enfocadas en la búsqueda de ampliar el mercado y ofrecer productos saludables y nutritivos. Con esto busca crecer en el 2020 y posicionarse como una empresa de alimentos, no solo de cereal.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con Sampieri¹⁶ el presente trabajo es de carácter mixto descriptivo. Se busca determinar la herramienta estadística que mejor se adecue para controlar el proceso de producción de la línea de maíz, mediante el análisis de las diferentes etapas del proceso y sus variables.

3.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para poder reunir la información se van a utilizar hojas de recolección de datos en cada una de las etapas del proceso y con esto poder hacer los análisis para así definir la/las variables (s) que se van a controlar. Y así definir la mejor herramienta estadística para el control de proceso.

3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis son los datos que se toman de humedad y temperatura a lo largo del proceso en cada etapa de la producción de maíz en la empresa Kellogg's de Colombia.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población son los datos recolectados en cada uno de los equipos del proceso de producción de maíz y la muestra son los datos reunidos de temperatura y humedad tomados durante seis meses, desde octubre del 2016. Por confidencialidad se van a omitir los datos recuperados del seguimiento del proceso, en el desarrollo de esta propuesta.

3.5 FASES DEL PROYECTO

- **Fase I - Identificación de etapas y variables críticas.**

Se va a reunir la información relacionada con el comportamiento de las variables, en los últimos dos años, usando las auditorias de proceso y los formatos de condiciones de operación.

¹⁶ HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. Metodología de la Investigación. 4 ed. México: Mc Graw Hill, 2006. 882 p.

Esta información va a compararse con las fechas en las cuales se encontraron carbones en el proceso, y así poder identificar las etapas y las variables relacionadas con la formación de los carbones.

La fase I va a incluir entrevistas con el personal operativo, con los ingenieros de proceso, con la Ingeniería de proceso y con el jefe de operaciones. Para entender los procesos y las condiciones relacionadas con este defecto.

Así mismo entrevistas con el personal de calidad, para determinar el impacto de este defecto tanto en clientes como en consumidores.

- **Fase II - Selección de herramienta estadística.**

Con el análisis realizado en la primera fase, y entendiendo el comportamiento de las variables del proceso, se revisará cual es el gráfico de control adecuado que permitirá a los operadores mantener su proceso bajo control, identificando puntos que se encuentran por fuera de los límites de control y los límites de especificación, y poder actuar siguiendo planes de acción que los ingenieros de proceso deben definir al conocer los equipos y procesos que se llevan en cada uno.

- **Fase III - Definición parámetro a ser analizado.**

En esta fase, se evaluarán las variables identificadas como críticas en la fase I y elegirá el parámetro que tiene mayor impacto en la generación de carbones, para de esta manera acotar el control de proceso.

- **Fase IV - Validación de la propuesta con el equipo de planta.**

Finalmente, en la última etapa se validará la propuesta con el equipo de liderazgo de la planta, conformado por un equipo multidisciplinario.

4 ETAPAS Y VARIABLES RELACIONADAS CON EL DEFECTO DE CARBONES EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ

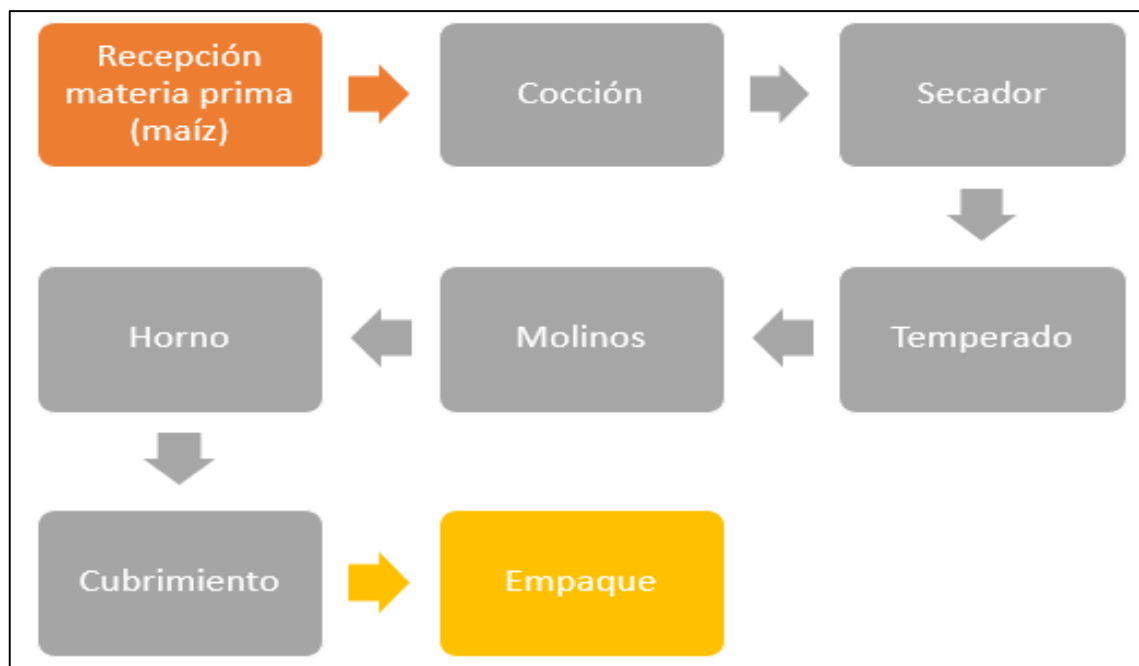
4.1 IDENTIFICACIÓN DE ETAPAS Y VARIABLES

La identificación de las etapas y variables se realizó mediante el análisis detallado del proceso, haciendo un análisis en cada una de las etapas del proceso, con los datos reunidos por los operarios, y almacenados en hojas de verificación. Debido a temas de confidencialidad, no se presentan los datos recolectados.

4.1.1 Identificación de etapas: para esta primera fase se plantea mediante un análisis de cada etapa del proceso y sus variables, entender que sucede con el maíz a lo largo del proceso y como las variables afectan la hojuela. Para esto se requiere hacer una inmersión en el proceso.

En la figura 7 se puede observar las principales operaciones unitarias que componen el proceso de preparación de hojuelas de maíz, el cual inicia con la recepción de materia prima y finaliza en empaque. El proceso es secuencial, por lo tanto, se debe garantizar en cada una de las operaciones los criterios de aceptación del producto en proceso, y por ende el cumplimiento de las especificaciones del producto final.

Figura 7. Proceso línea de maíz



Fuente. Elaboración propia.

A continuación se detallan los requisitos y requerimientos de cada una de las etapas del proceso, y las posibles consecuencias que podría conllevar su incumplimiento:

1. Recepción del maíz: Se debe garantizar que la materia prima no tenga germen o grano entero que al final del proceso van a generar manchas negras en las hojuelas.

Así mismo la soya mezclada con el maíz, al mezclarse con la hojuela durante el proceso, se quema formando carbones.

2. Cocción: En esta etapa se requiere hacer limpieza de las ollas de cocción, garantizando dejarlas sin residuo de granos de maíz. Esto debe hacerse después de cada cocción.

En caso de no realizarse adecuadamente, los granos que permanezcan en las ollas de cocción van a absorber mayor cantidad de agua, aumentando su humedad en un 50%; y cuando se desprenden y continúan en el proceso, se queman formando carbones.

3. Secado: Si las condiciones de los secadores no son las establecidas, la humedad que retiran de las hojuelas va a estar por fuera de parámetro ocasionando que en etapas posteriores se quemen formando carbones.

La temperatura mínima debe ser de 65°C y la humedad máxima de 18%.

4. Temperado: Esta etapa debe estar completamente aislada y evitar el condensado interno con el fin de no aumentar la humedad en las hojuelas de maíz que se encuentran en esta etapa.

5. Molinos: En esta etapa el grano se lamina convirtiéndose en hojuelas se laminan.

6. Horno: Las hojuelas de maíz deben ingresar con una humedad máxima de 16% a esta etapa del proceso con el fin de no quemarse y crear carbones. Así mismo cuando las hojuelas son muy pesadas porque no se laminaron correctamente caen al fondo del horno formando carbones.

7. Cubierta: Si el parámetro de adición del jarabe de cubierta del maíz, no es el adecuado y se sobre carameliza la hojuela; en las etapas de calor de cubrimiento, se forman carbones.

En el cuadro 2 se observan los parámetros o condiciones bajo las cuales está trabajando la línea de producción de maíz.

Cuadro 2. Condiciones de las etapas del proceso

| ACTIVIDAD (ETAPA) | ETAPA DEL PROCESO | VARIABLE DE CALIDAD | CRITERIO DE ACEPTACIÓN |
|----------------------|-------------------|------------------------|---|
| Cocción | Ollas | Presión | 22-25 psi |
| Secado | Secador | Temperatura Humedad | 66-70°C 16-19% |
| Temperar | Banda temperado | Temperatura | 60-65°C |
| Laminado | Molinos | Temperatura rodillos | 50°C trasera 34°C delantera |
| Tostado | Horno | Temperatura Humedad | 320-350°C 3% |
| Cobertura con jarabe | Cubrimiento | Temperatura Humedad | Quemadores: 165-175°C Salida del producto: 35-39°C 2.4-3.5% |

Fuente: elaboración propia.

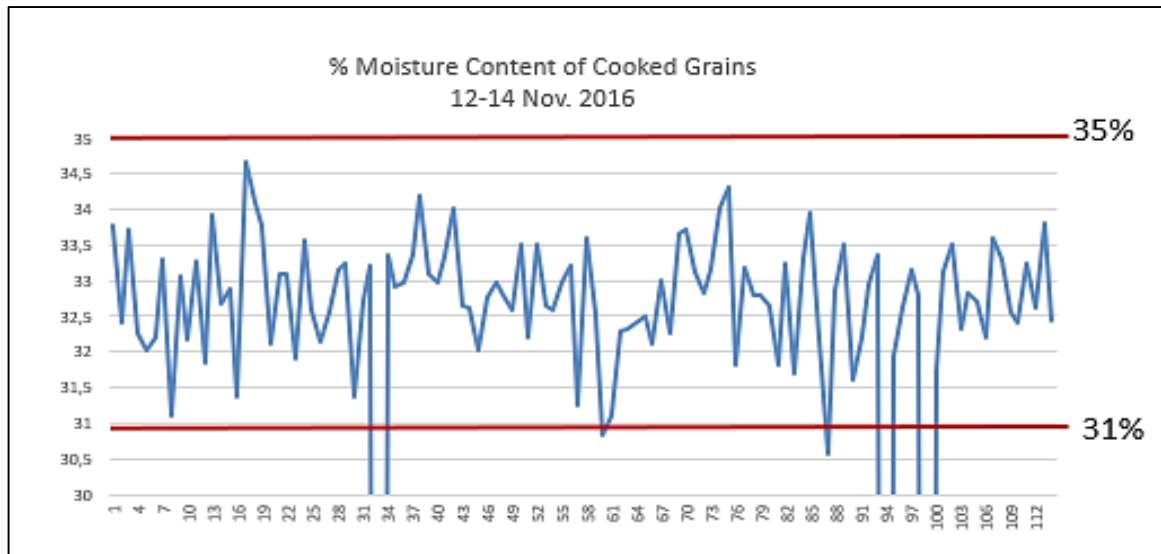
Después de hacer la inmersión en el proceso, se tomaran datos de cada etapa del proceso para entender si se han presentado desviaciones y de esta manera definir cuáles son realmente las etapas claves en el proceso y así definir las variables que en estas etapas afectan el proceso.

4.1.1.1 Cocción: en la gráfica 2 se presenta el comportamiento de la humedad en el proceso de cocción, las dos líneas rojas representan el límite superior e inferior.

En la gráfica se tabulan los datos tomados durante el período de tiempo de 3 días, en la gráfica se evidencia que hay un comportamiento variable en el proceso, donde 6 datos se encuentran por debajo del límite mínimo permitido de humedad.

La generación de carbones se da cuando la humedad aumenta y pasa el nivel máximo definido. Por lo tanto esta etapa puede descartarse como causa de la problemática que se está presentando con la formación de carbones.

Gráfica 2. Análisis humedad del maíz en la etapa de cocción.

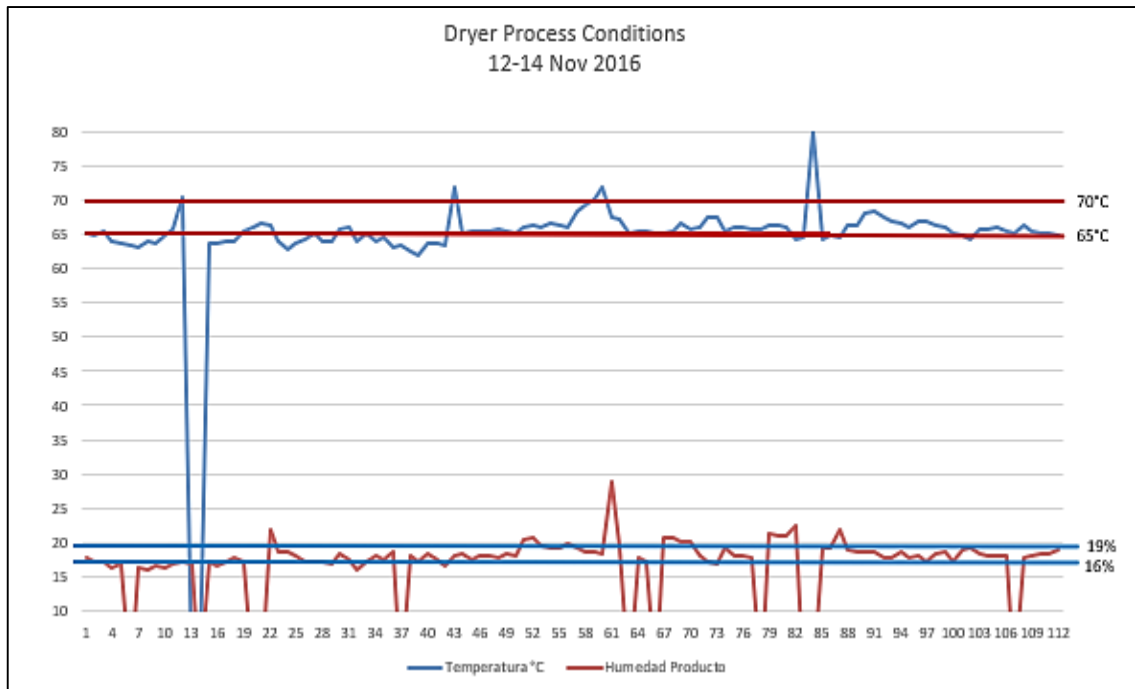


Fuente. Elaboración propia.

4.1.1.2 Secado. En la gráfica 3 se presenta el comportamiento de la humedad y temperatura en el proceso de secado, las dos líneas rojas representan el límite superior e inferior para cada variable medida.

En la gráfica se tabulan los datos tomados durante el período de tiempo de 3 días, en la gráfica se evidencia que hay un comportamiento variable tanto de la humedad como de la temperatura y que los datos que se encuentran por fuera del límite en la temperatura, también reportan humedades por fuera de los límites. La humedad no siempre va a tener un comportamiento directamente proporcional con la temperatura ya que depende de las condiciones con las que llega el grano de procesos anteriores, y de condiciones de los equipos a lo largo del proceso.

Gráfica 3. Análisis humedad del maíz en la etapa de secado.



Fuente. Elaboración propia.

Después de hacer este análisis en un periodo de 6 meses, se puede definir cuáles son las etapas críticas, en las cuales es necesario evaluar las variables que afectan estas etapas y así definir cuál va a ser el factor de calidad en este caso la variable que debe ser controlada.

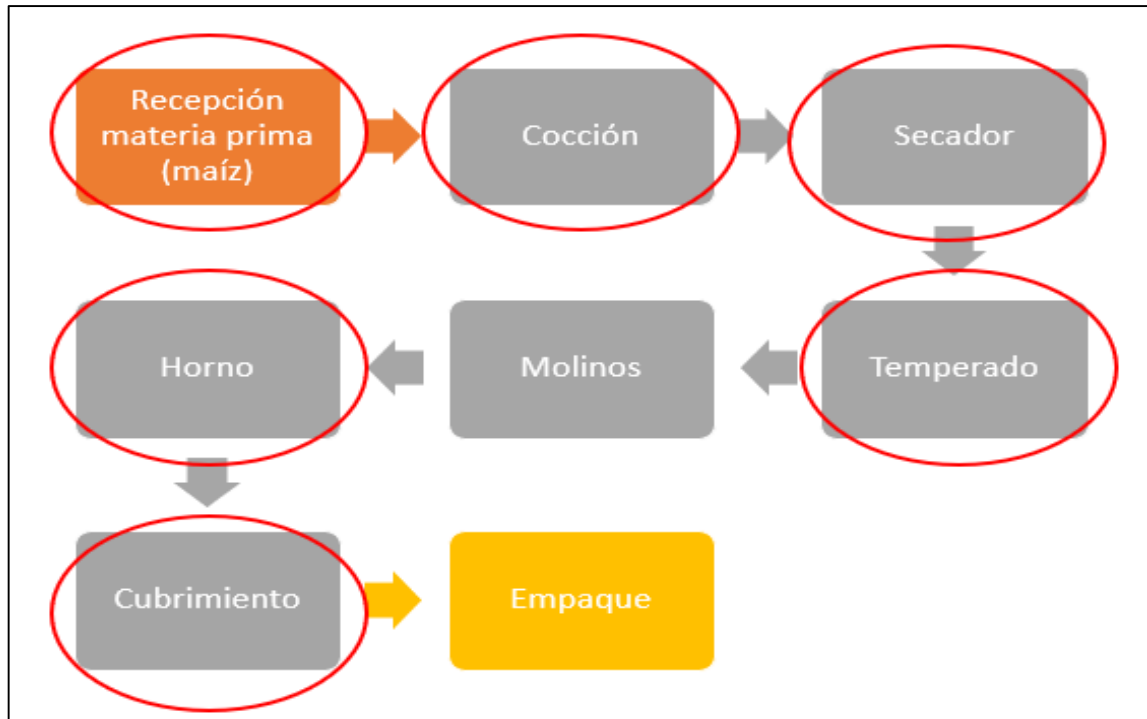
En la figura 7 se observan las etapas que son consideradas como significativas, después de hacer el análisis en cada una de ellas. Están resaltadas con círculos rojos.

En cada una de estas etapas, la temperatura está involucrada en el proceso y por ende está afectando las condiciones de humedad de la hojuela y con esto se generan las condiciones ambientales propicias para la formación de carbones en las diferentes etapas previamente evaluadas.

La única etapa que no involucra temperatura es la recepción de materia prima, sin embargo se mantiene como una etapa crítica que aunque no va a ser controlada mediante gráficos de control en la primera etapa de la evaluación del proceso, si requiere atención por parte del equipo de calidad, con planes enfocados en el desarrollo de sus proveedores y sus fichas técnicas.

4.1.2 Identificación de las variables críticas del proceso: al finalizar la etapa de revisión del proceso, se identifican dos variables claves que se encuentran presentes en las etapas previamente definidas como críticas en las etapas de producción (en gris ver figura 8). Estas dos variables son la temperatura y la humedad, ya que como se ha mencionado previamente las variables que se miden a lo largo del proceso son la temperatura, la presión y la humedad.

Figura 8. Etapas críticas en el proceso.



Fuente. Elaboración propia.

Esto se puede concluir mediante los análisis de datos que se recolectaron en cada etapa del proceso. Los resultados de las etapas no mencionadas en los gráficos de comportamiento de los datos, fueron similares a los encontrados en el análisis del secador. Así mismo el proceso por sus características es un proceso que depende de las condiciones de temperatura para garantizar que las hojuelas no se quemen, todo esto ya mencionado en el análisis de cada etapa del proceso.

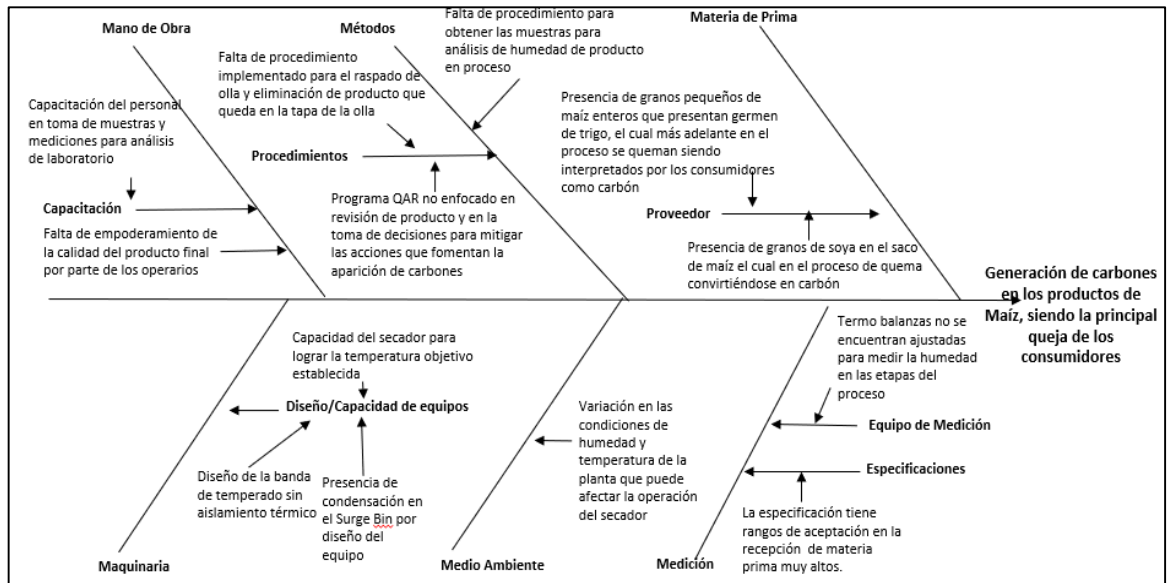
Es por esta razón que se define que la variable crítica que afecta el proceso de mayor manera, es la temperatura; y es por esta razón que se define que es esta la que debe ser controlada y monitoreada en el proceso.

4.2 DEFINICION DEL PARAMETRO A CONTROLAR

Para poder definir la herramienta estadística adecuada para hacer el control de proceso del maíz, es necesario evaluar las etapas del proceso lo cual se definió en el capítulo anterior y conocer ruidos adicionales en el proceso que puedan afectar el control de esta variable; para esto se hace un análisis de 6M del proceso y así poder asegurar que el enfoque del control del proceso debe ser a la variable previamente identificada y que el proceso cumple con el control de factores externos para iniciar el control del proceso. Es decir qué condiciones externas o condiciones relacionadas con esta variable, como los equipos de medición, se encuentran controlados y en condiciones óptimas; para hacer este análisis se realizan entrevistas no estructuradas, al personal operativo y administrativo, para de esta manera reunir información suficiente para hacer el análisis en la espina de pescado.

En la figura 9 se puede observar el análisis realizado de las 6M, donde se evidencian los factores que pueden estar afectando el proceso.

Figura 9. Análisis 6M del proceso de producción de maíz – Formación carbones.

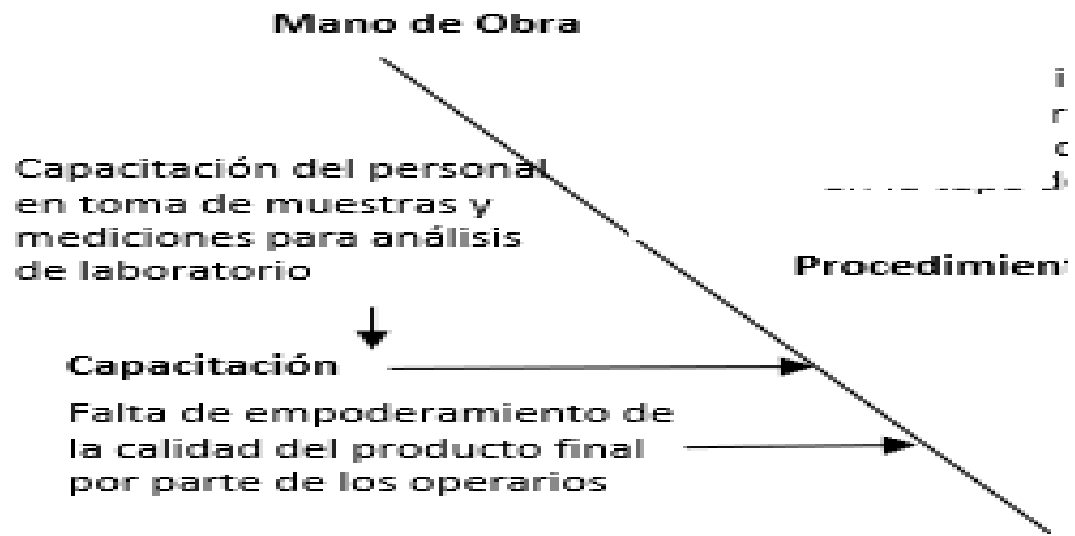


Fuente. Elaboración propia.

4.2.1 Mano de Obra: este análisis se enfoca en la capacitación del personal para identificar condiciones en el proceso que puedan conllevar a tener formación de procesos en las diferentes etapas monitoreadas por el personal operativo. Para garantizar que esto no sea un obstáculo para el control del proceso, en el momento de definir la variable que se va a controlar mediante el gráfico de control estadístico, en el momento de confirmar la variable y el tipo de gráfico, todo el equipo operativo y administrativo vinculado con la operación debe recibir un entrenamiento teórico y

práctico en piso; así mismo se requiere que los supervisores de proceso hagan verificaciones diarias por el tiempo que se defina para garantizar que el personal ha entendido y esta empoderado del sistema de control de proceso (ver figura 10).

Figura 10. Análisis 6M - mano de obra.



Fuente. Elaboración propia.

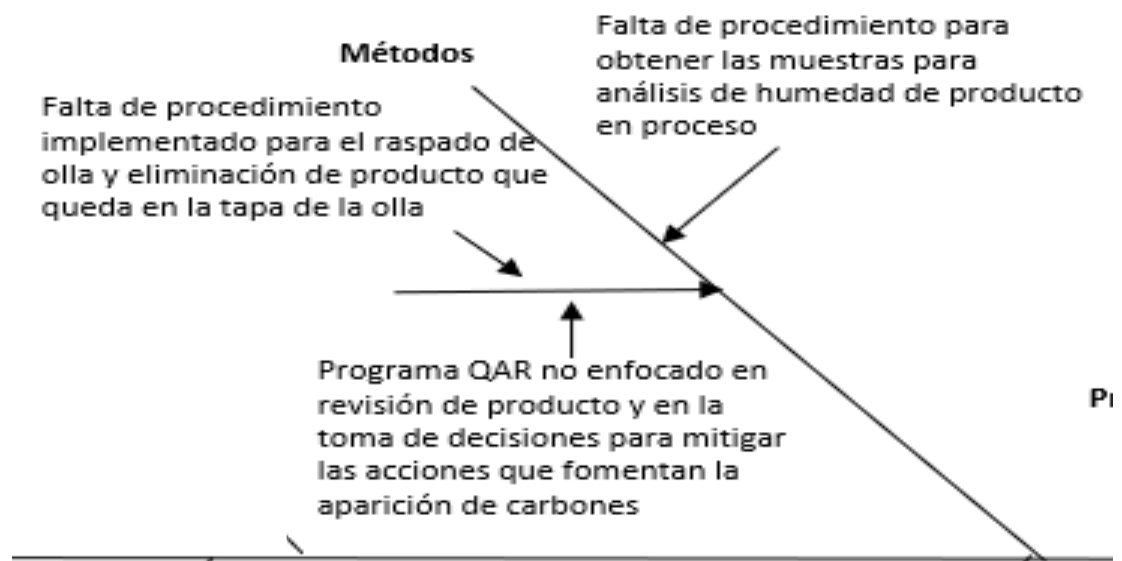
4.2.2 Métodos: en esta parte se identifican tres condiciones que pueden afectar la formación de carbones. En el caso de la falta de un procedimiento estandarizado para el raspado de las ollas en la etapa de cocción puede ocasionar como ya se revisó en el capítulo anterior, que quede maíz acumulado en algunas partes de las ollas y se sobre cocinen saliendo con más humedad, lo cual generaría posteriormente carbones; para poder mitigar esta situación se define desarrollar un instructivo por parte del equipo de operaciones, con fotos e instrucciones claras, de que implemento utilizar y el paso a paso para raspar las ollas. Este procedimiento debe quedar listo antes de implementar la herramienta estadística, y el personal de ollas debe estar entrenado y debe validarse turno a turno que se esté siguiendo el instructivo que se defina.

La segunda condición identificada es que no existe un procedimiento para obtener las muestras de humedad que se analizan en los determinadores de humedad, hasta el momento solo existe la herramienta de toma, que es un envase plástico el cual tampoco tiene definidas las condiciones bajo las cuales debe estar para tomar la muestra. Para esto se define que el equipo de calidad y operaciones, debe desarrollar un instructivo de la toma de muestra a ser analizada e incluir en el procedimiento de limpieza de cada etapa del proceso la limpieza y condición adecuada de estos tarros plásticos; este nuevo instructivo y la inclusión de esta

herramienta en el procedimiento de limpieza deben estar listos, aprobados, divulgados y validados antes de implementar el uso de la herramienta.

La tercera condición es que el programa de evaluación de producto en línea, QAR conocido así por su significado en inglés Quality assurance review; no está enfocado en la toma de decisiones frente a desviaciones, actualmente solo se registran los resultados de color y sabor del producto en las etapas del proceso, pero si se presentan carbonos no se generan planes de acción. Para esto, los formatos del QAR van a ser modificados incluyendo información adicional a color y sabor, incluyendo espacios para registrar la variable que se va a controlar en el proceso y los planes de acción necesarios en caso de desviación, para que sea una guía para los operarios; esto debe estar listo antes de la implementación del control de proceso mediante el uso de la herramienta estadística que se defina. (Ver figura 11).

Figura 11. Análisis 6M - métodos.

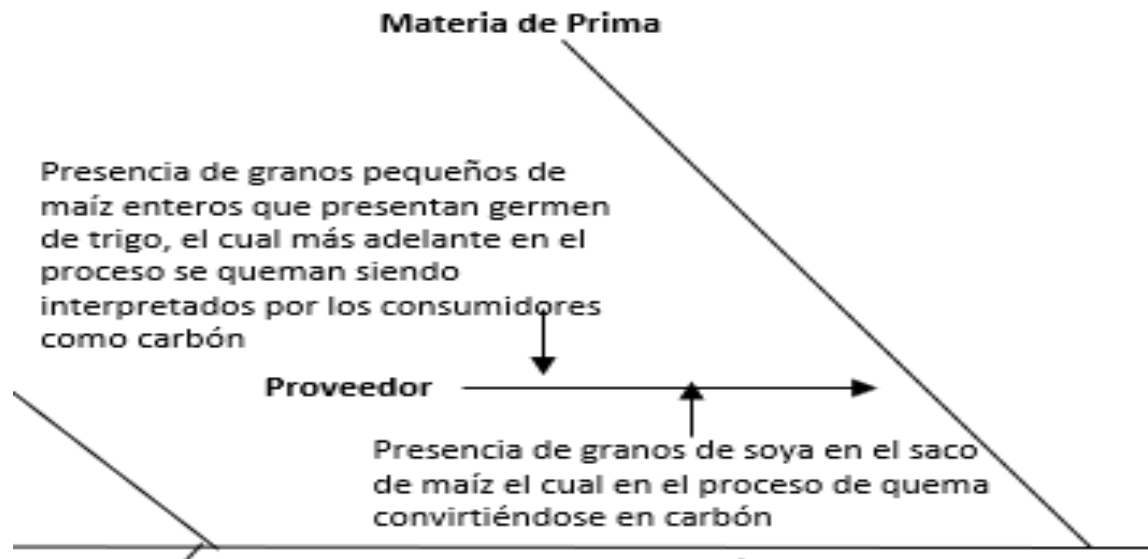


Fuente. Elaboración propia.

4.2.3 Materia prima: esta etapa ya fue evaluada en el capítulo anterior, donde se evidencia que las fallas en el proceso del proveedor de maíz puede afectar el proceso de kellogg's ya que pueden llegar granos con germen de trigo o granos de soya; estos dos se convierten más adelante en carbonos debido a que se queman en el proceso. En este caso la compañía ha venido desarrollando un trabajo con sus proveedores, mediante el desarrollo de una especificación que les permita a ellos trabajar con las condiciones de maíz que se consigue en el mercado y adicional que cumpla con los requisitos de Kellogg, se hace un seguimiento del cumplimiento de esta especificación en cada entrega del proveedor, y solo se acepta el uso de

los lotes que cumplan con la especificación requerida, para de esta manera eliminar el ruido que pueda causar la materia prima. (ver figura 12).

Figura 12. Análisis 6M - materia prima.

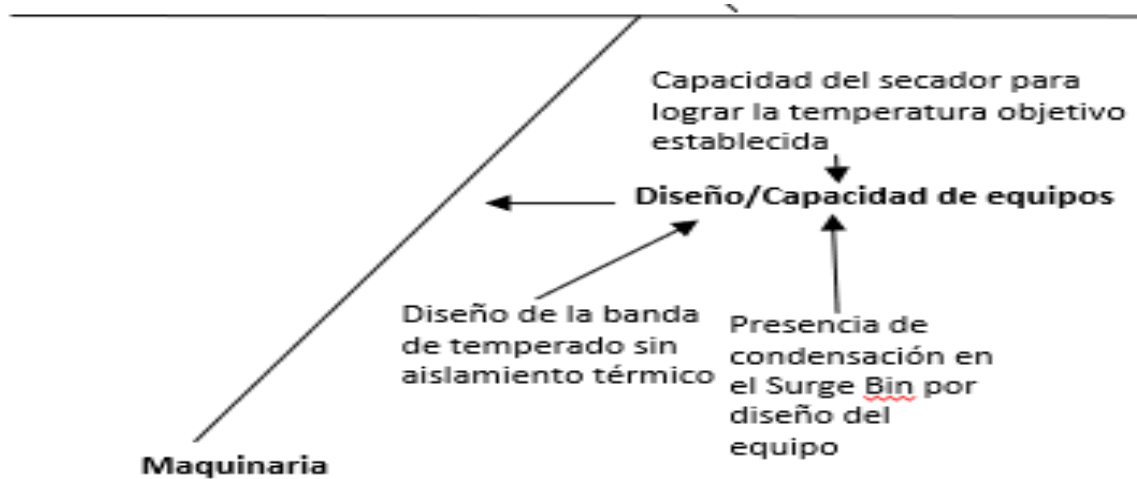


Fuente. Elaboración propia.

4.2.4 Maquinaria: al realizar el análisis de cada etapa del proceso se evidenció que existen falencias de diseño y capacidad en el secador, y la etapa de temperado. Con el fin de eliminar esta condición, se define que mediante inversión y con apoyo del equipo de Ingeniería, se deben hacer modificaciones que permita eliminar las condiciones mencionadas en el análisis.

En el caso del secador se hace necesario hacer modificaciones en el equipo que permitan que el equipo cumpla con las condiciones de secado que se requieren; para la etapa de temperado, se requiere que la banda tenga aislamiento térmico y el equipo de acumulación para el temperado, requiere tener un sistema interno que le permita nivelar el condensado que se forma, ya que esto aumenta la humedad del grano. (Ver figura 13).

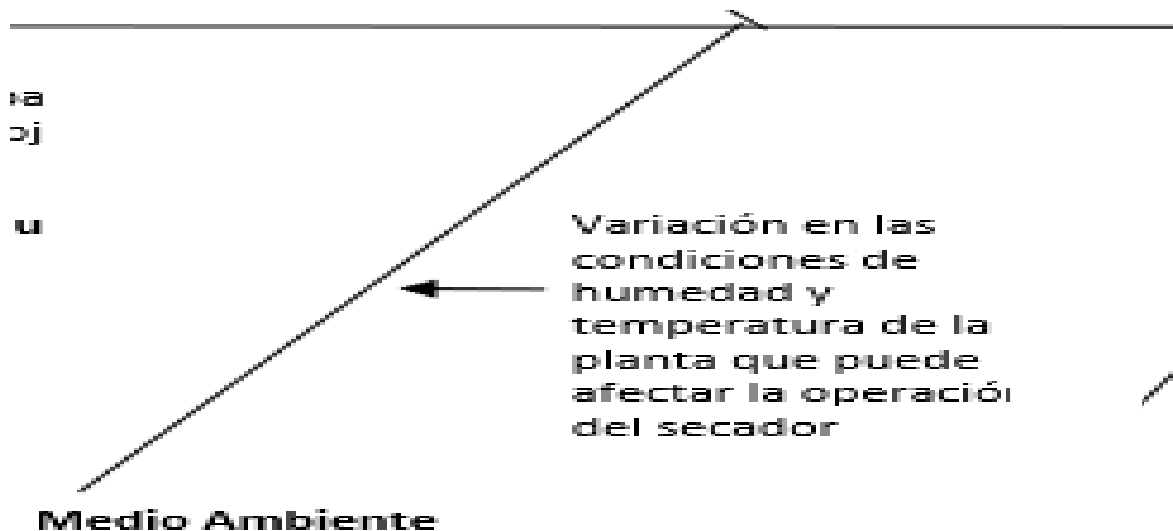
Figura 13. Análisis 6M - maquinaria.



Fuente. Elaboración propia.

4.2.5 Medio ambiente: la planta tiene varias etapas con alta temperatura lo cual unido a las condiciones externas de temperatura, pueden generar variabilidad en la temperatura en la planta lo que podría afectar los procesos. Para validar esto, se realizaron revisiones de los datos obtenidos bajo diferentes condiciones externas, identificando que los equipos no se ven afectados por estas condiciones. (ver figura 14).

Figura 14. Análisis 6M - medio ambiente.

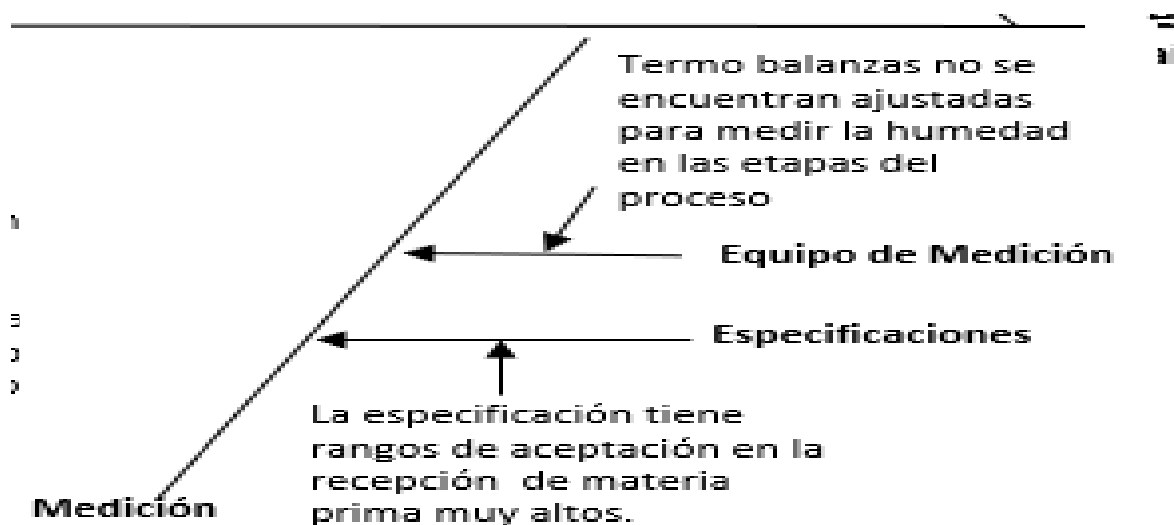


Fuente. Elaboración propia.

4.2.6 Medición: En el caso de las termobalanzas o medidores de humedad, se identificaron que se encontraban descalibradas, para lo cual con apoyo del proveedor del equipo y un tecnólogo experto de Kellogg, se ajustaron mediante análisis comparativos y de validación en estufa. Esta técnica permite que la humedad de una misma muestra sea validada en estufa (método tradicional) y en la balanza, los valores no deben variar y con esto se sabe que el medidor de humedad esta calibrado. (ver figura 15).

Para las especificaciones, el trabajo se complementa con el plan propuesto para la M de materias primas y se desarrolla mediante una alianza con el proveedor, el desarrollo de especificaciones aterrizadas a la realidad del proceso del proveedor y de Kellogg.

Figura 15. Análisis 6M - medición.



Fuente. Elaboración propia.

Al finalizar el análisis de la 6 M y unir esta información con el análisis realizado del proceso en el ...capítulo 4.1..., se confirma que si se eliminan los factores evaluados en esta espina de pescado; la variable que debe controlarse a lo largo del proceso es la temperatura. Las variables evaluadas a lo largo del proceso son, la temperatura, la presión y la humedad, como se demostró en el análisis realizado en el ...capítulo 4.1... la humedad va a estar definida por las condiciones de temperatura y la presión no afecta la generación de carbones en el proceso.

A partir de los resultados obtenidos se confirma que la humedad y la temperatura son las variables directamente responsables de la formación de carbones, y la humedad al depender de las condiciones de temperatura del proceso no sería la variable que requiere ser controlada, siendo entonces la temperatura la que sí es

controlada va a garantizar las condiciones adecuadas en el proceso para no tener formación de carbones o tenerla controlada.

4.3 SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA ESTADISTICA

Una vez se ha definido que la variable a controlar es la temperatura, se debe verificar frente a la teoría cual o cuales serían las herramientas estadísticas adecuadas que podrían usarse para implementar el control del proceso.

Lo primero es definir cómo se va a reunir la información que va a permitir definir si las condiciones del proceso pueden generar carbones, y así tomar las acciones necesarias para estabilizar la temperatura en el proceso y evitar la formación de carbones. Para esta primera etapa se recomienda utilizar una hoja de verificación o de recolección de datos, esta debe encontrarse en el computador del punto de control de calidad que tiene el área de cubrimiento, con acceso controlado y de uso exclusivo del líder del equipo y del líder de línea.

El formato inicial para la hoja de recolección de datos para el área de cubrimiento se observa en la figura 16.

Figura 16. Hoja de recolección de datos de la temperatura en Cubrimiento, etapa salida del producto.

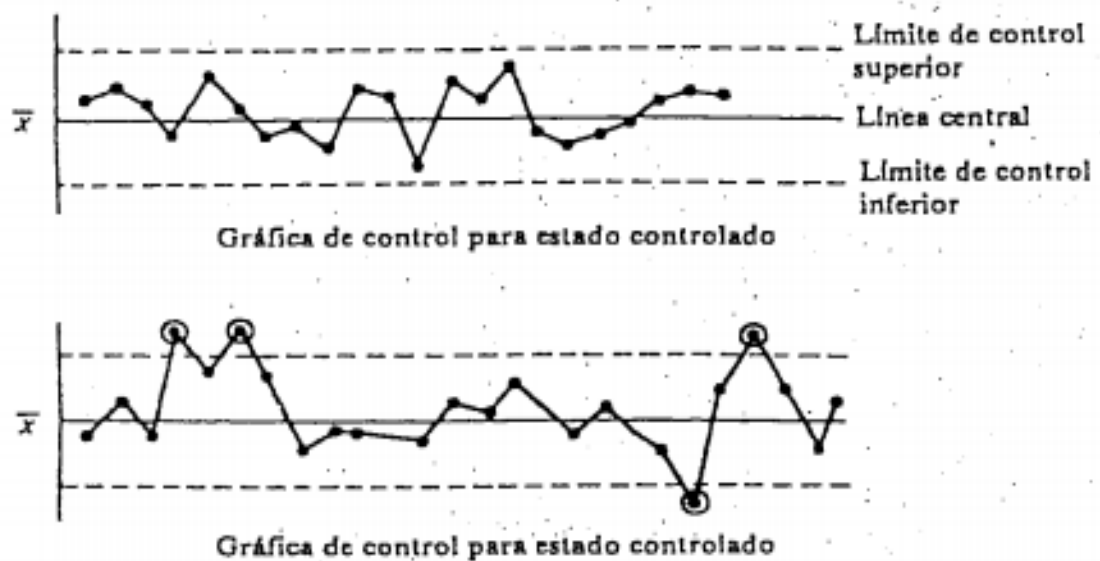
| ANALISIS FISICOQUÍMICOS | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Temperatura Producto (°C) | %HUMEDAD | DENSIDAD (g/gal) |
| | 2 - 3.5% | 600-670 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Fuente. Elaboración propia

Después de haber seleccionado la primera herramienta estadística, que va a permitir reunir la información necesaria para entender el comportamiento del proceso, se debe buscar la herramienta con la cual se va a hacer seguimiento de la data reunida. La idea de esta propuesta es poder analizar en tiempo real y constante el comportamiento de la temperatura, y de manera visual que permita a los operadores identificar desviaciones de esta variable, frente a lo que se ha especificado por el área experta.

Como se requiere contar con una herramienta gráfica, que permita hacer seguimiento constante, se sugiere trabajar con un gráfico de control. Se cuentan con diferentes gráficos según el tipo de variable a trabajar, tal y como se menciona en la teoría. En este caso al ser la temperatura una variable continua, se sugiere trabajar con un gráfico de control X y R. (ver figura 17).

Figura 17. Ejemplo de gráfico de control.



Fuente. KUME, Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Bogotá: Grupo Editorial Norma. 2002. p.92.

Antes de implementar estas dos herramientas se requiere:

1. Capacitar al personal operativo del área de cubrimiento, en el uso de las dos herramientas y en los límites de control que se tienen en la etapa de salida del producto.
2. Capacitar al personal administrativo, especialmente a los líderes de línea/supervisores de turno, en el uso de las herramientas.

3. Desarrollar la matriz/hoja de recolección de datos, con la protección de edición y lectura, requeridas.
4. Desarrollar la plantilla del gráfico de control, con la protección de edición y lectura requeridas.
5. Definir los flujos de alerta en el caso de desviaciones.
6. Definir frecuencias de verificación del documento.
7. Responsables de las verificaciones.

5 VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA POR PARTE DEL EQUIPO DE LA PLANTA

Para validar la propuesta, se desarrolla el gráfico de control para cubrimiento, tal y como se había propuesto en el objetivo ...capítulo 4.3... Con este gráfico se busca validar si realmente el gráfico de control seleccionado va acorde a la necesidad del proceso y al control que se requiere hacer de la formación de carbones, inicialmente en la etapa de proceso.

Inicialmente se construyeron plantillas para cada día del mes en un Excel, buscando que el personal operativo registre los datos en cada turno; se manejan tres turnos de 6am-2pm, 2pm-10pm, y 10pm a 6 am. Y el registro debe hacerse hora a hora, con el fin de tener información suficiente que permita tomar decisiones basadas en hechos y datos, en tiempo real, y a tiempo antes de empacar producto con carbones.

En las figuras 18 y 19 se ve un ejemplo de la plantilla creada por un equipo multidisciplinario de Kellogg.

En la figura 18 se encuentra el encabezado de esta plantilla en donde se debe diligenciar:

1. Consecutivo del lote.
2. Nombre del operario
3. Producto.
4. Revoluciones por minuto del tambor. Este equipo se encarga de distribuir el producto mientras gira para aplicar el jarabe en caso de ser necesario.
5. Operación: Inicio y final
6. Inventario de materias primas críticas.

Esta información es requerida para poder evaluar las condiciones en las cuales estaba el proceso y por otra parte poder hacer trazabilidad del lote y el inicio y final de esta operación; de esta manera en caso de tener desviaciones, es posible detener producto en la etapa de empaque, conociendo el lote y operación. Para esta propuesta, el punto 4 no se considera una variable que impacte de manera negativa la formación de carbones.

Figura 18. Encabezado de la Plantilla

| CONTROL DE PROCESO CUBRIMIENTO - TURNO 1 | | | | | | | |
|--|----------------|----------------------|------------------|--------------------------|-----------------|----------------------|-----|
| CONSECUTIVO BATCH | | OPERARIO | J. Castro | PRODUCTO | 1. Zucaritas 55 | | |
| | | | | RPM TAMBOR (Hz) | 55 | Inventario inicial | |
| | | | | RPM TAMBOR (Hz estándar) | 65 - 68 | Recibido | |
| OPERACIÓN | HORA DE INICIO | HORA DE FINALIZACIÓN | TIEMPO OPERACIÓN | | | Inventario final | |
| HACIA MEZZANINE | | | 0:00 | | | Consumo | 0 0 |
| | | | | | | Lote | |
| | | | | | | Fecha de vencimiento | |

Fuente. Elaboración equipo multidisciplinario Kellogg.

En la figura 19 se observa la sección principal de la plantilla, ya que es en este espacio donde los operarios registran los datos de temperatura y humedad, los cuales son graficados siguiendo el gráfico de control X y R; para poder tomar decisiones que permitan evitar un producto final con carbones.

Al ser la temperatura una variable que puede verse indirectamente afectada por variaciones en condiciones en el proceso como la velocidad de la banda, la carga de producto y la cantidad de jarabe; son mediciones que también se están tomando para en el caso de tener datos por fuera de parámetro, poder hacer un análisis total del proceso y encontrar la causa de esta desviación.

Las afectaciones se dan por:

- 1. Velocidad de la banda:** Mayor o menor exposición del producto a la temperatura definida en las etapas de cubrimiento, pueden afectar la formación de carbones.
- 2. Carga producto:** Entre más alta se la capa de producto, la exposición del producto va a varear.
- 3. Carga de jarabe:** Exceso de jarabe puede caramelizarse formando carbones en las hojuelas.

Figura 19. Ejemplo diligenciamiento Plantilla etapa de cubrimiento.

| CONDICIONES DE PROCESO | | | | | | | | | | | | | | | ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS | | |
|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|---------|---------|---------|---------------------------|------------|-------------------------------|
| HORA ANÁLISIS | CARGA BASE (KG/MIN) | CARGA JARABE (KG/MIN) | CARGA TOTAL (Kg/min) | ° BBIZ JARABE | VELOCIDAD BANDA (Hz) | | | | | | TEMPERATURA QUEMADOR (°C) | | | | Temperatura Producto (°C) | %HUMEDAD | DENSIDAD (g/cm ³) |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| RANGO | 31 | 22,7 | 50 | 81- 83 | 40-43 | 41-45 | 37-40 | 36-44 | 35-42 | 54-60 | 179-189 | 177-187 | 164-179 | 140-165 | | 2,5 - 3,5% | 620-670 a 690-775 (g/litro) |
| 6:00 | 34,10 | 25,00 | 55,00 | 82,60 | 44,00 | 44,00 | 47,00 | 41,00 | 40,00 | 65,00 | 185,00 | 185,00 | 180,00 | 165,00 | 24,00 | 3,50 | 715,30 |
| 7:00 | 34,10 | 25,00 | 55,00 | 83,80 | 44,00 | 44,00 | 47,00 | 41,00 | 40,00 | 65,00 | 185,00 | 185,00 | 180,00 | 165,00 | 24,00 | 2,75 | 698,80 |
| 8:00 | 34,10 | 25,00 | 55,00 | 81,90 | 44,00 | 44,00 | 47,00 | 41,00 | 40,00 | 65,00 | 185,00 | 185,00 | 180,00 | 165,00 | 24,00 | 3,60 | 748,20 |
| 9:00 | 34,10 | 25,00 | 55,00 | 82,30 | 44,00 | 44,00 | 47,00 | 41,00 | 40,00 | 65,00 | 185,00 | 185,00 | 180,00 | 165,00 | 24,00 | 3,20 | 709,90 |
| 10:00 | 34,10 | 25,00 | 55,00 | 82,60 | 44,00 | 44,00 | 47,00 | 41,00 | 40,00 | 65,00 | 185,00 | 185,00 | 180,00 | 165,00 | 24,00 | 2,55 | 635,00 |
| 11:00 | 34,10 | 25,00 | 55,00 | 85,90 | 44,00 | 44,00 | 47,00 | 41,00 | 40,00 | 65,00 | 185,00 | 185,00 | 180,00 | 165,00 | 24,00 | 2,97 | 697,70 |
| 12:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente. Elaboración equipo multidisciplinario Kellogg.

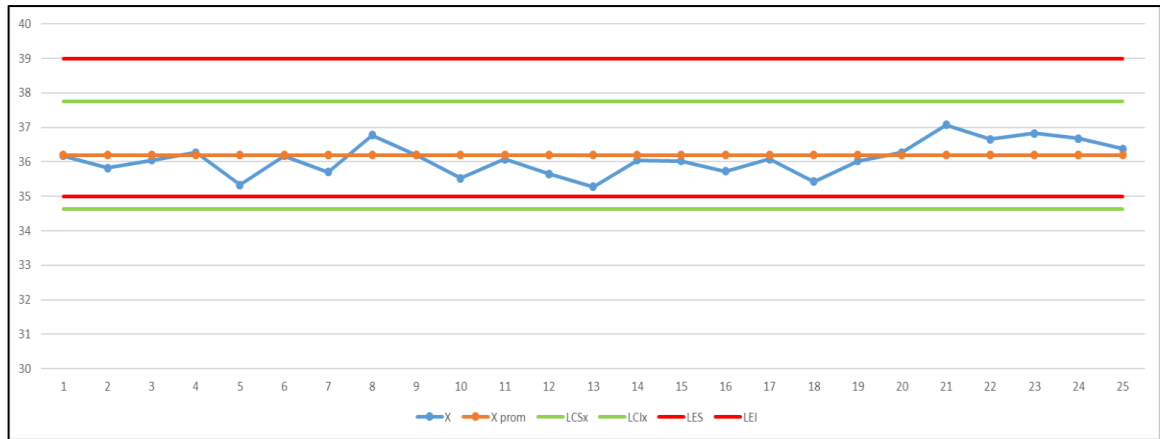
El documento tiene una pestaña formulada para que la información diligenciada por los operarios en la plantilla, se vaya graficando a medida que se alimenta los espacios requeridos, y así de esta manera poder de manera visual encontrar los puntos que se están saliendo de control y poder actuar frente a estas desviaciones y regresar la operación al estado deseado.

Los límites definidos fueron:

1. Límite especificación inferior: 35°C
2. Límite especificación superior: 39°C

En la gráfica 4 se observa un ejemplo del comportamiento de la temperatura obtenido durante el mes de Agosto. En esta gráfica se pueden observar los límites de especificación definidos y los límites de control obtenidos, y como ha sido el comportamiento de los datos.

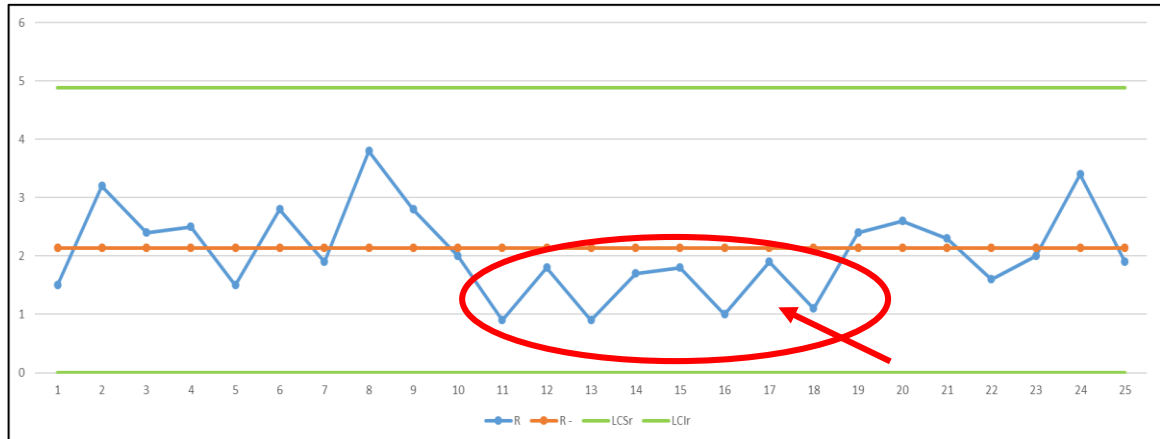
Gráfica 4. Promedio del Comportamiento datos de temperatura en el mes de Agosto en la línea de producción de maíz



Fuente. Elaboración planta de producción.

En la gráfica 5 se observa la gráfica R.

Gráfica 5. Rango del Comportamiento datos de temperatura en el mes de Agosto en la línea de producción de maíz



Fuente. Elaboración planta de producción.

Durante este mes no se presentaron datos por fuera de los límites de especificación o los límites de control, sin embargo revisando la gráfica de rango se observa una tendencia en un grupo de datos que se encuentran por debajo de la línea central que es la línea ideal para la gerencia. Revisando las condiciones presentados durante este tiempo se identifica que el sistema de los quemadores no se había limpiado con la frecuencia definida, causando que la temperatura permaneciera por debajo de lo ideal.

Teniendo en cuenta que se pueden presentar datos por fuera de los límites de acotación, se espera que en los siguientes meses durante el seguimiento que se haga, en el caso de tener puntos por fuera del parámetro se siga el protocolo a continuación:

1. El operario debe avisar por radio inmediatamente al líder de equipo y este al líder de línea. En caso de ser fin de semana debe llamarse al líder de línea por teléfono.
2. El líder de línea/el líder de equipo debe ir inmediatamente al área de cubrimiento y revisar la criticidad de la desviación.
3. El líder de línea/el líder de equipo, debe parar el equipo y re direccionar el producto para no parar la línea.
4. El plan de acción a tomar se define haciendo una evaluación en el equipo y de este hacia atrás revisando las condiciones en cada equipo, las cuales aún no están registradas en un gráfico de control pero si en una hoja de verificación o recolección de datos.

Con este proceso se espera en enero del 2018 tener implementado un gráfico de control de proceso en cada etapa de la línea de producción y después de haber reunido varios datos en casos y/o situaciones reales, tener planes de acción definidos y descritos en cada puesto de control de calidad (QAR).

6 CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de este trabajo se concluye que los gráficos de control son herramientas estadísticas útiles que permiten implementar controles en los procesos, para que de manera autónoma los operarios se involucren en la toma de decisiones frente a desviaciones críticas que pueden poner en riesgo la calidad del producto final.

En este caso puntual se concluye que la herramienta del gráfico de control X y R es la más adecuada a utilizar teniendo en cuenta que la variable que la compañía quiere controlar en su proceso, es la temperatura, la cual es una variable continua. Con el uso de este gráfico se puede lograr la mejora en la línea de producción de proceso, disminuyendo la generación de carbones lo cual como consecuencia va a disminuir el número de quejas de clientes; mediante el control de las condiciones del proceso, sin hacer inversión económicamente al inicio, sino exclusivamente trabajando de manera controlada y manteniendo la especificación de la temperatura requerida a lo largo del proceso.

7 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados se recomienda a la compañía Kellogg's de Colombia, continuar con el proceso de implementación de la herramienta de gráficos de control, en la línea de proceso de maíz. Finalizando el desarrollo de los gráficos de control para todas las etapas del proceso productivo, y definiendo planes de acción específicos frente a las desviaciones de la variable de temperatura. Actualmente la compañía inicio el control de proceso en la etapa final del proceso, sin embargo la idea es poder tomar decisiones a lo largo de la línea, ya que como se explicó en esta propuesta de trabajo, la variabilidad negativa de la temperatura en una etapa del proceso afecta las siguientes etapas.

BIBLIOGRAFIA

ALVARADO, Bárbara y RIVAS, Gabriela. Philip Crosby. Materia de estrategias de calidad y competitividad. Trabajo facultad de ingeniería de la escuela química. Caracas: Universidad Central de Venezuela. 2006. 10. p.

BECKFORD, Jhon. The quality gurus: Armand V. Feigenbaum. En: Quality a Critical Introduction. Londres: Routledge. 1968. p. 89.

CARRO, Roberto Y GONZÁLEZ, Daniel. Control estadístico de proceso. En: Documentos de investigación de la Universidad mar de la plata – Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, 2008, no. 11, p. 8-9.

CUBILLOS, María Constanza y ROZO, Diego. El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. En: Revista Universidad de la Salle. 2009, no 48. p. 80 – 99.

GRAS, Matías. Estimación estadística, modelado y análisis de la trasmisión y coste de la variabilidad en procesos multi-etapa: aplicación en la fabricación de baldosas cerámicas. Tesis de doctorado. Castellón de la Plana – España: Universitat Jaume. I. Servei de Comunicació i Publicacions, 2010, 297.p.

HANSEN, Bertrand L., y GHARE, Prabhakar M. Control de calidad: teoría y aplicaciones. Madrid - España: Ediciones Díaz de Santos, 1990. p. 130-154.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. – ICONTEC. Documentación. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1489. Sexta actualización. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 42. p.

_____. Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 38. p.

_____. Referencias documentales para fuentes de información electrónicas. NTC 4490. Bogotá D.C.: El instituto, 2008. 27. p.

ISHIKAWA, Kaoru. Introducción al control de calidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1989. 500, p.

ISO 9001 CALIDAD PARA TODOS. Phillip B. Crosby y sus principios [en línea]. Estados Unidos. Sec. (WorkShop). [Citado el 2 de Junio de 2017]. Disponible en <<http://iso9001calidadparatodos.com/phillip-b-crosby-y-sus-principios.html>>.

KELLOGGS COLOMBIA. Nuestra historia [en línea]. Colombia. Sec. (Nuestras Marcas). [Citado en 18 de mayo del 2017]. Disponible en: <www.kelloggs.com.co>


KUME, Hitoshi. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Bogotá: Grupo Editorial Norma. 2002. p.94.

POLA MASEDA, Ángel. Aplicación de la estadística al control de calidad. Barcelona: S.A. MARCOMBO, 1993. 116 p.

ROLDAN, Jaime. Presentación asignatura Estadística de la Calidad. 21 marzo 2017. P.58-63.

RUIZ, Arturo. Control estadístico de procesos. Madrid, marzo 2016. p. 5.

WATSON, Gregory. Total Quality's Leader. En: Journal for Quality and Participation - Quality Progress. Enero, 2015, vol. 37, no. 4. p. 16-22.

| | | |
|--|--|--------------|
|  Fundación Universidad de América | FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA | Código: |
| | PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA | Versión 0 |
| | Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres | Julio - 2016 |


AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL LUMIERES




Yo Ximena Alexandra Cantor Vergara en calidad de titular de la obra: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PARA EL CONTROL DEL PROCESO EN UNA LINEA DE MAIZ EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE CEREAL, elaborada en el año 2017, autorizo (autorizamos) al **Sistema de Bibliotecas de la Fundación Universidad América** para que incluya una copia, indexe y divulgue en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres, la obra mencionada con el fin de facilitar los procesos de visibilidad e impacto de la misma, conforme a los derechos patrimoniales que me(nos) corresponde(n) y que incluyen: la reproducción, comunicación pública, distribución al público, transformación, en conformidad con la normatividad vigente sobre derechos de autor y derechos conexos (Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, entre otras).

Al respecto como Autor(es) manifestamos conocer que:

- La autorización es de carácter no exclusiva y limitada, esto implica que la licencia tiene una vigencia, que no es perpetua y que el autor puede publicar o difundir su obra en cualquier otro medio, así como llevar a cabo cualquier tipo de acción sobre el documento.
- La autorización tendrá una vigencia de cinco años a partir del momento de la inclusión de la obra en el repositorio, prorrogable indefinidamente por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales del autor y podrá darse por terminada una vez el autor lo manifieste por escrito a la institución, con la salvedad de que la obra es difundida globalmente y cosechada por diferentes buscadores y/o repositorios en Internet, lo que no garantiza que la obra pueda ser retirada de manera inmediata de otros sistemas de información en los que se haya indexado, diferentes al Repositorio Digital Institucional – Lumieres de la Fundación Universidad América.
- La autorización de publicación comprende el formato original de la obra y todos los demás que se requiera, para su publicación en el repositorio. Igualmente, la autorización permite a la institución el cambio de soporte de la obra con fines de preservación (impreso, electrónico, digital, Internet, intranet, o cualquier otro formato conocido o por conocer).
- La autorización es gratuita y se renuncia a recibir cualquier remuneración por los usos de la obra, de acuerdo con la licencia establecida en esta autorización.
- Al firmar esta autorización, se manifiesta que la obra es original y no existe en ella ninguna violación a los derechos de autor de terceros. En caso de que el trabajo haya sido financiado por terceros, el o los autores asumen la responsabilidad del cumplimiento de los acuerdos establecidos sobre los derechos patrimoniales de la obra.
- Frente a cualquier reclamación por terceros, el o los autores serán los responsables. En ningún caso la responsabilidad será asumida por la Fundación Universidad de América.
- Con la autorización, la Universidad puede difundir la obra en índices, buscadores y otros sistemas de información que favorezcan su visibilidad.

Conforme a las condiciones anteriormente expuestas, como autor(es) establezco (establecemos) las siguientes condiciones de uso de mí (nuestra) obra de acuerdo con la **licencia Creative Commons** que se señala a continuación:

| | | |
|---|--|--------------|
|  | FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA | Código: |
| | PROCESO: GESTIÓN DE BIBLIOTECA | Versión 0 |
| | Autorización para Publicación en el Repositorio Digital Institucional – Lumieres | Julio - 2016 |

| | | |
|---|--|---|
|  | Atribución- no comercial- sin derivar: permite distribuir, sin fines comerciales, sin obras derivadas, con reconocimiento del autor. | x |
|  | Atribución – no comercial: permite distribuir, crear obras derivadas, sin fines comerciales con reconocimiento del autor. | |
|  | Atribución – no comercial – compartir igual: permite distribuir, modificar, crear obras derivadas, sin fines económicos, siempre y cuando las obras derivadas estén licenciadas de la misma forma. | |

Licencias completas: http://co.creativecommons.org/?page_id=13

Siempre y cuando se haga alusión de alguna parte o nota del trabajo, se debe tener en cuenta la correspondiente citación bibliográfica para darle crédito al trabajo y a su(s) autor(es).

De igual forma como autor (es) autorizo (amos) la consulta de los medios físicos del presente trabajo de grado así:

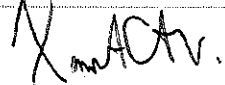
| AUTORIZO (AUTORIZAMOS) | SI | NO |
|---|----|----|
| La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca) del CD-ROM y/o Impreso | x | |
| La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer para efectos de preservación | x | |

| | | |
|--|----|----|
| Información Confidencial: este Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica o secreta o se ha pedido su confidencialidad por parte del tercero, sobre quien se desarrolló la investigación. En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se respete la restricción de acceso. | SI | NO |
| | | x |

Para constancia se firma el presente documento en (la ciudad), a los 28 días del mes de octubre del año 2017.

EL(LOS) AUTOR(ES):

Autor 1

| | |
|--------------------------------|--|
| Nombres | Apellidos |
| XIMENA ALEXANDRA | CANTOR VERGARA |
| Documento de identificación No | Firma |
| 53140239 |  |

Nota: Incluya un apartado (copie y pegue el cuadro anterior), para los datos y la firma de cada uno de los autores de la obra.