



**Facultad de Ciencias Agrarias  
Departamento de Tecnologías Agropecuarias**

# **TRABAJO DE DIPLOMA**

**TÍTULO:** Mejora de la Calidad en la Producción del Café Torrefaccionado en la UEB Torrefactora Cienfuegos

**AUTOR:** Jorge Antonio Sarduy Bermúdez

**TUTORES:** MSc. Ing. Alexis Suárez del Villar Labastida

CURSO 2011-2012

## **PENSAMIENTO**

"En este mundo no se logra nada útil ni grande sin esfuerzo ni sacrificio."

Adolfo Kolping

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mi esposa y mi hija, que sin su ayuda, apoyo y comprensión hubiese sido imposible la realización del mismo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A quien es la principal inspiradora de que haya llegado hasta aquí, a ti madre  
querida, muchas gracias.

A todas las personas que de alguna manera me han ofrecido su ayuda  
desinteresada y merezcan este agradecimiento.

## **RESUMEN**

El presente trabajo se desarrolló en la UEB Torrefactora Cienfuegos, con el objetivo de incrementar la calidad y la productividad, del proceso productivo de los paquetes de Café Torrefaccionado de  $115\pm 1,5$  gramos marca comercial "Hola" con destino a la población y a los organismos de la Administración Central del Estado y sus dependencias, a través de un procedimiento de mejora continua que integra herramientas tales como: el mapeo de procesos, las matrices y diagramas Causa- efecto, los planes de control y los gráficos de control, entre otras.

Para el logro de esta investigación fue necesario apoyarse en técnicas de captación de la información ya estudiadas y utilizadas como son: la entrevista personal, la revisión bibliográfica y las tormentas de ideas y el trabajo de equipo en general, que sirvieron de apoyo a las herramientas anteriormente mencionadas.

Para el desarrollo del proyecto se aplicó el procedimiento de mejora al objeto de análisis, y se emplearon métodos y técnicas estadísticas que permitieron identificar las causas raíces que provocan los problemas de calidad y, de esta manera, formular los planes de acción que contribuyen al mejoramiento de la calidad de la producción mediante la eliminación preventiva de dichas causas.

Palabras clave: Mejora de la Calidad, Control de Proceso, Métodos Estadísticos, Indicadores de Gestión.

## **ABSTRACT**

The present paper was developed in UEB Torrefactora Cienfuegos, with the aim of increasing the quality and productivity, the production of packages of coffee Torrefaccionado of  $115\pm 1$  process, 5 grams trademark "Hola" with destination to the population and to the agencies of the Central Administration of the State and its dependencies, through a process of continuous improvement that integrates tools such as: mapping processes, matrices and diagrams, cause - effect, control plans and graphics control, among others.

For the achievement of this research was necessary to rely on already studied and used as abstraction of information techniques: personal interview, the literature review and the storms of ideas and teamwork in general, that served as support for the above mentioned tools.

The development of the project improvement procedure was applied to the object of analysis, and methods and statistical techniques that allowed identifying the causes roots causing the problems of quality and, thus, formulate plans of action that contribute to the improvement of the quality of production through the preventive elimination of these causes were employed.

Keywords: improvement of the quality, process Control, statistical methods, management indicators.

## ÍNDICE

### Resumen

<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo I. Revisión bibliográfica</b>	5
1.1 Introducción	5
1.2 Enfoque a los procesos y las normas ISO 9000:2001	5
1.3 Mejoramiento de la calidad del producto mediante la reducción de la variación de los productos	7
1.3.1 Variación natural y variación asignable	8
1.3.2 El mejoramiento del proceso, las personas y la administración de la calidad total	9
1.4 Involucramiento de los empleados en el proceso de mejoramiento continuo	11
1.4.1 Círculos de control de calidad	12
1.4.2 Súper equipos	12
1.5 Selección de los aspectos que se deben mejorar	13
1.6 Costo de la mala calidad	13
1.7 El ciclo de mejora	16
1.7.1 El ciclo Shewart & Deming	16
1.7.2 El ciclo PHVA	16
1.7.3 El ciclo VA-PHVA	17
1.7.4 La historia del Q.C.	17
1.7.5 El ciclo PHVA modificado y mejorado	18
1.7.6 Relación entre mejoramiento y control	18
1.7.7 Beneficio del ciclo de mejoramiento PHVA	19
1.8 Características típicas del proceso del café	20
1.8.1 Torrefacción del café	21
1.8.2 Fases de la Torrefacción	23
1.9 Conclusiones del capítulo	25
<b>Capítulo II. Método y herramientas</b>	26
2.1 Introducción	26
2.2 Caracterización administrativa de la UEB Torrefactora Cienfuegos	26
2.3 Concepción teórica del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos	29
2.4 Principios para el mejoramiento de la calidad de la producción	31
2.5 Procedimiento de mejora de procesos	33
2.5.1 Procedimiento propuesto por Rummler & Brache, Improving Performance	33
2.5.2 Procedimiento propuesto por Kaoru Ishikawa	33
2.5.3 Procedimiento propuesto por Diane Galloway	34
2.5.4 Procedimiento propuesto por Juran	34
2.5.5 Procedimiento propuesto por H. James Harrington	35
2.5.6 Procedimiento propuesto por James G. Shaw	36

2.5.7 Procedimiento propuesto por S. del Villar Labastida	36
2.6 Descripción del procedimiento	37
2.6.1 Etapa de Planear	37
2.6.2 Etapa de Hacer	39
2.6.3 Etapa de Verificar	39
2.6.4 Etapa de Actuar	40
2.7 Herramientas para la mejora de la calidad	41
2.7.1 Diagrama SIPOC	41
2.7.2 Matriz Causa & Efecto	42
2.7.3 Tormenta de Ideas	42
2.7.4 Técnicas UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto)	43
2.7.5 Planes de control	43
2.7.6 Cuestionario 5W y 2H	44
2.7.7 Histogramas	47
2.7.8 Gráficos de control	48
2.7.9 Diagrama causa – efecto (Ishikawa)	48
2.8 Conclusiones del capítulo	49
<b>Capítulo III. Aplicación del procedimiento para la mejora de la calidad del</b>	<b>50</b>
proceso productivo del café torrefaccionado	
3.1 Introducción	50
3.2 Selección del objeto de análisis	50
3.3 Breve análisis de la situación actual	50
3.3.1 Maquinaria para el tostado del café	52
3.3.2 Recursos que entran y salen en el proceso	53
3.4 Aplicación del procedimiento de mejora al proceso de producción de	57
café torrefaccionado	
3.4.1 Etapa de Planificar	57
3.4.1.1 Análisis de la estabilidad del proceso	60
3.4.1.2 Definiciones de planes de acción para las prioridades decididas	65
3.4.2 Etapa de Hacer	67
3.4.3 Etapa de Verificar	67
3.4.4 Etapa de Actuar	67
3.5 Conclusiones del capítulo	67
<b>Conclusiones</b>	<b>68</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>69</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>70</b>
<b>Anexos</b>	

## **INTRODUCCION**

La calidad ha experimentado un profundo cambio hasta llegar a lo que hoy conocemos por Calidad Total, como sinónimo de Sistema de Gestión Empresarial para conseguir la satisfacción de los clientes, los empleados y de la sociedad, en su sentido más amplio.

La importancia que reviste para la economía cubana la solución de los problemas de calidad se refleja en la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba, cuando en la introducción planteaban: "...el socialismo, además de justicia es eficiencia y es calidad. Lo que no es eficiente no es socialista y lo que no tiene calidad no debe ser producido" (PCC 1997).

El proceso de Perfeccionamiento Empresarial que se está realizando en el país ha puesto de manifiesto también esta importancia y en el chequeo de la marcha del mismo en las FAR, el Primer Secretario del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, compañero Raúl Castro puntualizaba: "sin calidad en la producción y los servicios no habrá competitividad, ni podremos ganar los mercados y negocios que nos interesan"; para añadir que no se trataba de un pedido a la meditación. "Les exijo que de esto hagan un principio – calidad en todo- pero mucho cuidado, calidad en todo, de cara al cliente y con eficiencia económica" (Castro Ruz, 1996).

Pero la calidad no se alcanza al azar, las empresas que quieran tenerla siempre, necesitan luchar por ella todos los días, y la mejor forma de lograrlo es: mejorando cada día toda la empresa. De aquí que la mejora de la calidad sea uno de los puntos más abordados en la actualidad.

El incremento de la eficiencia y la eficacia en Cuba es un objetivo permanente a perseguir, tanto en la producción de bienes y la prestación de servicios, como en el consumo, particularmente en los casos que impliquen erogaciones de divisas. Sin embargo, aún los resultados alcanzados están lejos de los esperados, requiriéndose el perfeccionamiento de la gestión empresarial, así como la adquisición de nuevas tecnologías y recursos, entre otros aspectos, para lograr este propósito. Por otra parte, la compleja situación internacional y el bloqueo que mantienen los Estados Unidos contra Cuba dificultan el acceso a las fuentes de

financiamiento, suministro y tecnologías indispensables, todo lo cual conspira contra el objetivo anterior.

El perfeccionamiento empresarial exige el desarrollo e implantación de sistemas integrales de gestión que involucren a todos en la organización, que eleven cada vez más la capacidad de los trabajadores y directivos para generar y alcanzar nuevas metas, que desarrollen nuevos hábitos de producción y consumo en función de la eficiencia y la eficacia, que consoliden los hábitos de control y autocontrol y, en general, que integren las acciones al proceso productivo o de servicios que se realiza.

Para lograr la eficiencia y la eficacia de forma sistemática es necesaria la aplicación apropiada de un conjunto de conocimientos y métodos que garanticen esta práctica. Ellos son aplicados a los objetos, los medios y la fuerza de trabajo, y se constituyen en un procedimiento, el cual no puede lograrse si no es de forma extensiva aplicando los principios de la Calidad Total y su mecanismo de cambio, el proceso de mejora continua.

La Calidad Total, como ha sido comprobado por el Principio de Reacción en Cadena de Deming (1986), conduce a una organización, por medio del mejoramiento continuo, a aumentar su productividad, incrementar su mercado de clientes y, entre otras cosas, reducir costos.

Las empresas cubanas encargadas de la producción de bienes y la prestación de servicios técnicos, requieren la adopción de este enfoque de gestión y su mecanismo de mejora, para elevar la calidad y la productividad de su oferta y con ello satisfacer las necesidades de la población, así como incrementar su competitividad, sobre todo en el caso de aquellas producciones que están destinadas al consumo de la población, como es el caso del café. En periodos anteriores, los niveles de productividad y de consumo de materia prima en la Unidad Empresarial de Base Torrefactora Distribuidora de Café de Cienfuegos, se han visto afectados por problemas de calidad que elevan los costos.

Partiendo de la importancia de la mejora de la calidad para el desarrollo de las organizaciones, sobre todo si se trata de áreas tan importantes como la

producción de bienes y servicios para la población, se define el **problema científico de la investigación** de la forma siguiente:

*La presencia de defectos en la producción de paquetes de café con destino a la población y organismos, ocasionan elevados costos operativos que afectan la productividad de la empresa.*

Se plantea la **Hipótesis** siguiente:

*La identificación de las causas que provocan pérdidas y la eliminación preventiva de las mismas, mediante la aplicación de procedimientos para el mejoramiento continuo, permitirán la reducción de los índices de consumo así como la elevación de los niveles de productividad.*

Es por esto que el trabajo se plantea como **Objetivo General**:

*Seleccionar y aplicar un procedimiento de mejora continua que incluya a todos (directivos y trabajadores), que permita mediante el mapeo de procesos, las matrices y diagramas causa – efecto, entre otras herramientas, incrementar la calidad y la productividad, para de esa forma reducir progresiva y sistemáticamente los costos operativos en un periodo determinado.*

Con los **Objetivos Específicos** siguientes:

- Definir el basamento científico del mejoramiento continuo.
- Seleccionar un procedimiento para el mejoramiento de la calidad de la producción.
- Aplicar el procedimiento anterior en el mejoramiento de la calidad del café torrefacto destinado a la población y organismos.

El trabajo aporta como **novedad**, la aplicación de un procedimiento de mejora, basado en el ciclo detallado PHVA, que no sólo contribuye a la elevación de la calidad de la producción, sino que permite gestionar otras actividades de la empresa tales como el plan a largo plazo, el plan anual, los proyectos de investigación y desarrollo, entre otros, todo lo cual constituye una contribución al logro de la estrategia con la gestión del día a día.

El **aporte social** del trabajo consiste en la aplicación de un procedimiento que permite adoptar medidas encaminadas a la mejora de la calidad de un producto de alta demanda por la población para satisfacer sus necesidades, así como la reducción de los índices de consumo.

Los **métodos** empleados en la investigación son: el dialéctico, el experimental, la observación, el análisis y la síntesis, así como los métodos estadístico-matemáticos. El trabajo está constituido por la introducción, tres capítulos, las conclusiones generales y las recomendaciones, así como la relación de la bibliografía empleada y los anexos.

## **CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Introducción**

La calidad del proceso es un indicador acerca de qué tan bien concuerdan los bienes y servicios proporcionados por los procesos de transformación con sus especificaciones de diseño.

Los esfuerzos continuos para mejorar los procesos de transformación conducen al mejoramiento de la calidad del producto, a un ambiente laboral más seguro y a menores costos en la producción. En muchos de los casos la empresa puede aumentar su capacidad efectiva sin comprar equipo adicional, contratar más personal ni ampliar las instalaciones. La relación entre la calidad de los procesos de transformación de una empresa y su capacidad para competir es estrecha y directa (Noori 1997).

En este capítulo se estudiarán las herramientas de mejoramiento y control de los procesos, basados en los trabajos de expertos en calidad, como Deming (1982), Juran (2001) y Crosby (1979). Se analizarán herramientas y tácticas para (1) identificar, con la mayor rapidez posible, los problemas que se presenten en los procesos de transformación, (2) resolverlos y (3) mejorar los procesos de transformación (figura 1.1). Estas herramientas pueden ser muy efectivas en manos de trabajadores bien entrenados.

### **1.2 Enfoque a los procesos y las Normas ISO 9000:2001**

El principio de Gestión de la Calidad – Enfoque a los procesos dice que “un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso”.

Según la ISO 9000:2001 Sistema de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario, un proceso se define como “conjunto de actividades manualmente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entradas en resultados” y en el caso de un producto la misma norma lo define como “resultado de un conjunto de actividades manualmente relacionadas o que interactúan, las

cuales transforman entradas en salidas”. Los insumos y productos terminados pueden ser tangibles e intangibles (ver figura 1.2).

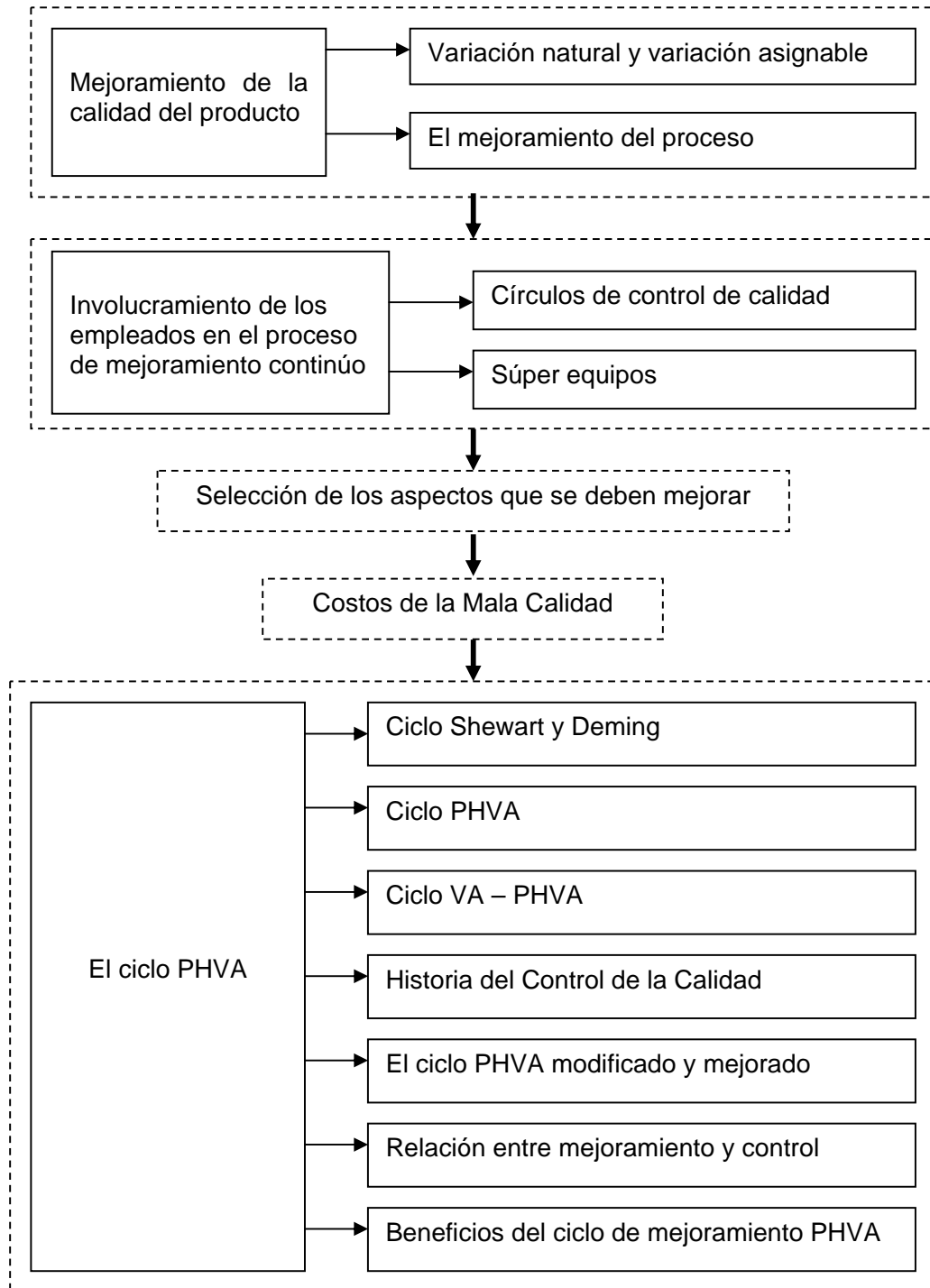


Figura 1.1 Hilo conductor del marco teórico

La Norma ISO 9001:2001 hace énfasis en la importancia para que una organización identifique, implemente, gestione, y mejore continuamente la eficacia de los procesos necesarios para el Sistema de Gestión de la Calidad, y para gestionar las interacciones de estos procesos con el fin de lograr objetivos de la organización.



**Figura 1.2 Representación de un proceso**

La Norma ISO 9004:2001 va más allá de los requisitos de la Norma ISO 9001:2001 al centrarse sobre las mejoras del desempeño y recomienda evaluar la eficiencia y la eficacia de los procesos. Esto se hace mediante procesos de revisión internos o externos valorándolos según una escala de madurez, es decir desde un “sistema informal” hasta “el mejor de sus clase”. La ventaja es que los resultados de este enfoque pueden ser registrados y hacerles un seguimiento hasta alcanzar las metas fijadas. Actualmente se utiliza una escala del 0 al 5, esta escala permite conocer el grado de madurez de los procesos.

### **1.3 Mejoramiento de la calidad del producto mediante la reducción de la variación en los productos**

La calidad del proceso es perfecta cuando cada bien o servicio producidos por el proceso de transformación satisfacen cada valor especificado en el diseño del producto. Cuanto más se desvíe un producto de sus valores objetivo, más deficiente será su calidad; en consecuencia, la meta de control de proceso es minimizar estas desviaciones. Infortunadamente, es imposible eliminar

completamente todas las desviaciones de los valores objetivo, puesto que la producción lograda en cualquier proceso experimenta variaciones. Este aspecto se presentará con mayor claridad en la próxima sección cuando se analicen los dos tipos de variación (Taguchi 1994).

### **1.3.1 Variación natural y Variación asignable**

Para este punto se puede observar un proceso que emplea una máquina y un operador para abrir un agujero en un producto. El tamaño exacto del agujero varía de un producto a otro. Algunas de estas variaciones pueden atribuirse a causas específicas, como instalaciones imperfectas, materias primas defectuosas, daño de herramientas y entrenamiento deficiente. Estas causas contribuyen a la **variación asignable**.

Después de suprimir la variación originada por causas asignables, todavía se mantendrá algún tipo de variación. La fuente de esta variación se halla en un conjunto de factores aleatorios. Por separado, tales causas aleatorias producen cantidades mínimas de variación, pero su interacción conjunta puede llevar a niveles más sustanciales de variación. Entre los ejemplos de **variación natural** se encuentran los cambios ambientales (como fluctuaciones eléctricas y cambios en la temperatura y la humedad) y la variación causada por la condición de los equipos y la tecnología que emplean.

En un proceso, la variación que no puede asignarse a causas específicas se denomina variación natural. En general no se necesita modificar mucho los equipos para rastrear y suprimir la variación originada por causas asignables. Esto no sucede con la variación natural; en efecto, es imposible eliminar por completo esta variación (Montgomery 1991).

¿Quién debe enfrentar estos tipos de variación? la respuesta es: todos, no obstante, Deming (1981) sugiere que a la administración corresponde imprenta de la variación natural, y fuerza laboral debe encarar la variación asignable.

Más adelante se expondrán las razones de ésta afirmación. La variación natural está en función del proceso, y sólo puede reducirse si se introducen cambios físicos en el proceso. Normalmente, no se delega en los trabajadores las

decisiones estratégicas para invertir en más tecnología, en especial cuando están de por medio decisiones presupuestales. Los cambios en el proceso también pueden seguir cambios correspondientes en el diseño del producto, los materiales, la calificación de la fuerza laboral y el diseño del cargo. Las implicaciones de estos cambios hacen que reemplazar el proceso sea estratégicamente sensible (Hammer y Chompy 1994).

La variación asignable es el resultado de cambios no aleatorios en el proceso. Quienes se hallan más cercanos al proceso están en mejor posición para reconocer cuándo se presenta la variación; también tienen un conocimiento más profundo del proceso y, por tanto, pueden identificar la causa para eliminarla o reducir la variación asignable. Sin embargo, para que esto tenga éxito se debe entrenar a la fuerza laboral, de delegarle autoridad y darle confianza para actuar; de otro modo, no habrá mejoramiento o cambio (Cantú 2001).

Cuando es necesario mejorar varios procesos, ¿Cuál se debe mejorar en primer lugar? La respuesta es mejorar el proceso que crea la mayor ganancia positiva neta para el cliente. Al principio quizá no sea fácil de identificar, pero una buena comprensión de los procesos y los clientes facilitará esta tarea. Sin embargo, la empresa debe poner algunas condiciones: la ganancia debe lograrse con relativa rapidez, originar beneficios obvios para el cliente y concordar con la estrategia a largo plazo de la empresa. Hacer cambios sin tener en cuenta los objetivos a largo plazo puede debilitar la competencia central de la empresa. Esto se aplica a la eliminación de las causas de variación natural y asignable.

### **1.3.2 El mejoramiento del proceso, las personas y la administración de la calidad total**

La definición de administración de la calidad total (ACT) indica que el mejoramiento continuo del proceso es un aspecto vital. Durante muchos años se ha señalado que el mejoramiento del proceso es un factor muy importante. El modo de organizar y apoyar el esfuerzo de mejoramiento es esencial; en la sección próxima se presenta una práctica corriente.

En primer lugar, se examinarán brevemente las bases filosóficas de la organización y práctica del mejoramiento del proceso.

La ACT puede parecer un concepto relativamente nuevo, pero su origen se remonta a más de 40 años, con el trabajo realizado por A.V. Feigenbaum (1991) y otros expertos estadounidenses en control de calidad. Feigenbaum definió el control de la calidad total como un sistema efectivo para integrar el desarrollo y la calidad, el mantenimiento y la calidad, y los esfuerzos de mejoramiento y la calidad..., de modo que el marketing, la ingeniería, la producción y el servicio puedan mantenerse en los niveles más económicos para conseguir la satisfacción total de los clientes.

Aunque Feigenbaum exigió la participación de todos los departamentos en el control de la calidad, el papel principal le asignará a los especialistas en control de calidad. Este punto de vista de administración y control de calidad todavía prevalece en muchas empresas norteamericanas.

Últimamente los japoneses han establecido una perspectiva mucho más amplia de la administración de la calidad, denominado control de calidad en toda la empresa (CCTE). El estándar industrial japonés Z8101-1981 define el control de calidad como un sistema de medios para fabricar productos o servicios a menor costo y que satisfagan las exigencias de los clientes..., [Que] necesita la cooperación de todos los empleados de la compañía, incluye la alta gerencia, los administradores, los supervisores y los trabajadores en todas las áreas de la actividad corporativa. Así, la empresa se compromete con la calidad y cada aspecto del proceso de valor agregado se halla sujeto al mejoramiento de la calidad. Irónicamente, las raíces del CCTE se encuentran en un estadounidense: W.Edward Deming. En 1946, el gobierno norteamericano lo envió a Japón para ayudar en programas de reindustrialización. Deming inspiró a los japoneses e inició una revolución de calidad que todavía está vigente. Según las enseñanzas de Deming, la calidad es la ausencia predecible del error (como resultado orientado hacia el cliente que sólo se logra cuando la administración decide enfrentar los errores ligados al sistema de la producción, en vez de culpar a los trabajadores por la producción

deficiente..., este es un proceso interminable de mejoramiento continuo que, a largo plazo, rebasará los costos unitarios, mejorar la productividad y, por último, la rentabilidad).

Las repercusiones de estas nuevas filosofías de administración relativas al manejo de los procesos son muy importantes. El mejoramiento está a cargo de personas que tienen pleno conocimiento de los efectos y las implicaciones del cambio. Estas personas deben tener autoridad para realizar los cambios; deben contar con el apoyo de los superiores, los subordinados y los colegas. Así mismo deben poseer el deseo de mejorar continuamente. Esta motivación debe estar apoyada por la evaluación y los sistemas de recompensas que sustenten el hecho. Y acepten un, sin penalizar, los fracasos producidos en el intento de implementar el mejoramiento nuevo. Teniendo presente estas condiciones, es posible observar cómo se organiza una empresa para introducir mejoramiento continuo en el proceso.

#### **1.4 Involucramiento de los empleados en el proceso de mejoramiento continuo**

El primer paso tendiente a suprimir las variaciones es obtener información acerca de los problemas: en qué consisten y donde se presentan. Con reabrir una, los empleados de la planta de producción casi siempre pueden identificar las causas de la variación asignable y eliminar esos problemas debido a que están familiarizados con los procesos de transformación. Sin embargo, la pregunta importante es ¿qué hacen los empleados con la información recolectada? Si se utiliza con propiedad, puede contribuir positivamente a los esfuerzos de mejoramiento continuo de la empresa.

Existen muchas maneras de organizar en grupos a los trabajadores e involucrarlos en los esfuerzos de mejoramiento del proceso. En las próximas secciones se analizarán dos clases de grupos de empleados: los círculos de control de calidad y los súper equipos.

#### **1.4.1 Círculos de control de calidad**

Los círculos de control de calidad (CC) nacieron en Japón, grupos de estudio a comienzos de los años sesenta. Estos círculos pretendían ayudar a los trabajadores mediante el estudio y la aplicación de técnicas de control de calidad. Los facilitadores entrenaban a los trabajadores encargados del control de calidad, se aseguraban de que todo marchara bien y ayudaban a que los trabajadores presentaran sus propuestas a la administración.

Los círculos de control de calidad son pequeños grupos de empleados pertenecientes a la misma área de trabajo que se reúnen de modo voluntario y con regularidad para analizar diversos métodos a fin de mejorar la calidad en el área.

En empresas como Toyota, los círculos de control de calidad con frecuencia generan millares de sugerencias, la mayoría de las cuales se incrementa. Los ahorros en costos han sido tasados en millones de dólares.

#### **1.4.2 Súper equipos**

En la actualidad, muchas empresas norteamericanas están implementando con éxito su propia versión de los círculos de control de calidad: los súper equipos.

Los súper equipos son pequeños grupos administrados por los mismos integrantes, que desarrollan nuevos conceptos e ideas o abordan los problemas ya existentes.

Los súper equipos pueden mejorar bastante la productividad. Al igual que un círculo de calidad, el súper equipo trabaja en el mejoramiento de productos y procesos, pero lo que distingue a un súper equipo de un círculo de control de calidad es la capacidad para administrarse a sí mismo. Un súper equipo organiza sus propios programas, establece sus objetivos, pide equipos y materiales, tiene autoridad para contratar personal para el equipo y despedirlo, y- en algunos casos- desarrollar estrategias.

Los súper equipos son valiosos fondos los trabajos, complejos y muy interdependientes; el diseño del producto es un buen ejemplo.

### **1.5 Selección de los aspectos que se deben mejorar**

¿Cómo seleccionamos los aspectos que vamos a mejorar? Cada organización tendrá un *iceberg*, de mala calidad de problemas visibles y ocultos. Necesitamos saber cuáles son esos problemas. La figura 1.3 muestra un *iceberg* de mala calidad. En ella se mencionan algunos de los problemas obvios y ocultos que podrían ocurrir en una compañía grande.

Es un extremo peligroso ignorar u ocultar estos problemas. Se considera la siguiente declaración:

Esta figura muestra el iceberg de problemas que pueden existir en una organización. Por lo común, podemos estar atacando los problemas que existen, sin percatarnos de los numerosos problemas ocultos, ni de las oportunidades para un mejoramiento. Estas oportunidades, si se dejan sin resolver, pueden conducir a un desperdicio, a costos más elevados y a la insatisfacción del cliente, lo que da por resultado negocios perdidos una organización bien administrada debe tener un iceberg pequeño.

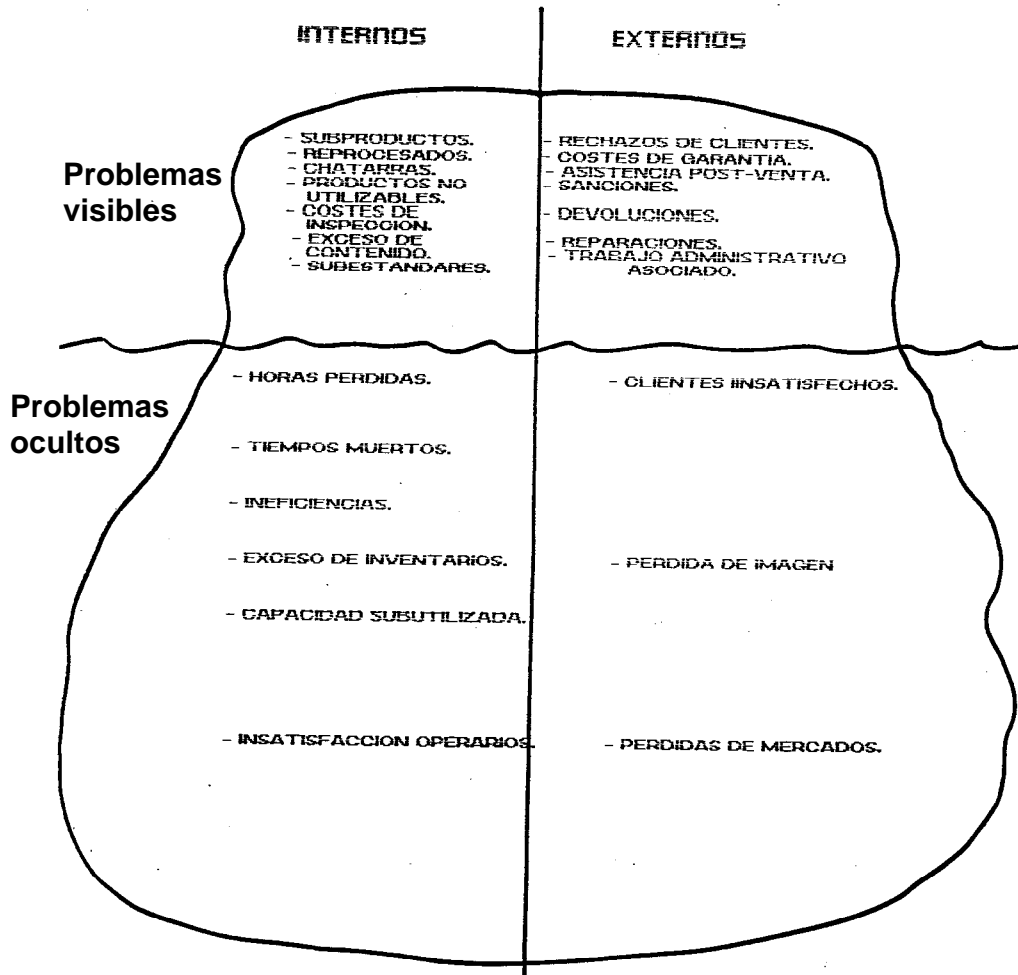
Antes de empezar a mejorar, es necesario establecer las prioridades; de lo contrario, tal vez tendremos demasiadas cosas que hacer.

### **1.6 Costo de la mala calidad**

Los varios aspectos que se muestran en el iceberg de la mala calidad se pueden pormenorizar, agrupar y convertir en dinero desperdiciado. Muchos consultores en América y Europa emplean este método. Fue popularizado por Feigenbaum y Juran y se conoce como costos de la calidad. Otros lo llaman costo de la calidad, lo que es más apropiado; una descripción mejor es, costo de la mala calidad.

Juran habla de tres tipos de costos: costos de las fallas internas, costos de las fallas externas y costos de prevención. Manifiesta que se puede lograr que estos costos disminuyan sobre una base continua. Ciertamente, es una forma de atraer la atención de la agencia para que inicie un programa de mejoramiento de la calidad; es decir, para que este se enfoque en el dinero desperdiciado. En muchas compañías, esta es la única forma de atraer la atención de la gente.

## COSTES DE LA NO-CALIDAD



**Figura 1.3 Costes de la no-calidad. (Iceberg de mala calidad)**

Es algo muy diferente del enfoque adoptado por Japón y los países recién industrializados. Aquí, la calidad mejora porque hay un poderoso impulso hacia la perfección y la satisfacción del cliente, lo que da por resultado una creciente participación de mercado y mayores utilidades.

Hitoshi Kume se opone a la noción de costos de la calidad. Argumenta que las compañías occidentales están tan preocupadas por identificar los costos de la calidad, que parece que se tiene la impresión de que las actividades de control de calidad no pueden existir en ningún sistema normal de costos de la calidad.

Continúa diciendo que ha tratado de introducir este concepto en Japón y han fracasado; en parte debido a que es imposible incluir toda la información de la calidad de una compañía en los costos de la calidad. Proporciona varios ejemplos que respaldan su argumento. Por ejemplo, un producto tendrá costo de calidad y utilidades insustanciales, debido al exceso de competencia. Mientras que un producto nuevo e innovador podría tener costos de calidad elevados y sin embargo tener utilidades elevadas, debido a que no hay competencia y a que el precio de menudeo es elevado. La meta de la limitación de negocios es incrementar las utilidades, no reducir los costos. Por consiguiente, los incrementos en los costos son aceptables, siempre y cuando una compañía pueda obtener más utilidades para compensar este costo adicional.

Lo más importante que necesita hacer la gerencia es asegurarse de que el diseño, la producción, la mercadotecnia y el producto satisfagan las necesidades del cliente. Por tanto, aún cuando el costo no se podría reducir sobre una base continua, los costos de calidad que damos no son necesariamente un indicio de una administración exitosa. Si todos los costos son iguales a los de otras empresas, el éxito sólo puede provenir del desarrollo continuo y la introducción de nuevos productos que satisfacen las necesidades del cliente, porque la pérdida más grande probablemente es la pérdida de la participación de mercado y los costos de la calidad no miden este aspecto. De hecho, hablando del mismo tema Deming ha comentado que los costos más importantes se desconocen y es imposible conocerlos.

En resumen, no se recomienda la laboriosa recopilación de datos sobre el costo de la mala calidad. Sin embargo, podría ser útil en un departamento específico cuyos costos de la mala calidad son muy elevados. Un buen sistema administrativo se enfocará automática y continuamente en los mejoramientos. En forma concurrente, el enfoque debe ser en el desarrollo de productos y servicios que satisfagan y excedan las necesidades del cliente.

## **1.7 El ciclo de mejora**

El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar) fue desarrollado originalmente por Shewhart, el iniciador del control estadístico de calidad, fue popularizado por Deming y a menudo no se le llama ciclo Deming. Han surgido numerosas versiones, llamadas historia del TQC, historia del QC, entre otras. En una forma muy breve he aquí una explicación de algunas de las versiones.

### **1.7.1 El ciclo Shewart & Deming**

Es un ciclo diseñado para ayudar a mejorar un proceso. También está diseñado para utilizarse como un procedimiento para averiguar la causa mediante un análisis estadístico. Se divide en cuatro pasos, como sigue:

1. ¿Qué es lo que se va a lograr? ¿Qué datos hay disponibles? ¿Son necesarias nuevas observaciones? De ser así, planear y decidir las formas de obtener más datos.
2. Llevar a cabo el cambio que se va a lograr, de procedencia en pequeña escala.
3. Observar los efectos del cambio.
4. Estudiar los resultados; ¿qué podemos aprender o predecir?

### **1.7.2 El ciclo PHVA**

El ciclo PHVA es muy similar al ciclo Deming. Las cuatro palabras, planear, hacer, verificar, actuar describen muy bien las etapas y se exponen de una manera más explícita como sigue:

1. *Planear.* Determinar las metas y los métodos para alcanzarlas.
2. *Hacer.* Educar a los empleados y poner en práctica el cambio.
3. *Verificar.* Verificar los efectos del cambio. ¿se han alcanzado las metas?, de no ser así, volver a la etapa de *Planear*.
4. *Actuar.* Empezar la acción apropiada para institucionalizar el cambio.

### 1.7.3 El ciclo VA-PHVA

El pensamiento que sustenta el ciclo VA-PHVA es que usted necesita verificar o analizar la situación actual antes de empezar a Planear, Hacer, Verificar y actuar. La lógica es correcta, ¿pero por qué no añadir simplemente un paso en el plan que requiere un análisis? Ese fue el propósito original de Shewhart. Si se hace así, esto permitirá conservar el ciclo original PHVA.

### 1.7.4 La historia del QC

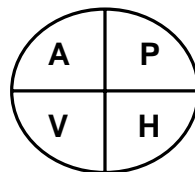
Este concepto trata de abrirse paso entre la confusión de los varios ciclos de mejoramiento y proporciona una secuencia de actividades similar a la del ciclo VA-PHVA (figura 1.4), sin emplear las palabras Planear, Hacer, Verificar, Actuar. Una advertencia sobre la historia del QC: muchas personas tienen la impresión de que la historia del QC es el único medio de documentar un proyecto una vez que está terminado. *Esto es erróneo*. Su propósito es utilizarlo como una guía paso a paso para resolver un problema y como un procedimiento para documentar un proyecto terminado. El mismo concepto se aplica al ciclo PHVA que ahora expondremos con más detalles.

#### 7. Conclusión y planes futuros.

- Continuar con el mismo aspecto, o seleccionar otro aspecto.

#### 6. Empezar una acción apropiada.

- Estandarizar, controlar y documentar.
- Continuar con la etapa de Planear si no se ha logrado el objetivo.



#### 5. Verificar los efectos

- Comparar los resultados con el objetivo.
- Continuar con la etapa de Planear si no se ha logrado el objetivo

#### 1. Seleccionar el tema o producto

- Planear el programa de actividades
- Estableces el objetivo

#### 2. Comprender la situación actual

- Obtener los datos y revisarlos.

#### 3. Analizar la causa y determinar la acción correctiva.

- Causa y efecto
- Estableces hipótesis
- Verificar las causas más probables
- Determinar la acción correctiva.
  - a corto plazo o remediadora
  - a largo plazo o preventiva

#### 4. Poner en práctica la acción correctiva

- Empezar una acción correctiva
- Proporcionar una capacitación adecuada

Figura 1.4 El ciclo PHVA



La alternativa es continuar con otro ciclo de mejoramiento, después de dejar el proceso bajo control, si no ahora, más adelante. En este punto es muy importante una buena documentación del proyecto actual, el análisis, la validación, las elecciones que se hicieron, los logros y lo que falta por mejorar. Si se cuenta con esa información, eso hará que el ciclo siguiente de mejoramiento sea más fácil y más rápido.

### **1.7.7 Beneficios del ciclo de mejoramiento PHVA**

Los siguientes son los beneficios principales del ciclo de mejoramiento PHVA:

- Es un proceso sistemático para la resolución de problemas, que proporciona la ruta más rápida para llegar a una solución efectiva.
- Asegura un programa en el cual se ha convenido, para la terminación del proyecto.
- Asegura una meta o un objetivo en los cuales se ha convenido, por lo común establecidos con datos.
- Asegura un análisis detallado de los modos de falla.
- Asegura la verificación y eliminación de los modos de falla más probable.
- Requiere la puesta en práctica de controles para supervisar y administrar el nuevo proceso mejorado.
- Requiere una capacitación en el nuevo proceso y su documentación.
- Requiere la documentación de los datos de las fallas, antes y después. Eso será útil para el siguiente ciclo de mejoramiento.
- Asegurará que no haya una recurrencia del problema, asegurando así un mejoramiento continuo. Esto se logra mediante la estandarización de los nuevos procesos mejorados.
- Los gerentes y supervisores pueden ir y venir, pero si el ciclo PHVA se ha institucionalizado y es obligatorio, los empleados siempre serán sistemáticos y analíticos cuando traten de eliminar las causas en las áreas problema.

Este último punto es muy importante. Se parafrasea como sigue: Las personas pueden ir y venir pero los procesos se quedan. El ciclo PHVA es parte de un proceso, el proceso de mejoramiento. A lo largo de los años, hemos visto numerosos procesos de mejoramiento, cada uno ajustado para satisfacer las necesidades de un individuo o la teoría favorita. Esto causa una excesiva cantidad de reaprendizaje y de ineficiencia.

Se sugiere reducir al mínimo el empleo de otros procesos de mejoramiento. En vez de ello estandarizar el empleo del proceso PHVA. Esto dará por resultado un lenguaje común y además facilitará la comunicación de los mejoramientos en una organización. La mayoría de las compañías lo han adoptado como un estándar, incluyendo las compañías japonesas y en los Estados Unidos, Florida Power & Light y Hewlett Packard.

### **1.8 Características típicas del proceso del café**

El café verde es el resultado de someter la cereza de café madura al beneficio retirando el exocarpio, el mesocarpio y por medio de la trilla el pergamino, quedando así la almendra únicamente.

La clasificación del café verde consiste en separar los granos, teniendo en cuenta su calidad, forma, tamaño y las exigencias del mercado, generalmente en la producción de café del tipo Arábica se clasifica según su granulometría y la cantidad de defectos que este contenga (ver tabla 1.1).

A continuación se mencionaran algunas características típicas del café verde:

- *Granulometría:* Las diferencias específicas de forma y de tamaño son particularmente notables en los granos de café Arábica y café Canephora. Las primeras son generalmente más voluminosas, de forma más alargada. El Canephora es de grano más corto y de aspecto más redondeado, el surco es de tendencia más rectilínea que en el Arábica.
- *Densidad Aparente:* La diferencia de los granos reside en el origen botánico y en menor grado en su contenido de humedad el cual debe ser inferior al 12% para una buena conservación. La densidad de los Canephora es más elevada que la de los Arábica. Independientemente del factor agua, la

densidad de los granos de café puede variar en función del estado de madurez en el momento de la cosecha, ataque parasitario, alteraciones de los tejidos, etc. La densidad está expresada como la relación de la masa por unidad de volumen, la densidad para el café verde es aproximadamente de 645 g/l a 750 g/l.

- *Color:* Esta característica tiene gran importancia comercial sobre todo para los Arábica; el beneficio desempeña un papel esencial en el color. Varía entre amarillo claro y verde oscuro, pasando por toda la gama de matices intermedios. El color dominante varía con su origen botánico, la naturaleza del suelo, la técnica de cultivo, el beneficio y la manera que se almacene y se conserve el grano.

El café Arábica tiene por lo general una coloración verde, verde azulado o gris azulado uniforme, mientras que los Canephora tienen un color de tendencia grisácea a consecuencia, de un despelliculado deficiente.

- *Contenido de Humedad:* Los granos de café verde presentan un nivel de agua comprendido entre el 10% y el 12%. La determinación analítica de la cantidad de agua puede realizarse por evaporación en la estufa a  $105^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 16 horas según lo estipulado.

### **1.8.1 Torrefacción del café**

La torrefacción del café es un proceso en el cual intervienen mecanismos de transferencia de calor y de masa simultáneamente. Depende del tiempo y la temperatura, donde se inducen los cambios en el café verde produciendo los compuestos que originan el aroma característico, sabor, olor y cuerpo del café.

Con el tueste, los granos duplican su tamaño. Cuando la temperatura en el interior alcanza alrededor de  $200^{\circ}\text{C}$ , salen los aceites de los granos, en general cuanto más aceite hay, más sabor tiene el café. Durante el tueste, los granos se agrietan de una forma similar a las de las *rositas de maíz* que explotan bajo calor. Hay dos momentos de “explosión” que se utilizan como indicadores del nivel de tueste alcanzado. Los granos se vuelven más oscuros y liberan aún más aceite hasta que finaliza el tueste, y son retirados de la fuente de calor. En tuestes ligeros, el

grano mostrará más su “sabor original” los sabores creados en el grano por las condiciones de suelo y atmosféricas del lugar donde fue cultivado.

**Tabla 1.1. Clasificación de los diferentes tipos de café verde**

<b>TIPO DE CAFÉ</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>Excelso Supremo</b>	Compuesto de grano grande, plano, parejo, retenido sobre malla número 17, con tolerancia del 5% inferior a esta malla, pero retenido por la malla número 14.
<b>Excelso Extra o Especial</b>	Compuesto de grano plano y caracol, tamaño grande y mediano, retenido sobre la malla número 16, con tolerancias del 5% inferior a esta malla, pero retenido por la malla número 14.
<b>Excelso tipo Europa y UGQ</b>	Compuesto de grano plano y caracol, tamaño grande, mediano y pequeño, retenido sobre la malla número 15 (tipo Europa) y de la malla número 14 (tipo UGQ), con tolerancias del 2.5% y 1.5% respectivamente, inferior a estas mallas, pero retenido por la malla número 12.
<b>Excelso tipo Caracol</b>	De tamaño grande, mediano y pequeño, retenido por la malla número 12, con tolerancia de máximo 10% para grano plano. Sin maragogipe.
<b>Excelso tipo Maragogipe</b>	De tamaño grande, mediano y pequeño, retenido por la malla número 14, con tolerancia de máximo 10% para grano plano. Sin caracol.
<b>Consumo</b>	Retenidos por encima de la malla número 14, como la fracción bajo malla número 15 y sobre la malla número 14. En ambos casos con tolerancia del 5% inferior a malla número 14, pero retenido por la malla número 12.
<b>Pasilla de Máquinas</b>	Es todo grano defectuoso retenido sobre malla número 14 y café sano, pasilla, caracol, bajo malla número 14, pero retenido sobre malla número 12.
<b>Pasilla de Manos</b>	Se compone en su mayoría de granos picados, decolorados y otros granos defectuosos separados a manos por las escogedoras.
<b>Ripio</b>	Se compone de los granos defectuosos inferiores a la malla número 14 y la fracción de grano sano inferior a la malla número 12.

Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

Mientras el color de los granos va oscureciendo hacia un tono marrón oscuro, los sabores de origen del grano son eclipsados por los sabores creados por el proceso de tueste en sí mismo. En tuestes más oscuros el “sabor de los granos más tostados” es tan dominante que puede ser difícil distinguir el origen de los

granos empleados. Muchos consideran que el mejor grano es uno que esté semitostado, puesto que “no es demasiado ligero” ni “demasiado oscuro”.

Un café, si fue bien tostado debe tener una apariencia tal como:

- Granos de color uniforme, es decir, que la gran mayoría de los granos tengan un mismo color.
- La expansión del grano, cuando el grano se tuesta comienza a aumentar de volumen, en un buen tostado casi todos los granos deben tener igual volumen.
- La ranura del grano de café debe de estar abierta pero no rota.
- El grano de café no debe de estar arrugado.

### **1.8.2 Fases de la Torrefacción**

En la torrefacción hay cinco fases principales:

- Desección
- Crecimiento
- Disgregación
- Tostado Completo
- Enfriamiento

Los primeros cambios se presentan a 50°C en las capas superficiales, a los 100°C el color verde del café comienza a cambiar a amarillo, en este momento empieza la desecación donde se desprende vapor de agua y comienza la volatilización desarrollando además un olor a pan tostado. Alrededor de los 120°C 130°C, el grano adquiere una coloración castaña que varía poco a poco a coloraciones pardas, acompañado de un aumento en el volumen y su olor todavía no es característico.

Alrededor de los 180°C el olor comienza a ser característico y a causa de la pirolisis<sup>1</sup> aparecen productos gaseosos como vapor de agua, CO<sub>2</sub>, CO, compuestos volátiles por la descomposición de los carbohidratos, proteínas y grasas que son los causantes del aumento del volumen en el grano. En éste

---

<sup>1</sup> Descomposición de grandes estructuras químicas por medio de calor

momento se inicia una fase de descomposición caracterizada por el rompimiento de la estructura celular de los granos debido a sobrepresiones internas (crepitación), producción de humo y la aparición del aroma del café, en éste instante las reacciones endotérmicas alcanzan su punto máximo.

Posteriormente comienzan las reacciones exotérmicas debido al calor de reacción dentro del grano, que hacen que éste alcance temperaturas hasta de 200°C aproximadamente, en éste momento se obtiene la tostación completa en donde desciende el contenido de agua entre el 1.5% y el 3.5% en peso.

La zona de torrefacción se encuentra entre los 180°C a 250°C siendo la temperatura óptima, la comprendida entre los 210°C y 230°C, por encima de esta ocurre la sobretorrefacción en donde se acentúan, el desprendimiento de humos, los granos se ennegrecen, el volumen ya no aumenta y en el peor de los casos se carbonizan, se hacen más quebradizos y el aroma desaparece. Para detener el proceso de torrefacción del café es necesario generar un enfriamiento rápido e inmediato de los granos, ya sea por medio de una corriente de aire o por apagado con aspersión de agua.

La temperatura de tuestión es muy importante ya que tiene una fuerte influencia sobre las cualidades del café. La duración de la torrefacción es aproximadamente de 5 a 12 minutos (bajo condiciones dadas). Éste tiempo varía según el equipo que se utilice y la cantidad de almendra de café adicionada.

## **1.9 Conclusiones del Capítulo**

- 1 La gestión de la calidad en su concepción más avanzada, significa el mejoramiento continuo de los productos y servicios para satisfacer y exceder los requerimientos, expectativas y necesidades de los clientes; es una teoría de dirección para lograr la transformación de una organización mediante el empleo de un enfoque de mejoramiento, el cual debe ser elaborado e implantado en correspondencia con los objetivos a lograr, los recursos disponibles y el clima cultural que impere en la organización.
- 2 El análisis de los diversos enfoques sobre la calidad y su mejoramiento, así como la determinación de la necesidad del sector empresarial cubano de elevar la eficiencia y la eficacia, demuestran la necesidad de ofrecer una respuesta dirigida a la solución del mejoramiento de la calidad de la producción, para lo cual se propone desarrollar la concepción de procedimientos que puedan ser implantados de manera priorizada en las empresa, con vistas a dar respuesta a las exigencias de los clientes.

## **CAPÍTULO II. MÉTODO Y HERRAMIENTAS**

### **2.1 Introducción**

El presente capítulo tiene como objetivo optar por un procedimiento propiamente validado y fundamentado que facilite el análisis y control para la mejora de la calidad del proceso productivo del café torrefacto en la UEB Torrefactora Cienfuegos. Para hacer cumplir el objetivo trazado, se dividió el capítulo en dos etapas, haciéndose en la primera una caracterización general del objeto de estudio, lo que nos permitirá tener una visión más amplia del proceso y en la etapa posterior se describe el procedimiento propiamente seleccionado.

### **2.2 Caracterización Administrativa de la UEB Torrefactora Cienfuegos**

La Torrefactora de Café se fundó en el año 1925 y se nombraba “*El Águila de Oro*”, su dueño era Eugenio Allende y tuvo como socios a los señores Santos e Isaac, ambos de apellido Cimadevilla.

Después del triunfo revolucionario se nacionalizó en el año 1960. Perteneció como Unidad Básica a la Empresa Provincial de la Industria Alimenticia, hasta mayo del 2000 que pasa a ser OEE Torrefactora de Café “5 de septiembre” perteneciente a la Empresa Comercial Cuba Café del Grupo Empresarial de Agricultura de Montaña (GEAM) del Ministerio de la Agricultura.

En el año 2005 el 30 de septiembre, Alejandro Roca Iglesias dicta la Resolución 277 por la cual crea la Empresa Torrefactora y Distribuidora de Café Cienfuegos con patrimonio propio y personalidad jurídica en virtud a la Resolución 2386 de 24/8/05 del MEP, donde se aprueba el traspaso de la Torrefactora del MINAGRIC al MINAL y su objeto social, subordinándose nacionalmente al Grupo Empresarial Cuba Café.

El 19 de Mayo de 2011, por la Resolución 304/11 elaborada por la Ministra de la Industria Alimentaria, se aprueba en el resuelto primero la fusión de las Empresas Torrefactoras y Distribuidoras de Café en forma abreviada Cubacafé, integradas por quince UEB dentro de ellas la UEB Torrefactora Cienfuegos, siendo este su status jurídico actual (ver anexo 1).

Tiene como objeto social:

1. Producir, transportar y comercializar de forma mayorista café torrefaccionado en grano y molido para la canasta básica, consumo social y al sistema del Ministerio de la Industria Alimenticia en pesos cubanos y a otras entidades en pesos cubanos y pesos convertibles.
2. Brindar servicios de maquila de café torrefaccionado en grano y molido en pesos cubanos y pesos convertibles.
3. Prestar servicios de instalación, arrendamiento y reparación de cafeteras y molinos, en pesos cubanos y pesos convertibles.
4. Brindar servicios de clasificación y captación de café en pesos cubanos
5. Comercializar de forma mayorista productos e insumos asociados al servicio del consumo del café, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Interior, en pesos cubanos y pesos convertibles.
6. Comercializar de forma mayorista productos apícolas envasados, según nomenclatura aprobada por el Ministerio del Comercio Interior, en pesos cubanos y pesos convertibles.
7. Comercializar de forma mayorista vidrios, sacos, plásticos y cartón a las Empresas de la unión de Empresas de Recuperación de Materias primas en pesos cubanos.
8. Comercializar de forma mayorista chatarras a las Empresas de la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas en pesos cubanos y pesos convertibles.
9. Prestar servicios de transportación de cargas, de acuerdo con las regulaciones establecidas por el Ministerio del Transporte, en pesos cubanos.
10. Brindar servicios de alquiler de locales en pesos cubanos.
11. Ofrecer servicios de alojamiento no turísticos con alimentación asociada a trabajadores del sistema del Ministerio de la Industria Alimentaria en función

de trabajo y a trabajadores de otras entidades asociados a la actividad cafetalera, en pesos cubanos.

12. Brindar servicios de transportación de personal a sus trabajadores en pesos cubanos.

13. Brindar servicios de comedor, cafetería y recreación con gastronomía asociada a sus trabajadores en peso nacional.

### Misión

- Garantizar la producción y suministro de café torrefaccionado con destino a la población y a los organismos de la administración central del Estado y venta en divisa a estos últimos que cuenten con financiamiento en esa moneda.

### Visión

- Es una empresa con un proceso de producción continua, con los trabajadores motivados o idóneos para sus puestos de trabajo, las entregas de café a la población y organismos se realizan puntualmente y con la calidad requerida para satisfacer las necesidades de los clientes y sus directivos son líderes.
- En nuestra Unidad Empresarial de Base está implantado el Sistema de Perfeccionamiento Empresarial el cual fue aprobado el 4 de Agosto del 2010, con una estructura organizativa muy favorable.

Actualmente laboran:

<b>Obreros</b>	<b>22</b>
<b>Técnicos</b>	<b>11</b>
<b>Servicio</b>	<b>7</b>
<b>Adiestrados</b>	<b>2</b>
<b>Dirigentes</b>	<b>5</b>

En total 47 trabajadores, veinte mujeres y el resto hombres.

Al llamado de nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro en el 2005 a la implantación del cafetín o café puro a la población cubana, se introduce una tecnología brasileña de envase para producir el llamado cafetín. Por problemas coyunturales de la Economía de nuestro país y a nivel internacional, se decidió por los organismos rectores de la economía, la sustitución del café puro (cafetín) por el café mezclado (50 % de café robusta y 50 % de chícharo).

Las producciones son fundamentalmente destinadas a satisfacer las necesidades de la población y para organismos con un producto que reúne los requisitos de calidad establecidos, siendo producciones conformes.

Se cuenta con normas de empresa de procesos y especificaciones que permiten evaluar la calidad en las diferentes etapas del proceso con el objetivo de que el producto sea evaluado de conforme, fundamentalmente el café de la población, no siendo así para el café de organismos y divisa que es declarado no conforme por incumplir con la NC 108:2008<sup>1</sup> En el etiquetado por falta de datos. La Empresa cuenta con un técnico en Normalización que controla la actividad de calidad.

### **2.3 Concepción teórica del procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos**

**Mejora significa**, a los efectos de este trabajo y de acuerdo con Juran (2001), es **un proceso de creación organizada del cambio beneficioso para lograr niveles de rendimiento sin precedentes**. El cambio beneficioso es aplicable a **dos clases de calidad**:

- **Características del producto** (Mejora para aumentar ingresos, para aumentar la satisfacción del cliente).
- **Sin deficiencias** (Incremento del rendimiento de los procesos de trabajo, reducción de las tasas de errores, reducción de los fallos en operaciones).

---

<sup>1</sup> Norma Cubana General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados

A los resultados finales de ambos casos se les denomina **mejora de la calidad**. Sin embargo, los procesos utilizados para asegurar estos resultados son fundamentalmente diferentes.

**La mejora de la calidad para aumentar los ingresos** comienza con la fijación de nuevas metas, tales como nuevas características de un producto y duraciones de ciclo más breves. Cumplir con nuevas metas requiere varias clases de planificación, incluida la planificación de la calidad.

**En el caso del desperdicio crónico**, las metas del producto ya están fijadas, así como los procesos para cumplirlas. Sin embargo, no todos los productos y servicios cumplen estas metas. Como consecuencia, **el proceso de mejora** para reducir el desperdicio crónico es diferente y consiste en: 1) descubrir las causas, y 2) aplicar acciones para eliminar las causas.

**Este último, es el proceso de mejora que se abordará en esta investigación**, en correspondencia con los objetivos de la misma.

El punto de partida para el mejoramiento es reconocer la necesidad. Esto viene del reconocimiento de un problema. Si no se reconoce ningún problema, tampoco se reconoce la necesidad de mejoramiento. En consecuencia, todo procedimiento de mejora debe enfatizar el reconocimiento del problema y proporcionar pistas para la identificación de problemas (Imai, 1995).

Una vez identificados, los problemas deben resolverse. Por tanto, el proceso de mejora también es un proceso de resolución de problemas, que requiere el uso de varias herramientas para la resolución de los problemas. El mejoramiento alcanza nuevos niveles con cada problema que se resuelve. Sin embargo, para consolidar el nuevo nivel, se requiere la normalización (Imai, 1995).

Deming destacó la importancia de la constante interacción entre investigación, diseño, producción y ventas en la conducción de los negocios. Para llegar a una mejor calidad que satisfaga a los clientes, deben recorrerse constantemente las cuatro etapas, con la calidad como el criterio máximo. Después, este concepto de hacer girar siempre la rueda de Deming para lo mejor, se extendió a todas las fases de la administración y se vio que las cuatro etapas de la rueda

correspondían a acciones administrativas específicas, que se muestran en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Correlación entre la rueda de Deming y el ciclo PHVA**

Diseño → Planificar	El diseño del producto o proceso corresponde a la fase administrativa de la planificación.
Producción → Hacer	La producción corresponde a hacer – fabricar o trabajar- el producto que fue diseñado.
Ventas → Verificar	Las cifras de ventas confirman si el cliente está satisfecho.
Investigación → Actuar	En el caso de que se presente una reclamación, tiene que ser incorporada a la fase de planificación y a pasos positivos (actuar) para la siguiente ronda de esfuerzos.

Posteriormente se evolucionó a la versión revisada del ciclo PHVA (figura 1.4), en la que **planificar** significa hacer planes de los mejoramientos en las prácticas actuales usando herramientas estadísticas; **hacer** significa la aplicación del plan; **verificar** significa ver si se ha producido la mejora deseada; **actuar** significa prevenir la recurrencia o institucionalizar el mejoramiento como una nueva práctica. **La rueda gira y gira incesantemente para producir nuevos estándares de desempeño.**

#### **2.4 Principios para el mejoramiento de la calidad de la producción**

Wenzell y Schölling (1981) demuestran que los procedimientos para el mejoramiento de la calidad y el desempeño libre de errores se fundamentan mediante los principios siguientes:

1. **Principio de complejidad.** El mejoramiento de la calidad abarca todos los procesos, factores, objetos, medios y fuerza de trabajo que intervienen en el proceso de reproducción de la empresa. Este principio muestra la unidad dialéctica de los procedimientos, métodos, modelos y datos.
2. **Principio de integración.** Todos los elementos del proceso de reproducción de la empresa serán analizados en cuanto a su contenido y al tiempo; el análisis de las relaciones de integración conduce a la comprobación de la existencia de un sistema de regulación que permita el reconocimiento y la prevención de los fallos.

3. **Principio de flexibilidad.** Las medidas de mejoramiento conducen a la flexibilidad del proceso de reproducción para la adopción de diferentes alternativas.
4. **Principio de desarrollo continuo.** El proceso de mejoramiento se desarrolla de manera continua para lograr el desempeño libre de errores en todas las áreas y procesos de la empresa.
5. **Principio de objetividad.** La eliminación de criterios subjetivos en la adopción de medidas de mejoramiento requiere el aprovechamiento de modelos, programas, computadoras, tecnologías de punta y demás logros de la ciencia y la técnica.
6. **Principio de redundancia.** Para el logro de la producción con calidad elevada se utilizan elementos redundantes en el proceso de mejoramiento de la calidad (la detección de errores y su prevención) utilizando sistemas de aviso precoz, mecanismos a prueba de errores, métodos de trabajo conjunto y formas de organización para la colaboración en los análisis de los problemas de calidad y sus causas.
7. **Principio de uniformidad.** Presupone la aplicación de los principios de dirección, procedimientos, métodos, modelos y datos uniformes para el mejoramiento de la calidad.
8. **Principio de actualidad.** El mejoramiento de la calidad presupone la aplicación de los adelantos de la ciencia y la técnica en cuanto a la investigación de mercados, métodos de organización y dirección de la producción y procedimientos actualizados de proyección, fabricación, construcción de dispositivos y herramientas, así como de economía de materiales.
9. **Principio de simultaneidad.** El mejoramiento de la calidad de la producción requiere la consideración de diferentes alternativas, sobre bases económicas, que incluyen el mejoramiento de la calidad de todos los procesos relacionados con un producto, así como del mejoramiento de una parte del proceso de

reproducción para todos los productos, con vistas a seleccionar la alternativa más económica.

**10. Principio de la participación de los trabajadores.** Presupone la participación de todos los trabajadores en el proceso de mejoramiento, requiriéndose el compromiso y la participación activa de la dirección.

## **2.5 Procedimiento de mejora de procesos**

Para realizar la mejora de procesos existen varios procedimientos adecuados, pero son pocos en comparación con otras metodologías existentes para otros propósitos. Seguidamente se describen los pasos de los más representativos, además de algunas observaciones necesarias.

### **2.5.1 Procedimiento propuesto por Rummler & Brache, Improving Performance**

1. Identificar un asunto crítico del negocio.
2. Seleccionar los procesos críticos.
3. Seleccionar un líder y los miembros de un equipo para perfeccionar el proceso.
4. Entrenar al equipo.
5. Desarrollar mapas de lo que es.
6. Encontrar los *disconnects*\*
7. Analizar los *disconnects*.
8. Desarrollar un mapa de lo que se debe hacer.
9. Establecer medidas.
10. Recomendar cambios.
11. Implementar cambios.

### **2.5.2 Procedimiento propuesto por Kaoru Ishikawa [1985]**

Kaoru Ishikawa sin dudas el padre de la revolución Japonesa de la calidad con una contribución incalculable al arsenal de la calidad actual, y sin cuestionamientos uno de los gurús de la filosofía de mejora continua. Ishikawa propone el método sistemático, científico para la mejora de procesos, extremadamente útil y práctico, aspecto común de la mayoría de los enfoques

japoneses. Este enfoque sienta las bases para lo que más adelante se convertiría en prácticas obligadas para la mejora de procesos. La necesidad de entender las necesidades de los clientes y describir el proceso para luego identificar las oportunidades de mejoramiento, constituye un aspecto fundamental de este modelo si se considera que en el momento en que fue planteado no se reconocían estos aspectos en su totalidad.

### **2.5.3 Procedimiento propuesto por Diane Galloway en el 1998, (Mejora continua de los procesos).**

1. Seleccionar equipo de trabajo.
2. Selección de un proceso.
3. Definir el proceso.
4. Confeccionar diagrama del proceso principal.
5. Elaborar esquema de las rutas alternativas.
6. Representar en un diagrama los puntos de inspección.
7. Utilizar el esquema para la mejora del proceso.

### **2.5.4 Procedimiento propuesto por Juran [2001]**

Juran se ha convertido en el que más ha investigado, aportando y el más respetado en el campo de calidad actual. Este análisis quedaría incompleto sin incluir el aporte de Juran en este campo. Pero ese no ha sido la razón de la inclusión, sino sencillamente que el procedimiento PQM (Process Quality Management) propuesto por este autor constituye un punto de referencia obligado desde la 5ta edición de su reconocido manual de calidad.

Si se compara este procedimiento con los anteriores, puede notarse que Juran aborda excelentemente el proceso de transferencia del nuevo proceso o el proceso rediseñado. Este es un punto que se descuida en otros procedimientos, y que es extremadamente importante. Por otro lado, se aborda adecuadamente la identificación de la voz del cliente y la necesidad de la medición del desempeño del proceso. Otro punto a su favor es que el modelo reconoce la importancia de utilizar enfoques tanto de mejora continua como de reingeniería para desarrollar la

mejora del proceso. El procedimiento propuesto por Juran puede considerarse como excelente, simple y a la vez de una alta consistencia técnica.

Son pocas las debilidades que se pudieran destacar del modelo propuesto por Juran. Las más significativas son: El rediseño o diseño del proceso se concibe en la fase de planificación, sin embargo, se dedican otras dos fases completas a la transferencia y operación, este aspecto podría provocar que se pierda de vista el objetivo fundamental de la mejora de procesos.

La fase de operación incluye disciplinas como el control de la calidad del proceso y la mejora del proceso, este punto hace que el modelo sea bastante complejo desde el punto de vista técnico.

#### **2.5.5 Procedimiento propuesto por H. James Harrington [1997]**

Harrington, antiguo presidente de Ernst & Young una de las más prestigiosas firmas de consultoría empresarial en el mundo, propone un procedimiento organizado en fases. Sin lugar a dudas, esta es el más completo de los modelos revisados. El Dr. Harrington, una autoridad en este tema, propone un procedimiento completo y perfectamente estructurado donde se resume la vasta experiencia internacional de este consultor en el campo del mejoramiento del desempeño organizacional. Las ventajas de este procedimiento son evidentes, y resultarían en un resumen de los principales elementos positivos que debiera tener cualquier modelo de este tipo. Sencillamente, se incluyen todos los elementos, conceptos, procedimientos y herramientas que constituyen las mejores prácticas en la mejora de procesos. La complejidad del modelo hace que se requiera, en las organizaciones donde se vaya a implementar, un planteamiento estratégico correcto, estructuras flexibles, conocimiento acumulado y personas propensas al cambio. En resumen, una organización en busca de la excelencia. Solamente se pudieran destacar un elemento desfavorable, que en ningún momento llegan a afectar la eficacia de este procedimiento: El procedimiento plantea un fuerte enfoque hacia el cliente externo, pero lo hace apoyándose en

conceptos y herramientas tradicionales, que quizás no respondan a las necesidades de algunas empresas (por ejemplo en el sector de servicios).

### **2.5.6 Procedimiento propuesto por James G. Shaw [1997]**

Este es un procedimiento que se basa en la experiencia práctica del autor en el área de la consultoría a empresas en mejoramiento de la producción y servicio a clientes. Como elementos positivos de este procedimiento se pueden destacar su orientación práctica y dirigida hacia la acción. Para el desarrollo de cada paso se proporcionan una serie de recomendaciones concretas que facilitan la aplicación del método. Sin lugar a dudas, las mayores fortalezas de este método se concentran en el paso 1 y 3. La forma en que Shaw propone la descripción y documentación del proceso es muy buena en comparación con las otras metodologías. La inclusión de la herramienta Process Profile es otro elemento a destacar, esta herramienta proporciona un medio al equipo para crear una visión integral del proceso que se desea mejorar y facilitar la toma de decisiones. Finalmente, este autor reconoce la importancia de utilizar tanto la mejora continua como la innovación como enfoques de mejora.

Por otro lado la metodología de Shaw llega a ser tan sencilla que puede convertirse en simplista. Este procedimiento padece fundamentalmente de la carencia de vínculo con los planes y objetivos de negocio de la empresa. La etapa para el establecimiento de medidas de desempeño denota la ausencia de una buena cantidad de mediciones claves relativas al desempeño del proceso y el negocio. No se proporciona ninguna opción concreta para llevar a cabo la mejora de las tareas más comunes, suponiendo que el lector debe conocer y manejar dichas herramientas. En sentido general este procedimiento posee poca consistencia técnica, que se evidencia en la carencia de herramientas y demasiada simplificación de los hechos.

### **2.5.7 Procedimiento propuesto por S. del Villar Labastida, 2007**

Por tal motivo, en esta investigación se ha seleccionado el procedimiento, diseñado por S. del Villar Labastida, Alexis (2007), para mejorar la calidad y el

control por procesos que le permita a la organización realizar una valoración de los aspectos cualitativos y cuantitativos de sus procesos fundamentales con una visión preventiva y prospectiva, el cual se muestra en la tabla 2.2.

## **2.6 Descripción del Procedimiento**

A continuación se describen los pasos del procedimiento. Además, se recomiendan algunas herramientas de la calidad que se pueden utilizar en cada uno de los pasos.

### **2.6.1 Etapa de Planear**

#### **PASO 1: SELECCIONAR EL TEMA O PROYECTO**

Objetivo: Definir con claridad el problema a resolver.

Análisis: Definición del proyecto, antecedentes, programa de actividades.

#### **Pasos secundarios**

Paso 1a: Antecedentes del proyecto y razones de su selección.

Paso 1b: Planteamiento del objetivo.

Paso 1c: Preparación del programa de actividades (límites externos del proyecto).

**Herramientas que pueden ser útiles:** Diagrama de Pareto, Diagrama de Tendencia, Carta del Proyecto (Project Charter).

#### **PASO 2: COMPRENDER LA SITUACIÓN ACTUAL**

Objetivo: Comprender el área problemática y los problemas específicos.

Análisis: Estudio de los efectos del problema (tiempo, ubicación, tipo).

**Herramientas que pueden ser útiles:** Diagramas de flujo, Diagrama de Pareto, Diagrama de Tendencia, Gráficos de Control, Capacidad del Proceso, Mapa del proceso, y otros.

**Tabla 2.2 Procedimiento para la mejora de la calidad de los procesos**

Pasos	Objetivos	Análisis	Herramientas
Paso 1: Seleccionar el tema o proyecto.	Definir con claridad el problema a resolver.	Definición del proyecto, antecedentes, programa de actividades.	Project charter, diagrama de Pareto y de tendencia.
Paso 2: Comprender la situación actual.	Comprender el área problemática y los problemas específicos.	Estudio de los efectos del problema (tiempo, ubicación, tipo).	Diagrama de flujo, Pareto y tendencia; gráficos de control, capacidad de procesos y otros.
Paso 3: Analizar la causa y determinar la acción correctiva.	Averiguar las causas del problema y determinar la acción correctiva	¿Cuáles son las causas raíces? ¿Cuáles son las acciones correctivas?	Diagrama y Matrices causa y efecto, hojas de verificación, FMEA
Paso 4: Poner en práctica la acción correctiva.	Poner en práctica el Plan y eliminar las causas del problema.	Capacitación y comunicación para comprender la acción correctiva.	Hojas de verificación, diagramas de tendencias, capacidad del proceso y otros.
Paso 5: Verificar el efecto de la acción correctiva.	Verificar la efectividad de la acción correctiva.	Medición de indicadores técnico – económicos, metas, etc.	Diagrama de Pareto y Tendencia, gráficos de control, capacidad de proceso, FMEA, Histogramas.
Paso 6: Empezar una acción apropiada.	Asegurar que se mantenga el nivel apropiado de desempeño.	Documentar en los procedimientos de operación, las acciones correctivas/ preventivas exitosas.	Diagrama de tendencia, gráficos de control, hoja de verificación.
Paso 7: Decidir los planes futuros.	Utilizar la experiencia adquirida para los proyectos futuros.	Seguimiento del proyecto actual, según propiedades y recursos; analizar resultados y características del diagrama Pareto y las curvas de tendencia para decidir si se emprenden nuevos proyectos o no.	Diagrama de Pareto, curvas de tendencias.

**PASO 3: ANALIZAR LA CAUSA Y DETERMINAR LA ACCIÓN CORRECTIVA**

Objetivos: Averiguar las causas del problema y determinar la acción correctiva.

Análisis: ¿Cuáles son las causas raíces?, ¿cuáles son las acciones correctivas?

### **Pasos secundarios**

Paso 3a: Preparación del diagrama causa & efecto.

Paso 3b: Planteamiento de la hipótesis y verificación de la causa más probable.

Paso 3c: Determinación de la acción correctiva.

**Herramientas que pueden ser útiles:** Hoja de Verificación, Lista de Verificación, Diagramas y Matrices Causa & Efecto, Análisis de los Modos y Efectos de los Fallos (FMEA) y otros.

### **2.6.2 Etapa de Hacer**

#### **PASO 4: PONER EN PRÁCTICA LA ACCIÓN CORRECTIVA**

Objetivo: Poner en práctica el plan y eliminar las causas del problema.

Análisis: Capacitación y comunicación para comprender la acción correctiva.

### **Pasos secundarios**

Paso 4a: Relación de instrucciones y diagramas de flujo para procedimientos complicados.

Paso 4b: Capacitación.

Paso 4c: Seguimiento del plan.

Paso 4d: Registro de las desviaciones del plan y recopilación de datos sobre los resultados.

**Herramientas que pueden ser útiles:** Hoja de Verificación, Lista de Verificación, Diagrama de Tendencia y Capacidad del Proceso, otros.

### **2.6.3 Etapa de Verificar**

#### **PASO 5: VERIFICAR EL EFECTO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA**

Objetivo: Verificar la efectividad de la acción correctiva.

Análisis: Medición de indicadores técnico- económicos, metas, etc.

### **Pasos secundarios**

Paso 5a: Comparación del resultado total.

Paso 5b: Falla en el cumplimiento de los resultados: regresar al paso 4 si se debe a la puesta en práctica, o al paso 3 para un análisis adicional).

Paso 5c: ¿Se han logrado los resultados?, ¿se ha cumplido la meta?

**Herramientas que pueden ser útiles:** Diagrama de Pareto, Diagrama de Tendencia, Gráficos de Control, Capacidad del Proceso, Análisis de los Modos y Efectos de los Fallos (FMEA), Histogramas, y otros.

### **2.6.4 Etapa de Actuar**

#### **PASO 6: EMPRENDER UNA ACCIÓN APROPIADA**

Objetivo: Asegurar que se mantenga el nivel apropiado de desempeño.

Análisis: Documentar en los procedimientos de operación, las acciones correctivas/ preventivas exitosas.

### **Pasos secundarios**

Paso 6a: Documentación, estandarización y control.

Paso 6b: Capacitación.

**Herramientas que pueden ser útiles:** Diagrama de Tendencia, Gráficos de Control, Hoja de Verificación, otros.

#### **PASO 7: DECIDIR LOS PLANES FUTUROS**

Objetivo: Utilizar la experiencia adquirida para los proyectos futuros.

Análisis: Seguimiento del proyecto actual, según prioridades y recursos; analizar resultados y características del diagrama Pareto y las curvas de tendencia para decidir si se emprenden nuevos proyectos o no.

## 2.7 Herramientas para la Mejora de la Calidad

La adecuada implantación del procedimiento para la mejora de la calidad de los procesos exige la aplicación de un conjunto de herramientas que fueron recomendadas en su descripción. A continuación se hará una descripción de algunas herramientas, fundamentalmente aquéllas que se utilizan no sólo para la mejora, sino para realizar de manera integral la gestión de los procesos. Esta relación de herramientas no es ni pretende ser exhaustiva. Una descripción más detallada de éstas y otras herramientas las ofrecen (Ishikawa, 1990; Juran, 2001; Villa, Eulalia y Pons, R.; 2006).

### 2.7.1 Diagrama SIPOC

Una de las herramientas fundamentales que posibilitan el comienzo de una gestión por procesos es el diagrama **SIPOC**.

Esta herramienta es utilizada por un equipo de mejora para identificar todos los elementos relevantes de un proceso organizacional antes de que el trabajo comience. Ayuda a definir un proyecto complejo que puede no estar bien enfocado. El nombre de la herramienta incita a un equipo a considerar los suministradores del proceso (SUPPLIERS), las entradas (INPUTS), la secuencia de operaciones del proceso (PROCESS), las salidas (OUTPUTS), los requerimientos (REQUIREMENTS) y los clientes que reciben las salidas del proceso (CUSTOMERS).

*La herramienta de SIPOC es particularmente útil cuando no está claro:*

- ¿Quién provee entradas al proceso?
- ¿Qué especificaciones se ponen en las entradas?
- ¿Quiénes son los clientes verdaderos del proceso?
- ¿Cuáles son los requerimientos de los clientes?

Villa y Pons (2006) ofrecen una descripción detallada de los pasos a seguir para construir estos diagramas.

### **2.7.2 Matriz Causa & Efecto**

La Matriz de Causa Efecto es muy efectiva en el diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios basándose en el cliente. Este tipo de diagrama facilita la identificación de relaciones que pudieran existir entre dos o más factores, sean estos: problemas, causas, procesos, métodos, objetivos, o cualquier otro conjunto de variables. Una aplicación frecuente de este diagrama es el establecimiento de relaciones entre requerimientos del cliente y características de calidad del producto o servicio, también permite conocer relacionar las diferentes variables de entrada y salida de un proceso, en correspondencia con la importancia que tienen para el cliente. Esta matriz se construye a partir del mapa del proceso (SIPOC).

Los resultados esperados de esta herramienta son:

- Un análisis Pareto de las entradas claves para evaluar en el Análisis de los Modos de Fallos y sus Efectos (FMEA) y en los Planes de Control.
- Estudio de capacidad de las variables clave de salida del proceso.

### **2.7.3 Tormenta de Ideas**

La tormenta de ideas es una técnica de grupo para la generación de ideas nuevas y útiles, que permite, mediante reglas sencillas, aumentar las probabilidades de innovación y originalidad. Esta herramienta es utilizada en las fases de identificación y definición de proyectos, en el diagnóstico de las causas y las soluciones. La tormenta de ideas (también llamada Brainstorming) es, ante todo, un medio probado de generar muchas ideas sobre un tema. Es un medio de aumentar la creatividad de los participantes. Normalmente, las listas de ideas resultantes contienen mayor cantidad de ideas nuevas e innovadoras que las listas obtenidas por otros medios. Los errores más comunes son utilizar este tipo de generación de ideas como un sustituto de los datos y la mala gestión de las sesiones, ya sea a causa del dominio de una sola o unas pocas personas en la presentación de ideas o por la incapacidad del grupo para no juzgar ni analizar hasta que la lista de ideas se termine.

#### **2.7.4 Técnicas UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto)**

Se emplea para definir prioridades en la elaboración planes de mejora. La definición de prioridades es la identificación de lo que se debe atender primero considerando la urgencia, la tendencia y el impacto de una situación, de ahí la sigla UTI.

##### **Urgencia:**

Se relaciona con el tiempo disponible frente al tiempo necesario para realizar una actividad. Para cuantificar en la variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a la menos urgente, aumentando la calificación hasta 10 para la más urgente. Tenga en cuenta que se le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.

##### **Tendencia:**

Describe las consecuencias de tomar la acción sobre una situación. Hay situaciones que permanecen idénticas si no hacemos algo. Otras se agravan al no atenderlas. Finalmente se haya las que se solucionan con solo dejar de pasar el tiempo. Se debe considerar como principal entonces las que tienden a agravarse al no atenderlas, por lo cual se le dará un valor de 10; las que se solucionan con el tiempo, 5; y las que permanecen idénticas sino hacemos algo la calificamos con 1.

##### **Impacto:**

Se refiere a la incidencia de la acción o actividad que se está analizando en los resultados de nuestra gestión en determinada área o la empresa en su conjunto. Para cuantificar esta variable cuenta con una escala de 1 a 10 en la que se califica con 1 a las oportunidades de menor impacto, aumentando la calificación hasta 10 para las de mayor impacto. Tenga en cuenta que le puede asignar el mismo puntaje a varias oportunidades.

#### **2.7.5 Planes de Control**

El plan de control es una herramienta enfocada a mantener de manera planificada, precisa, estipulada y controlada cualquier actividad o proceso ya sea productivo o de servicio, para que el mismo funcione de forma efectiva y no ocurran fallas que

puedan afectar los resultados esperados por los clientes interno y externo. El objetivo fundamental del plan de control es preservar el desempeño y los resultados del proceso por cuanto su control queda garantizado a través de las medidas planteadas.

Los planes de control están orientados a:

- Cumplir las características más importantes para los clientes.
- Hacer mínima la variabilidad de los procesos.
- Estandarizar los procesos.
- Almacenar información escrita. Describir las acciones que se requieren llevar a cabo para mantener el proceso con un desempeño eficiente, además de controlar las salidas del proceso.
- Reflejar los métodos de control y medición del proceso.

Sus beneficios fundamentales son:

1. Mejora la calidad del proceso mediante la reducción de la variabilidad del mismo.
2. Reduce los defectos, centrando y controlando los procesos.
3. Brinda información para corregir los procesos.

#### **2.7.6 Cuestionario 5W y 2H**

Se emplea como guía para elaborar los planes de mejoramiento de la calidad. También puede emplearse en las sesiones de Tormenta de Ideas.

##### **¿Qué?**

1. ¿Qué es una actividad?
2. ¿Cuál es la esencia (negocio) de la actividad?
3. ¿Cuáles son las salidas?
4. ¿Cuál es el producto o servicio final esperado?
5. ¿Cuáles son las entradas?

6. ¿Cuáles son los insumos indispensables?
7. ¿Cuáles son los objetivos y metas?
8. ¿Cuáles son los recursos necesarios?
9. ¿Qué datos son recopilados?
10. ¿Cuáles son los indicadores?
11. ¿Qué métodos y técnicas son utilizadas?
12. ¿Qué otros procesos tienen interfaces con ella?
13. ¿Cuáles son los problemas existentes?

#### **¿Quién?**

1. ¿Quiénes son los ejecutores de la actividad?
2. ¿Quién es el propietario del proceso?
3. ¿Quiénes son los clientes?
4. ¿Quiénes son los proveedores?
5. ¿Quiénes son los responsables de ofrecer apoyo?
6. ¿Quién establece los objetivos y metas?
7. ¿Quién recolecta, organiza e interpreta los datos?
8. ¿Quiénes participan y mejoran la actividad?
9. ¿Cuál es el sector responsable?
10. ¿Quién toma las decisiones finales?
11. ¿Qué sectores están directamente involucrados con los problemas que ocurren?
12. ¿Qué sectores están directamente involucrados con los problemas que ocurren?

#### **¿Cuándo?**

1. ¿Cuándo es planeada la actividad?

2. ¿Cuándo es realizada la actividad?
3. ¿Cuándo es avalada la actividad?
4. ¿Con que periodicidad acontecen determinados eventos de la actividad?
5. ¿Cuándo están disponibles los recursos?
6. ¿Cuándo son recopilados, organizados y evaluados los datos?
7. ¿Cuándo acontecen las reuniones?
8. ¿Cuándo ocurren los problemas?

### **¿Dónde?**

1. ¿Dónde es planeada la actividad?
2. ¿Dónde es realizada la actividad?
3. ¿Dónde es avalada la actividad?
4. ¿Dónde acontecen determinados eventos especiales?
5. ¿Dónde son recopilados, organizados e interpretados los datos?
6. ¿Dónde ocurren los problemas?

### **¿Por qué?**

1. ¿Por qué esta actividad se considera necesaria?
2. ¿Para qué sirve?
3. ¿La actividad puede ser eliminada?
4. ¿Por qué son éstas las operaciones de la actividad?
5. ¿Por qué las operaciones de la actividad acontecen en este orden?
6. ¿Por qué fueron definidos estos objetivos y metas?
7. ¿Por qué estos datos son recopilados, organizados e interpretados?
8. ¿Por qué son usados estos métodos y técnicas?
9. ¿Por qué estos indicadores son utilizados para la validación?

10. ¿Por qué los problemas ocurren?

### ¿Cómo?

1. ¿Cómo es planeada la actividad?
2. ¿Cómo es realizada?
3. ¿Cómo es evaluada?
4. ¿De qué manera son recopilados, organizados e interpretados los datos sobre la actividad?
5. ¿Cómo son difundidas las informaciones?
6. ¿Cómo es medida la satisfacción del cliente?
7. ¿Cómo es medida la satisfacción del ejecutor de la actividad?
8. ¿Cómo son incorporadas a la actividad las necesidades, intereses y expectativas del cliente?
9. ¿Cómo es medido el desempeño global de la actividad?
10. ¿Cómo es la participación de las diferentes personas involucradas en la actividad?
11. ¿Cómo se hace la capacitación de los recursos humanos involucrados?
12. ¿Cómo ocurren los problemas?

### ¿Cuánto?

1. ¿Cuántos recursos materiales, humanos se requieren para la mejora de la actividad?
2. ¿Cuántos recursos financieros y de otro tipo?

#### 2.7.7 Histogramas

Es un tipo especial de gráfico de barras que muestra visualmente la dispersión (distribución) de los datos de la medición de una variable y su tendencia. Además, es una **instantánea de la capacidad del proceso** y revela tres características del mismo:

- Centrado: Media de los valores del mismo.
- Distribución: Dispersión de las medias.
- Forma: Tipo de distribución.

**A la hora de analizar un histograma no se de olvidar que:**

- a. Algunos procesos por su naturaleza van a dar distribuciones sesgadas. No hay que esperar que todas las distribuciones sigan una curva normal.
- b. Hay que desconfiar de las exactitudes de los datos tomados si las clases terminan de repente en un punto, (que puede ser el límite de especificación) sin un claro declive hacia el mismo.
- c. Cuando aparezcan picos gemelos puede indicar que los datos provienen de dos fuentes distintas; por ejemplo, dos turnos, dos máquinas, etc., y el histograma es la superposición de dos distribuciones con distinto centro.
- d. Cuando aparezcan celdas vacías, investigue la posible aparición de una causa asignable (o especial) de variación en el sistema.

**2.7.8 Gráficos de Control**

Un Gráfico de Control es un gráfico de líneas utilizado específicamente para realizar el seguimiento de la tendencia o el rendimiento de un proceso en marcha. Se realiza observando la forma en que la variación del proceso hace que fluctúe la línea de tendencias entre dos límites calculados estadísticamente.

Estos límites de control se derivan estadísticamente de muestras de un proceso estable. No deben confundirse con los límites de especificaciones, que se determinan a partir de los requisitos del cliente.

Los Gráficos de Control son herramientas muy útiles para el análisis y previsión del rendimiento de un proceso a la hora de determinar si:

1. El proceso está bajo control y por ello es estable.
2. Las acciones correctivas han mejorado el proceso.

**2.7.9 Diagrama causa – efecto (Ishikawa)**

Es una herramienta que se utiliza para formular teorías sobre causas en procesos de poca complejidad. Resulta útil para realizar una búsqueda organizada de las causas raíces que provocan los problemas de calidad.

Cuando se trata de mejorar procesos gerenciales, cuya complejidad es mayor, o se debe trabajar con datos intangibles, se recomienda emplear las siete (7) herramientas gerenciales para la mejora de la calidad (Mizuno, 1988).

## **2.8 Conclusiones del Capítulo**

- La entidad debe priorizar el desarrollo de un Sistema de Gestión de la Calidad que permita mejorar la calidad de su oferta y con ello elevar su competitividad.
- Los procedimientos para el mejoramiento de la calidad de los procesos se realizó a partir del análisis de los enfoques de gestión que constituyen las bases científicas del proceso de mejoramiento y el empleo de métodos de expertos, que permitieron definir las etapas de trabajo, las actividades a realizar en cada etapa, así como las herramientas a utilizar en función de los requerimientos de cada actividad.

## **CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL CAFÉ TORREFACCIONADO**

### **3.1 Introducción**

En el presente capítulo se realiza la aplicación de un procedimiento para la mejora de la calidad del proceso productivo del Café Torrefaccionado que elabora la Unidad Empresarial de Base Torrefactora Cienfuegos, en el mismo se describe el proceso que sigue la organización para mejorar continuamente, haciendo uso de las herramientas que ISO 9001:2000 establece para dicho fin.

### **3.2 Selección del Objeto de Análisis**

Se seleccionó el proceso productivo del Café Torrefaccionado debido a las razones siguientes:

1. Es una decisión de los organismos rectores de la economía del país, la sustitución del café puro (cafetín) por el café mezclado (50% de café robusta y 50% de chícharo) por problemas económicos.
2. La producción es fundamentalmente destinada a satisfacer las necesidades de la población y organismos con un producto que debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos.

El incumplimiento de las normas de consumo de la materia prima, debido a problemas de calidad durante el proceso, provoca el incumplimiento de los planes de producción, todo lo cual hace peligrar la entrega de las cantidades de productos necesarios en los plazos estipulados.

### **3.3 Breve Análisis de la Situación Actual**

El análisis realizado mediante el empleo de métodos y herramientas para el diagnóstico, tales como el trabajo de grupo, la revisión de documentos y la Matriz DAFO, fundamentalmente, resumen los principales resultados del diagnóstico estratégico realizado por la Unidad de Empresarial de Base en su proyección estratégica para el período 2011 – 2012.

## **Análisis de la Matriz DAFO**

Esta matriz constituye un instrumento de análisis estratégico que ofrece orientaciones estratégicas a la Dirección de la Organización para la toma de decisiones. Su nombre está dado por el significado de su sigla: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades y su análisis sistemático facilita la adecuación de las amenazas y oportunidades externas, con las fortalezas y debilidades internas de una organización; determinando qué elementos constituyen un apoyo y cuáles una desventaja en relación con los propósitos de la empresa.

Para llevar a cabo este análisis es necesario partir de la identificación de los cuatro grupos (Amenazas y Oportunidades, así como las Fortalezas y Debilidades) listados a continuación:

### **Amenazas**

- El lento proceso inversionista.
- Asignación insuficiente de financiamiento.
- Fluctuación del personal calificado hacia otros empleos más estimulantes.
- Limitación para acceder a tecnologías modernas de producción e información.
- Tendencia decreciente en la incorporación de personal de nivel superior.

### **Oportunidades**

- Proceso de Perfeccionamiento Empresarial.
- Proceso de informatización en el país.
- La existencia de un sistema institucional en todo el país que contribuye a la capacitación de Cuadros y Reservas.

### **Fortalezas**

- Garantía sistemática de Materias Primas.
- Estabilidad del personal de producción.
- Ubicación geográfica.

- La Empresa cuenta con la proyección estratégica de capacitación de todo el personal.
- Voluntad para la capacitación y valores éticos.

### **Debilidades**

- Atraso tecnológico.
- Poca área de almacenamiento en los almacenes existentes.
- Poca existencia del sentido de pertenencia.
- Débil trabajo con los valores compartidos de manera sistemática.
- No se cuenta con suficientes cuadros de nivel superior en el consejo de dirección, en la actualidad sólo existen tres.
- Poca preparación y superación de las Reservas en temas de dirección.

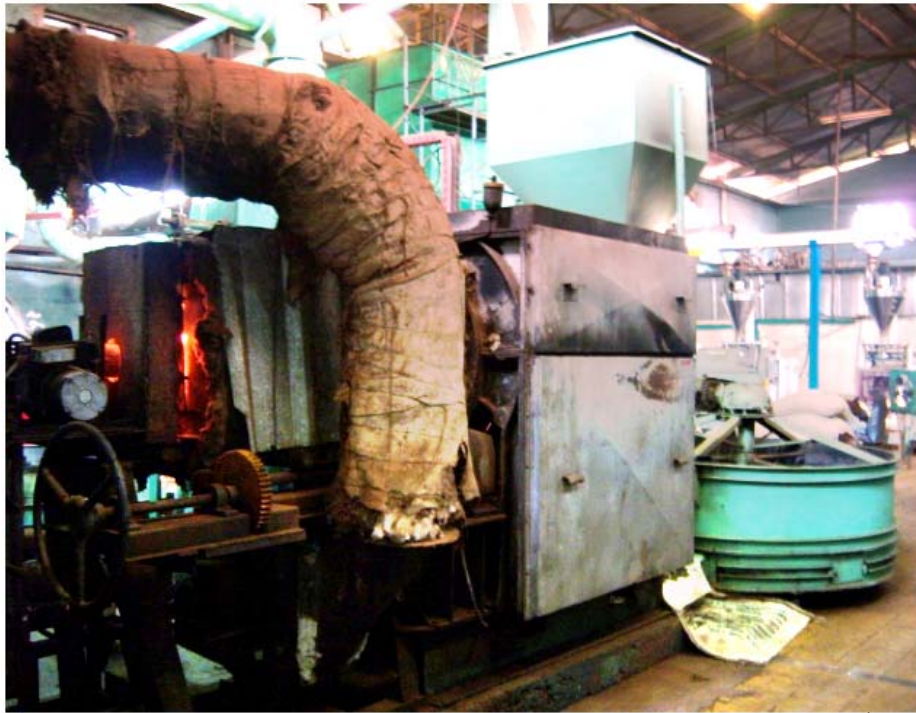
El listado de los cuatro grupos antes realizado es llevado a una matriz de doble entrada (ver anexo 2) donde teniendo en cuenta los resultados obtenidos llegamos a la conclusión de que la Empresa se encuentra ubicada en el tercer cuadrante (Mini-Maxi) por lo que su estrategia Debilidades-Oportunidades (DO), debe estar orientada a mejorar las debilidades internas, aprovechando las oportunidades externas; esto lo puede realizar una organización a la cual el entorno le brinda ciertas oportunidades, pero no las puede aprovechar dado sus debilidades.

#### **3.3.1 Maquinaria para el tostado de café**

Durante el transcurso de un largo tiempo, la administración de la UEB Torrefactora Cienfuegos, a través de estudios, análisis, tormentas de ideas, comentarios y debates con los trabajadores fue centrando su accionar fundamentalmente en identificar y dar solución lo antes posible a todos los problemas que afectan la calidad de las producciones, para así evitar un producto no conforme, buscando nuevas alternativas y soluciones para el mejoramiento del proceso tecnológico, ya que gran parte del mismo es obsoleto, contando con equipos de tuestes que datan del 1925.

### **Tostadora Jubilee**

Esta utilizaba gas para calentar directamente el aire en el interior del cilindro perforado de la tostadora; además, se le instaló una cubierta sobre la campana para que el grano no cayera en la llama cuando giraba el tambor (ver figura 3.1).



**Figura 3.1 Tostadora Jubilee**

### **Tostadora Thermalo**

Jabez Burns & Sons, Inc. Modificaron en el 1935 el Tostador Jubilee: movieron el quemador a la parte externa del cilindro de tueste; y además, parte de los gases calientes anteriormente expelidos, se reingresaron en el quemador para mejorar también sobre el grano en movimiento, a través de la pared perforada del cilindro y a mayor velocidad, lo que resultó en mejor transferencia de calor de los gases al grano (ver figura 3.2).

#### **3.3.2 Recursos que Entran y Salen en el Proceso**

En consideración al incremento del precio del café en el mercado mundial, que el pasado año ascendía a mil 740 dólares la tonelada de café robusta y en la actualidad se cotiza a dos mil 904, para un aumento de un 69%, el Ministerio de

Comercio Interior decidió producir **café mezclado** con chícharo con destino a la cuota normada.



**Figura 3.2 Tostadora Thermalo**

Los paquetes de café mezclado se elaboran con un 50 % de café robusta -de importación-, que le da cuerpo al granulado, e igual porcentaje de chícharo. En cada etapa el proceso productivo debe ser monitoreado y sometido a varios análisis en el Laboratorio de Calidad, entre ellos, el de masa neta (peso del sobre), estipulado en 115 gramos,  $\pm$  1,5 gramos, certificados por la marca comercial “HOLA” con destino a la población (figura 3.3).



**Figura 3.3 Sobre de café mezclado**

## Materia Prima

La materia prima es el *café oro* y *chícharo*:

El **chícharo**, pertenece a la familia de las leguminosas o fabáceas, de la que provienen plantas comestibles como garbanzos, chícharos, lentejas, cacahuates y jícamas, entre otras. Es una planta originaria de Oriente próximo. El Chícharo se ha cultivado en Europa durante siglos y se cuenta hoy día entre las hortalizas más populares en todo el mundo.

Tamaño de la planta, bajo o enano cuando su altura es menor de 0,4 m; semitrepador entre 0,8-1 m; trepador o enrame cuando es de 1,5-2 m. Las hojas tienen pares de foliolos y terminan en zarcillos, que tienen la propiedad de asirse a los tutores que encuentran en su crecimiento. La inflorescencia es racemosa, con brácteas foliáceas, que se inserta por medio de un largo pedúnculo en la axila de las hojas. Las vainas tienen de 5 a 10 cm de largo y suelen tener de 4 a 10 semillas; son de forma y color variable, según variedades.

En cambio, los **cafetos** son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea*, de la familia de los rubiáceos. Dos son las especies que se utilizan para la preparación de la bebida, aunque también se han probado otras especies del género *Coffea* sin gran éxito ni difusión. Los principales tipos de café oro son el Arábigo y el Robusto.

- Coffea Arábica o cafeto Arábica: es la que se cultiva desde más antiguamente, y representa el 75 por ciento de la producción mundial de café. Produce un café fino y aromático, y necesita un clima más fresco. El cultivo del Arábica es más delicado, menos productivo y está reservado a tierras altas de montaña, entre 900 y 2 000 metros. Originario de Etiopía, hoy en día se produce en países como Brasil, Camerún, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Haití, Jamaica, Java, Kenia, México, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, El Salvador, Tanzania y Venezuela.
- Coffea Canephora o cafeto Robusta: ofrece una bebida rica en cafeína; fuerte y más ácido, comúnmente usado para la fabricación de café soluble o

instantáneo y mezclas. El robusta se adapta a terrenos llanos, con rendimientos más elevados. Originario del Congo Belga (actualmente República Democrática del Congo), hoy en día se cultiva no sólo en África (Costa de Marfil, Angola y el propio Zaire), sino también en India, Indonesia, Madagascar, Brasil y Filipinas. Es más resistente que el Arábigo (de ahí su nombre de «robusta»).

## **Agua**

Prácticamente, en toda industria alimenticia el agua es uno de los recursos utilizados intensivamente para la limpieza de la planta y para garantizar los estándares del producto. El agua consumida depende del tamaño de la empresa, los procesos de producción existentes, los tipos de equipos, la facilidad para limpiarlos, el tipo de producción y las practicas de manufactura del personal.

Las aguas residuales son generadas principalmente por las pérdidas de productos, materias primas y por las aguas de lavado, que son utilizados con el fin de desinfectar los equipos en cada etapa del proceso y la planta.

Debido a los altos costos del agua y disposición de residuos que se ha impuesto en muchos países, la reducción del consumo de agua en la actualidad se considera fundamental para la sostenibilidad de las industrias en general. Pero en la torrefacción del café el agua sólo se utiliza con el objetivo de enfriar bruscamente el café recién tostado, por lo que no se consumen altos volúmenes de este recurso, y no representa un alto costo para este tipo de industria.

## **Energía**

Aproximadamente el 80% de las necesidades de este tipo de industria es provista por la combustión de combustible fósil. El restante 20% es suministrado por energía eléctrica para motores eléctricos, ventiladores, aire acondicionado e iluminación. El consumo también depende del tiempo y el volumen de producción de la empresa.

En la mayoría de las empresas el alto consumo energético puede ser asociado a ineficiencia energética, uso de equipamientos obsoletos, excesiva iluminación o

con bajo factor de potencia. Debido a la utilización intensiva de este insumo durante el proceso productivo representa una de los costos más significativos.

### **Emisiones**

Las emisiones atmosféricas en la industria de café son producidas básicamente por combustión de combustible en las tostadoras y por el polvo generado en el proceso de tostado, molienda y tamizado.

### **Residuos**

Los residuos sólidos usualmente generados son: producto terminado perdido, productos vencidos y café oro en los envases del grano, así como el chicharo. Las principales molestias ocasionadas son debido a olores, ruidos y la presencia de polvo de café en las cercanías de los establecimientos.

## **3.4 Aplicación del procedimiento de mejora al proceso de producción de Café Torrefaccionado**

En el análisis realizado a partir de la Matriz DAFO indica que la Empresa debe realizar especiales esfuerzos en el desarrollo de un Sistema de Gestión de la Calidad, así como en la capacitación de sus directivos y trabajadores en estos temas, para mejorar la calidad de su oferta y con ello elevar su competitividad. Para tal propósito se requiere como aspecto vital del Sistema de Gestión de la Calidad, la implantación de un proceso de mejoramiento de la calidad que actúe como mecanismo de cambio dentro de la organización.

### **3.4.1 Etapa de Planificar**

Partiendo de la importancia de la mejora de la calidad para el desarrollo de las Empresas cubanas, sobre todo si se trata de áreas tan importantes como la producción de bienes y servicios para la población, se efectuó un análisis para detectar y dar solución a problemas que vienen afectando la producción, así como los niveles de aseguramiento de la materia prima, combustible y energía eléctrica.

A partir de aquí se centró el estudio en las causas que afectan la calidad del producto terminado.

### **Alcance de la investigación**

Mejorar el proceso de elaboración de café torrefaccionado, desde que se entrega la materia prima hasta que se producen las bolsas, no se toma en consideración la preparación y almacenaje de la materia prima , así como el uso posterior que hagan los usuarios del producto final.

### **Beneficios esperados**

Incremento de la productividad y calidad. Reducción del gasto de materia prima y energía empleado.

### **Comprensión de la Situación Actual**

Tomando en consideración la necesidad de reducir altos consumo de materia prima y los costos operativos, se realizó una evaluación de la calidad del proceso. Para ello, se consideró la caracterización inicial del proceso, utilizando el diagrama SIPOC (ver anexo 3), con vistas a:

- Identificar oportunidades de mejora.
- Identificar las variables clave de entrada que deben ser objeto de control.
- Identificar las variables clave de salida que constituyen características críticas de calidad del producto.
- Evaluar el desempeño del proceso.

A partir del diagrama SIPOC se realizó un análisis con el objetivo de determinar las características de calidad que se apreciarían como más importantes en el producto final, partiendo de la necesidad, anteriormente expresada, el análisis parte de un trabajo con un grupo de expertos.

En opinión del autor de este trabajo, la decisión anterior permitirá simplificar el tiempo de análisis y, a la misma vez, permitirá obtener una información de partida muy superior en calidad a la que se pudiera obtener de la realización de un muestreo directo a los obreros, para que los mismos expresen su opinión sobre el tema.

La primera tarea realizada fue la selección de los expertos, utilizándose para ello los criterios siguientes:

1. Lograr que estuvieran representados todos los grupos de interés involucrados con el producto terminado. Estos grupos de interés son: 1) administrativos, 2) especialistas de calidad, 3) técnicos directos a la producción y, 4) operadores.
2. Lograr una representación por áreas.
3. Conocimientos generales sobre el sistema de trabajo en la torrefacción de café mezclado.

Con vistas a dar cumplimiento a los tres criterios de selección antes mencionados, se estratificó la población total de personas, conformada por la suma de todos los miembros de cada uno de los grupos de interés. Luego, fue determinado el número de expertos, el cual fue de diez (Anexo 4). A partir de aquí y, sobre la base de los criterios de selección anteriormente expuestos, se determinaron los miembros del equipo, según se muestra en la Tabla 3.2.

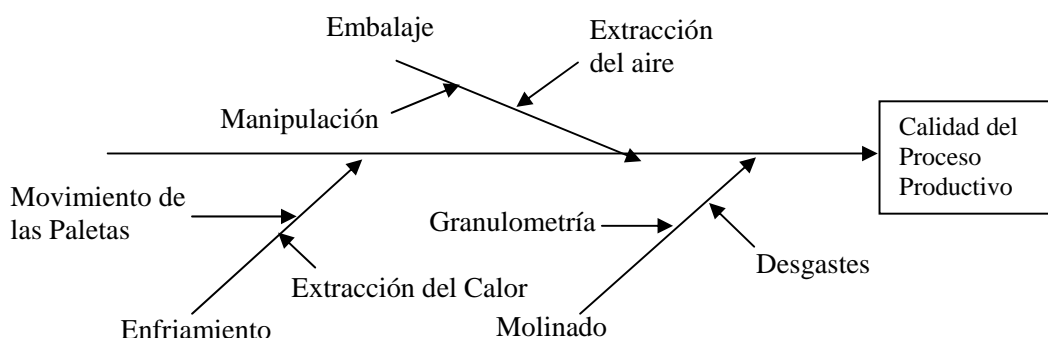
**Tabla 3.2. Datos generales de los expertos seleccionados.**

<b>No. de experto</b>	<b>Ocupación</b>	<b>Especialidad</b>
1	Administrativo	Director de la Planta de Torrefacción
2	Técnico	Especialista en Calidad
3	Técnico	Jefe de Producción
4	Técnico	Jefe de Mantenimiento
5	Obrero	Hornero
6	Obrero	Molinero
7	Obrero	Hornero
8	Obrero	Envasador
9	Técnico	Almacenero
10	Obrero	Envasador

Seleccionados los expertos, previa consulta con los mismos, se convocó a la primera sesión de trabajo, en esta sesión fue aplicada la técnica de trabajo Write Storming (modalidad escrita de la Tormenta de Ideas). La convocatoria de trabajo para la sesión se muestra en el Anexo 5.

Una vez desarrollada la primera sesión de trabajo con los expertos, se realizó el análisis y resumen de cada una de las opiniones vertidas por ellos, dando lugar a

elementos que estaban asociados al no cumplimiento de las especificaciones en el proceso de enfriamiento del grano tostado (café oro y chícharo) y en su molinado, así como en el embalaje del producto final para su distribución, provocando demoras considerables y pérdidas por cuestión de roturas de los paquetes de café y consumo energético. A tal efecto se realizó un diagrama causa – efecto con el objetivo de determinar las posibles causas que afectan al proceso productivo (figura No. 3.4).



**Figura No. 3.4. Diagrama Causa – Efecto para la mejora de la calidad proceso productivo**

Una vez determinadas las causas posibles que provocan demoras y pérdidas en el proceso productivo del café mezclado, exhibiendo gran información de causas, en forma gráfica, ayudando a pasar las opiniones a teorías comprobables, las cuales serán verificadas con más datos.

### 3.4.1.1 Análisis de la estabilidad del proceso

Para realizar el estudio de la estabilidad y desempeño del proceso, el equipo de proyecto decidió, en correspondencia con los requerimientos planteados para el producto terminado que se muestran en el diagrama SIPOC, utilizar gráficos de control, histogramas y diagramas de Pareto. Las características de calidad seleccionadas para realizar el estudio, en correspondencia con lo planteado, fueron: el sobre tueste, elevada granulometría y roturas de las bolsas de embalaje.

La Gestión de la Calidad Total indica que el mejoramiento continuo del proceso es un aspecto vital, por tal motivo el equipo de proyecto con el apoyo de todos y cada uno de los implicados en el proceso productivo, emprendió un análisis de cada

una de las causas identificadas anteriormente, con el objetivo de eliminar esos problemas.

### **Análisis en el sistema de enfriamiento**

Analizando el sistema de enfriamiento para el grano tostado, utilizando como método la entrevista directa a los operadores de las cunas de enfriamiento y especialistas de la producción, lo cual arrojó que se encuentra afectado por el mal funcionamiento de la cuna número tres, debido a que su sistema de extracción de calor, se encuentra deteriorado por el largo tiempo de explotación, dejando de funcionar completamente, provocando que aproximadamente el 20% de cada tostadas sufra un sobre tueste y por tanto una disminución del porcentaje de humedad estimado en 1.5% del 5% máximo admisible establecido por la norma.

El enfriado se realiza en un cuna circular, removiendo el café con unas paletas, a temperatura ambiente. La base es de chapa perforada y un potente extractor en la base aspira el aire caliente a través de los granos (figura No. 2).

Tomando en consideración el planteamiento anterior, se decidió no adoptar medidas en relación con el sistema de enfriamiento, dado que la variabilidad es pequeña, es mejor no realizar cambios en el proceso que pudieran desestabilizarlo y obligarían, quizás, a realizar inversiones. No obstante, es necesario mantener un control estricto del proceso, para lo cual se requiere realizar experimentos que permitan fijar con exactitud las normas de control.

Como solución a esta problemática, fue necesario aumentar las revoluciones por minutos, adaptando un reductor de mayor salida al motor que mueve las paletas y sustituyendo el sistema de poleas y correas por ruedas dentadas, logrando un



**Figura No. 3.5. Cuna de enfriamiento**

incremento del movimiento de aproximadamente 7 rpm a 14 rpm, logrando un adecuado proceso de enfriamiento y homogenización del tueste, dentro de las especificaciones de calidad establecidas en las normas.

Los cambios fueron realizados por ingenieros y técnicos propiamente de la unidad y las nuevas muestras fueron tomadas y analizadas por los especialistas del laboratorio de calidad obteniendo satisfactorios resultados.

### **Análisis en el proceso de molinado**

Llevando el análisis de la mejora al proceso de molinado, el cual viene presentando afectaciones justamente después del cambio de la materia prima para la mezcla café – chícharo. Al molino debe de entrar 50% de café oro y 50% de chícharo según lo establecido por las nuevas normas de empresa (NEIAL 14216:1 2011 Café Mezclado HOLA), debiendo molinar esta mezcla de igual manera, para lograr una granulometría de como máximo 45% y 40% del tamiz 710 y 500 micras respectivamente, para un fondo mínimo de 15%.

Nuevamente usando la entrevista directa a operadores y especialistas se detectó que las afectaciones están dadas en gran medida por el desgaste de las maza molidoras, debido a que las mismas presentan un estriado de 500, insuficiente para el molinado de la nueva mezcla, debido a que el chícharo presenta mayor dureza que el grano de café, presentando una granulometría fuera del límite máximo admisible normado, ajustándose las maza de molido, sometiéndolas a un mayor desgaste y provocando atascamientos en el molino, se lograba una granulometría dentro de los parámetros muy aproximada al límite máximo.

Se conoce que el molido es una operación clave dentro de la cadena de elaboración de un buen café, donde el grano molido debe tener una granulometría perceptible al tacto y no llegar a tener una consistencia harinosa. Si está poco molido, al realizar la infusión, no se extraerán todos los sabores, y si lo está excesivamente, se disolverán excesivamente los componentes menos aromáticos y más amargos, además de formarse una pasta que dificultará el proceso.

En el análisis de la estabilidad y desempeño del proceso, en relación con la granulometría del grano molido, se realizó mediante el empleo de gráficos de

control de medias y recorridos, histogramas y diagramas Pareto, los cuales se muestran en el anexo 6.

Las mediciones se realizaron a intervalos regulares en cada una de las observaciones realizadas en el tamizador del laboratorio de la unidad. Estos resultados, tabulados en el Anexo 6, fueron procesados mediante el sistema de software WinQSB (2001).

El gráfico de control de medias indica que el proceso no fue operado de manera estable durante el período de estudio, además indica la existencia de movimientos anormales en los que predomina la concentración de puntos por encima de la línea central más una desviación estándar, así como por debajo del límite inferior de control (reglas 5 y 14 de los criterios de control de la Western Electric).

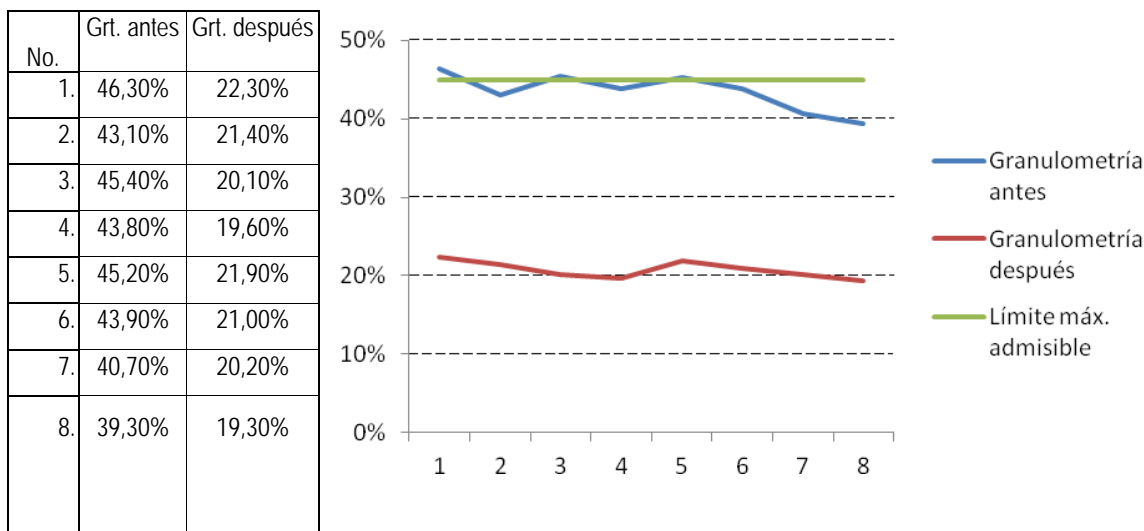
La existencia de celdas vacías que posee el histograma, refuerza el criterio anterior. Sin embargo, el gráfico de control de recorridos indica que la dispersión es estable y la variabilidad natural del proceso es pequeña en relación con la especificada, por lo que los índices de desempeño del proceso poseen valores mayores que la unidad.

El equipo de mejora revisó las causas posibles, decidiéndose cambiar las maza de molido de tipo *Probat* que presentan un estriado de 500 por una de 700 estrías, que garantice el molido adecuado de la nueva mezcla y reduzca el desgaste de las maza, con el objetivo de lograr la granulometría óptima en el proceso de molinado, y por consiguiente la calidad del producto terminado.

El técnico de Gestión de la Calidad, tomó muestras del proceso, después de realizado el cambio en las maza de molido y realizando un estudio de comparación con muestras tomadas antes del cambio, obtenemos los resultados mostrados en la tabla No.3.3.

Según nos muestran los resultados de las muestras tomadas, la tendencia de la granulometría después del cambio es la deseada en el proceso productivo del café mezclado (tamiz 710).

**Tabla 3.3. Comportamiento de la granulometría**



### **Análisis en el proceso de embalaje**

Por último el equipo de proyecto centró toda la atención en el análisis del proceso de embalaje, debido a que periódicamente se incurre en pérdidas por cuestión de refacturaciones, por roturas que sufren los paquetes de café de  $115 \pm 1,5$  gramos marca comercial “Hola” con destino a la población, por concepto de la manipulación de las bolsas con aire concentrado, producido por el proceso de sellaje, dado por la hermeticidad de las mismas.

En respuesta a este inconveniente, se decide extraer el aire de las bolsas después de ser sellado el embalaje, usando primeramente un rodillo y luego un punzón como alternativas que perforaran el embalaje, provocando nuevas pérdidas, debido a que la perforación se realizaba manualmente, a precisión del hombre, para el 100% de las bolsas usadas en toda la producción, trayendo consigo la perforación también de su contenido en muchas ocasiones, sin lograr una adecuada extracción del aire. En un nuevo análisis para esta causa, se toma como acuerdo, realizar las perforaciones de las bolsas antes del proceso de embalaje del paquete de café, para que el mismo no sea dañado, y también hacer varias perforaciones a las bolsas de embalaje para facilitar una extracción rápida y eficaz a la hora de paletizar.

Por tal motivo el equipo de proyecto en conjunto con el área de mantenimiento, ideó la fabricación de una ponchadora manual (figura No.3.6), que logre la perforación adecuada de las bolsas, con las dimensiones necesarias, y la capacidad óptima para cubrir la demanda de la producción, logrando además, presencia y estética del producto acabado.

Realizando una comparación antes y después del uso de la ponchadora para las bolsas de embalaje de los paquetes de café, se tomaron datos de un periodo determinado de cinco meses en el 2011 y de igual manera en el 2012, los resultados se muestran en la tabla No.3.4.



Figura No. 3.6 Ponchadora manual

Tabla No. 3.4 Cantidad de paquetes refacturados

	Refacturación 2011	Refacturación 2012	Diferencia
Cantidad de paquetes	9'587	3'508	6'079

La diferencia en unidades refacturadas está dada en lo fundamental, por el uso de la Ponchadora, únicamente los dos últimos meses del periodo analizado.

#### Definición de planes de acción para las prioridades decididas

De acuerdo con las prioridades definidas, se diseñó un **Plan de Acción** correspondientes al control de entrada del café oro, haciendo uso de la técnica de las 5W y 2H (**qué, quién, cómo, por qué, dónde, cuándo y cuánto**). A través de estos planes se definieron, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas. Debido a que los planes de acción en su mayoría pueden realizarse con el personal de la organización, el costo asociado a los mismos corresponde principalmente al costo del tiempo invertido en su realización.

**Tabla No. 3.5 Plan de Acción para la mejora de la calidad**

<b>Oportunidad de Mejora:</b> Perfeccionar el control del proveedor del café						
<b>Meta:</b> Asegurar que todos los lotes cumplan las especificaciones						
<b>Responsable General:</b> Director general						
<b>QUÉ</b>	<b>QUIÉN</b>	<b>CÓMO</b>	<b>POR QUÉ</b>	<b>DÓNDE</b>	<b>CUÁNDO</b>	<b>CUÁNTO</b>
Crear un equipo multifuncional	Director general	Seleccionar especialistas de calidad, compras y producción. Incluir representantes del cliente externo	Para asegurar la calidad del trabajo mediante la selección adecuada de expertos	UEB Torrefactora Cienfuegos	07/ 09/ 2012	2 horas del personal implicado
Determinar medidas de rendimiento críticas	Equipo multifuncional	Revisar el mapa de proceso y evaluar su capacidad	Establecer bases para evaluar al proveedor	Área de Producción del café mezclado	12/ 09/ 2012	10 horas del personal implicado
Determinar los estándares mínimos de rendimiento a contratar	Equipo multifuncional	Mediante sesiones de tormenta de ideas, análisis de capacidad y diseño de experimentos	Para asegurar la calidad de los suministros	Área de Producción del café mezclado	12/ 09/ 2012	2 horas del personal implicado
Realizar pruebas a los lotes recibidos	Especialista de Calidad	Aplicando procedimientos de verificación y pruebas establecidos	Evitar que entren al proceso lotes que no cumplen las especificaciones de calidad	Lab. Calidad	Permanente	Según el tiempo establecido en el protocolo de control
Elaborar reportes de aceptación o de falta de conformidad	Especialista de Calidad	Empleando los formatos establecidos	Decidir si el lote se puede utilizar o no	Director UEB y Lab. Calidad	Permanente	Según el tiempo establecido en el protocolo de control
Evaluación del sistema de calidad del proveedor	Audidores internos o externos	Mediante auditorías ISO-9000	Determinar la capacidad del proveedor para asegurar el suministro estable de materias primas con la calidad requerida	UEB Torrefactora Cienfuegos	Anual	Dos o tres días
Adoptar acciones conjuntas con el proveedor para mejorar su rendimiento	Director general	Evaluar gestión de la calidad, costo operativo total y la cadena de aprovisionamiento	Mejorar creación de valor y solución conjunta de problemas que aseguren la innovación	UEB Torrefactora Cienfuegos	Periódicamente	Según lo estipulado en el presupuesto de los proyectos de mejora

### **3.4.2 Etapa de Hacer**

Se aplicaron los planes de medidas, con la participación de los trabajadores, y los planes de control correspondientes.

### **3.4.3 Etapa de Verificar**

Se realizaron nuevas pruebas en el proceso de enfriamiento, obteniendo una estabilidad adecuada dentro de las normas establecidas, para lo cual se redujo considerablemente el porcentaje del sobre tueste, logrando estabilizar el porcentaje de humedad, garantizando una mayor homogenización. Conjuntamente se aplicaron nuevamente los gráficos de control, histogramas y los estudios para el desempeño del proceso de molido del café mezclado, logrando disminuir la granulometría hasta los índices de calidad establecidos por la norma del tamiz 710 micras, demostrando efectividad de los planes de mejoras.

Con la introducción de la ponchadora manual - de fabricación propia - al proceso de embalaje, en esta etapa de verificación pudimos constatar la alta efectividad de la mejora, mostrando una reducción de las fracciones defectuosas en el proceso, permitiendo disminuir al máximo las refacturaciones por cuestión de roturas del embalaje y por ende del paquete de café "HOLA", todo lo cual demuestra la efectividad y el cumplimiento de la hipótesis de la investigación.

### **Etapa de Actuar**

Se decidió emprender otro ciclo de mejora para reducir aún más los niveles de pérdidas.

### **3.5 Conclusiones del Capítulo**

- La mejora en el proceso productivo garantiza la calidad del producto final, con sus respectivas características organolépticas (olor, color y sabor).
- Se elimina un nivel considerable de refacturación del producto con destino a la población, por concepto de roturas.

## CONCLUSIONES

- El procedimiento de mejora aplicado, permite adoptar un lenguaje común y universal para la solución de problemas, que es fácilmente comprensible para todos en la organización y se puede utilizar para administrar otras actividades de la empresa, haciendo posible que la mejora de la calidad se realice tomando en consideración todos los factores que propician la misma y, por tanto, sea redituable.
- El trabajo sistemático y en profundidad del Comité de Calidad de la Unidad Empresarial de Base Torrefactara y Distribuidora de Café de Cienfuegos, condujo a la solución de los problemas que afectan la calidad del proceso productivo.
- El procedimiento aplicado representa una novedad en este tipo de empresas, debido a que emplea técnicas estadísticas, algoritmos, software de punta, así como herramientas gerenciales que permiten determinar los defectos fundamentales y las causas que los provocan, así como argumentar científicamente las medidas orientadas a la eliminación preventiva de dichas causas, cuyas ventajas prácticas han sido comprobadas en la formulación de los planes de acción para la mejora de la calidad del café torrefaccionado.
- Se evita el sobre cumplimiento de indicadores económicos de eficiencia de la entidad, como son, el consumo de Materia Prima y materiales, energía y combustible.

## RECOMENDACIONES

- Generalizar este trabajo a otras torrefactoras con la misma tecnología que la nuestra, siempre y cuando presenten problemas de este tipo.
- Eliminar eslabones innecesarios en la cadena de distribución, con el objetivo de reducir el porcentaje de roturas de paquetes de café por exceso de manipulación.
- Capacitar al resto del personal en el empleo del procedimiento, las técnicas de mejora, los métodos estadísticos y los sistemas de software, con vistas a desarrollar el trabajo en equipos y comités de calidad.
- Diseminar las experiencias y reconocer a todas las personas que se destaquen por su contribución a la mejora del desempeño de la calidad del proceso productivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aiba, Koichi. (1966). *What is Quality Design. Quality Design Seminar*. Japan.
- Badia, Albert. (2002). *Modelo ISO 9001 versión 2000*. Deusto, Bilbao.
- Boix, Salvador. (2000). *La norma ISO 9000: 2000*. Madrid.
- Boyce, J. (1994). *Café y desarrollo sostenible: Del cultivo agroquímico a la producción orgánica en Costa Rica*. Costa Rica, EFEUNA: Heredia.
- Cantú, J. H. (2001). *Desarrollo de una Cultura de Calidad*. México: McGraw-Hill.
- Castro Ruz, R. (1996). *Chequeo de la Marcha del Perfeccionamiento Empresarial en las FAR Granma*. Ciudad de la Habana.
- Crosby, P. (1979). *Quality is Free*. New York: McGraw-Hill.
- Delgado, Carlos. (1997). *El libro del café*. Madrid: Alianza.
- Deming W. Edwards. (1989). *Calidad, productividad y competitividad*. Díaz de santos S.A: Madrid.
- Deming, W. Edwards. (1981). *Out of the Crisis*. Cambridge: MIT Press.
- Deming, W. Edwards. (1989). *Quality, Productivity, and Competitive Position*. Cambridge: MIT Press.
- Evans, J, & Lindsay W. (2008). *Administración y control de la calidad*. México: CENGAGE.
- Feigenbaum, A. V. (1991). *Control Total de la Calidad*. México: Edición del Cuarenta Aniversario. CECSA.
- Flores Robles, Habacuc, & Huautla de Jiménez, Oax. (2004). *Proceso general para la ejecución de un proyecto de producción y comercialización de café tostado y molido*. México.
- Fontalvo, Tomas J. (2004). *Herramientas efectivas para el diseño e implantación de un sistema de gestión de la calidad ISO 9000:2000*. Asesores del 2000, Santa Fe de Bogotá.
- Fontalvo, Tomas J. (2006). *La gestión avanzada de la calidad: Metodologías eficaces para el diseño, implementación y mejoramiento de un sistema de gestión de la calidad*. Santa Fe de Bogotá: Ediciones Asesores del 2000.
- Fujiwara, Kenji. (1984). *Application of Quality Deployment to In-House Computer System/Kenji Fujiwara*. Japan.

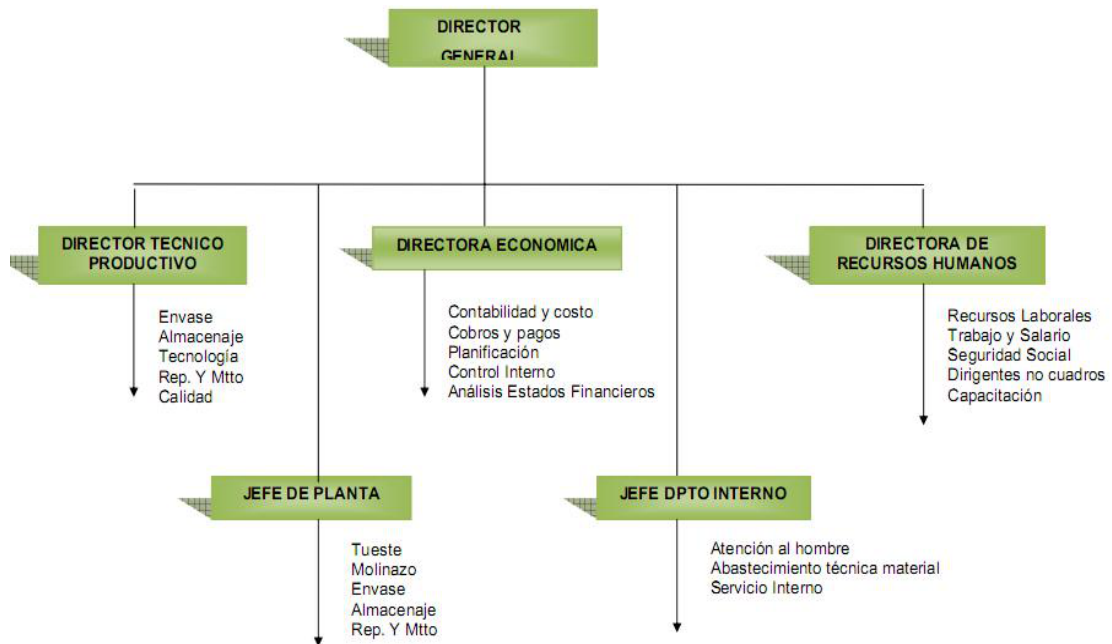
- Gómez Dorta, R. (2001). *Procedimientos para el mejoramiento de la calidad de la generación y el consumo de energía*.
- Herrera, Neira Elizabeth. (1995). *La torrefacción rápida (High Yield), sus principales características y su aplicabilidad en la industria cafetera*. Bogotá, Universidad de la Salle.
- ICONTEC. (n.d.). *Café tostado en grano y tostado y molido. Determinación del grado de tostación*. Bogotá.
- Ishikawa, Kaoru. (1991). *Introduction to Quality Control Tokyo*. Japón.
- ISO 9004. *Sistema de Gestión de la Calidad, Recomendaciones para la Mejora continua del desempeño*. (2009). .
- Juran J.M. (1990). *Juran y la planificación para la calidad*. Díaz de Santos S.A Madrid.
- Macillas, Andrea del Pilar. (2000). *Café orgánico. Caracterización, torrefacción y enfriamiento*. Bogotá.
- Marsán Castellanos, J. (1981). *Organización del trabajo*. La Habana: ISPJAE.
- Martínez Rodríguez, Rufino. (2003). *Operación y mantenimiento de un módulo de tostado y molido*.
- Montgomery, D.C. (1991). *Control Estadístico de la Calidad*. México DF: Ibero América.
- Montgomery, Douglas. (1991). *Diseño y Análisis de Experimentos*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Nogueira, D. (2004). *Fundamento para el control de la gestión Empresarial*. La habana: pueblo y educación.
- Noori, H. (1997). *Administración de Operaciones y Producción: Calidad Total y Respuesta Sensible Rápida*. New York: McGraw- Hill.
- Peach, R. (2000). *Manual de ISO: 9000*. México: Mc Graw Hill.
- Pons Murguía, R. (2003). *Curso Oficial de Gestión por Procesos*. Retrieved from [www.ucm.es/info/dsip/ asignaturas/gestión/FI519.htm](http://www.ucm.es/info/dsip/ asignaturas/gestión/FI519.htm).
- Quality Assurance of Colombian Coffee. (1998). . ALMACAFÉ S.A.
- Quality Management Systems. *Specifications with Guidance for Use*. (n.d.). .

Suárez del Villar Labastida, Alexis. (2007). *Procedimiento para el mejoramiento de la calidad de los procesos*. Cienfuegos.

Torrefacción o tostada del café. (n.d.). *Revista Cafetera de Colombia*, V4(No 38), 1470-1473.

Vásquez, R. (1997). El manejo de efluentes en el beneficiado del café en Costa Rica. *Revista de ciencias agrícolas Agronomía Costarricense*, 18-22.

## Anexo 1 Estructura Organizativa de la UEB Torrefactora Cienfuegos



Anexo 2 Matriz DAFO

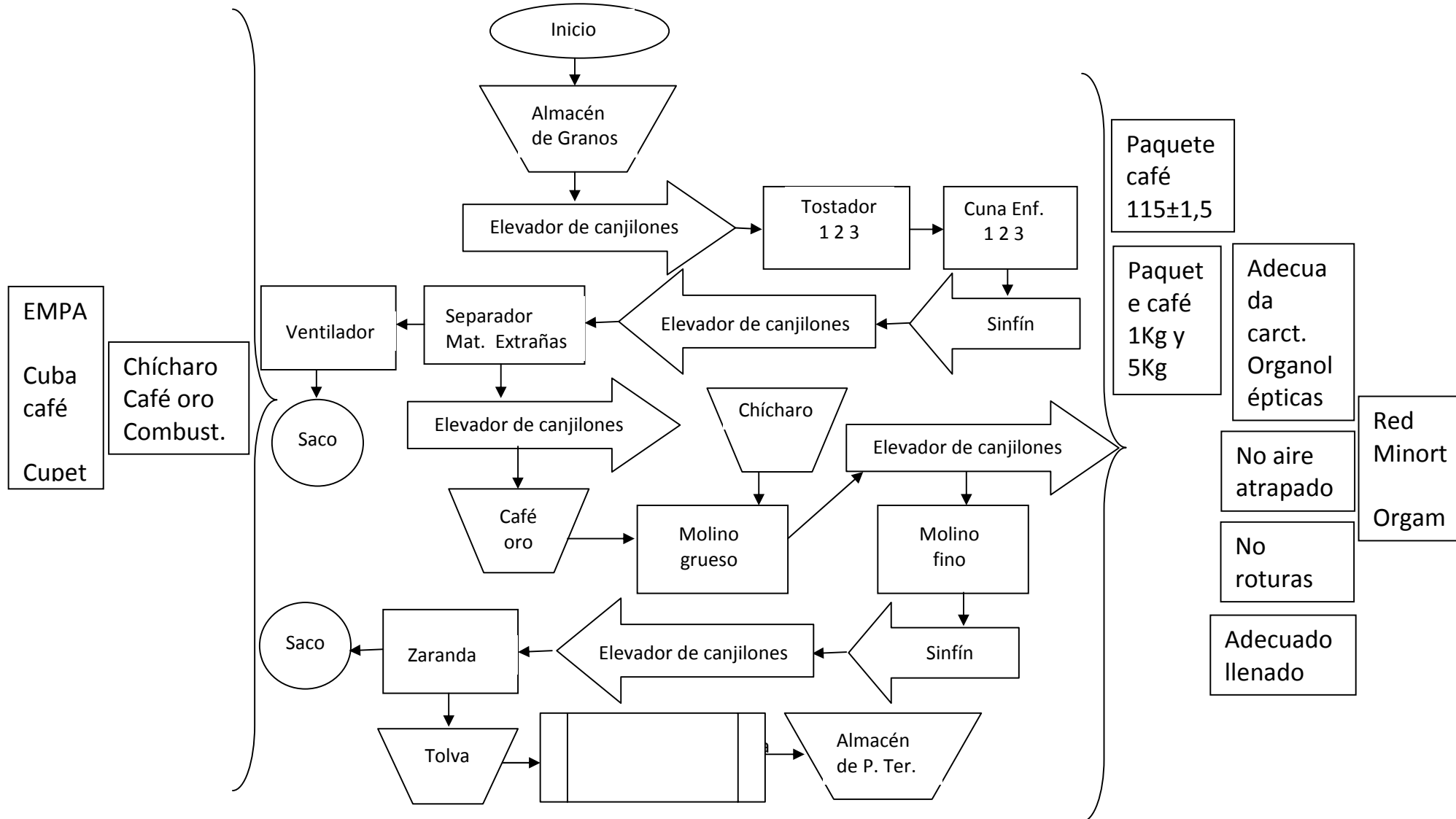
		Oportunidades					Amenazas					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Fortalezas	1	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	18
	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	1	<u>23</u>
	3	3	3	3	3	2	1	3	1	2	1	<u>22</u>
	4	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	<u>23</u>
	5	3	3	3	2	2	1	3	1	1	1	20
						<b>62</b>						<b>44</b>
Debilidades	1	3	3	2	3	3	3	3	3	2	1	<u>26</u>
	2	3	3	2	3	2	3	3	3	3	1	<u>26</u>
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	<u>30</u>
	4	3	3	3	3	1	3	3	2	2	2	25
	5	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	24
						<b>68</b>						<b>63</b>
		<u>28</u>	<u>28</u>	25	<u>27</u>	22	<u>22</u>	<u>29</u>	20	<u>22</u>	15	

### Anexo 3. Diagrama SIPOC del proceso del café torrefacto

Proveed Entrada

Proceso

Salida Requermt. Cliente



#### Anexo 4. Determinación del número de experto

Formula para calcular la cantidad de experto:

$$n = \frac{P(1-P) \cdot C}{i^2}$$

Donde

*C.* – constante que depende del nivel de significación ( $1 - \alpha$ )

es decir para 99% - 6,6569

95% - 3,8416

90% - 2,6896

*P.* - proporción de error

*i.* - Precisión

Sustituyendo los valores  $C= 3,8416$ ,  $P=0.04$  y  $i=0.12$  en la ecuación anterior quedaría:

$$n = \frac{0.04(0.96)3,8416}{(0.12)^2} \approx 10$$

Lo que se puede concluir que se deben utilizar 10 expertos.

## **Anexo 5. Convocatoria para la sesión de Write Storming con los expertos.**

Estimado Experto:

Como usted conoce, partiendo de la importancia de la mejora de la calidad para el desarrollo de las empresas cubanas, sobre todo si se trata de áreas tan importantes como la producción de bienes y servicios para la población, la Unidad Empresarial de Base Torrefactora de Cienfuegos conjuntamente con el Departamento de Tecnología Agropecuarias de la Universidad de Cienfuegos, se ha dado a la tarea de efectuar un análisis para detectar y dar solución a problemas que vienen afectando la producción, así como los niveles de aseguramiento de la materia prima, combustible y energía eléctrica. En este sentido quisiéramos conocer, cuales son, en su opinión, aquellos que usted considera puntos claves que inciden en la afectación del proceso productivo del café torrefaccionado.

Gracias por su participación

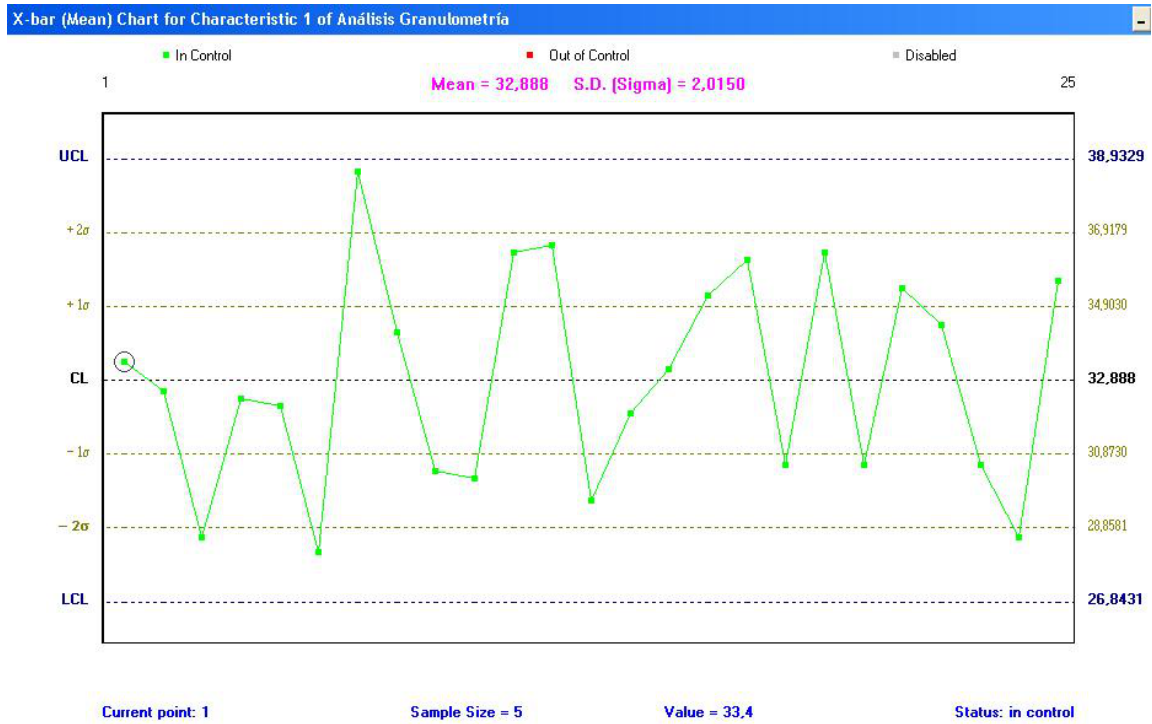
## Anexo 6. Análisis de la estabilidad del proceso para la granulometría del café mezclado

Resultados de las mediciones de la granulometría del café mezclado para población y organismos

Subgroup	Characteristics	Date	Time	Observation 1	Observation 2	Observation 3	Observation 4	Observation 5
1	Characteristic 1			35	42	36	27	27
2	Characteristic 1			36	28	26	37	36
3	Characteristic 1			24	33	25	25	36
4	Characteristic 1			27	36	35	37	27
5	Characteristic 1			36	35	36	27	27
6	Characteristic 1			27	25	26	28	35
7	Characteristic 1			44	35	43	36	35
8	Characteristic 1			37	36	36	27	35
9	Characteristic 1			35	27	36	27	27
10	Characteristic 1			26	35	36	27	27
11	Characteristic 1			33	45	44	35	25
12	Characteristic 1			36	37	37	36	37
13	Characteristic 1			25	26	36	37	24
14	Characteristic 1			36	27	26	35	36
15	Characteristic 1			24	33	41	34	34
16	Characteristic 1			36	35	34	36	35
17	Characteristic 1			36	37	35	36	37
18	Characteristic 1			38	27	27	35	26
19	Characteristic 1			33	34	44	36	35
20	Characteristic 1			27	27	28	35	36
21	Characteristic 1			42	36	35	37	27
22	Characteristic 1			33	25	44	35	35
23	Characteristic 1			24	23	35	35	36
24	Characteristic 1			36	27	27	26	27
25	Characteristic 1			35	36	36	37	34

*QCC*

## Anexo 6. Cont. /... Análisis de la estabilidad del proceso para la granulometría del café mezclado

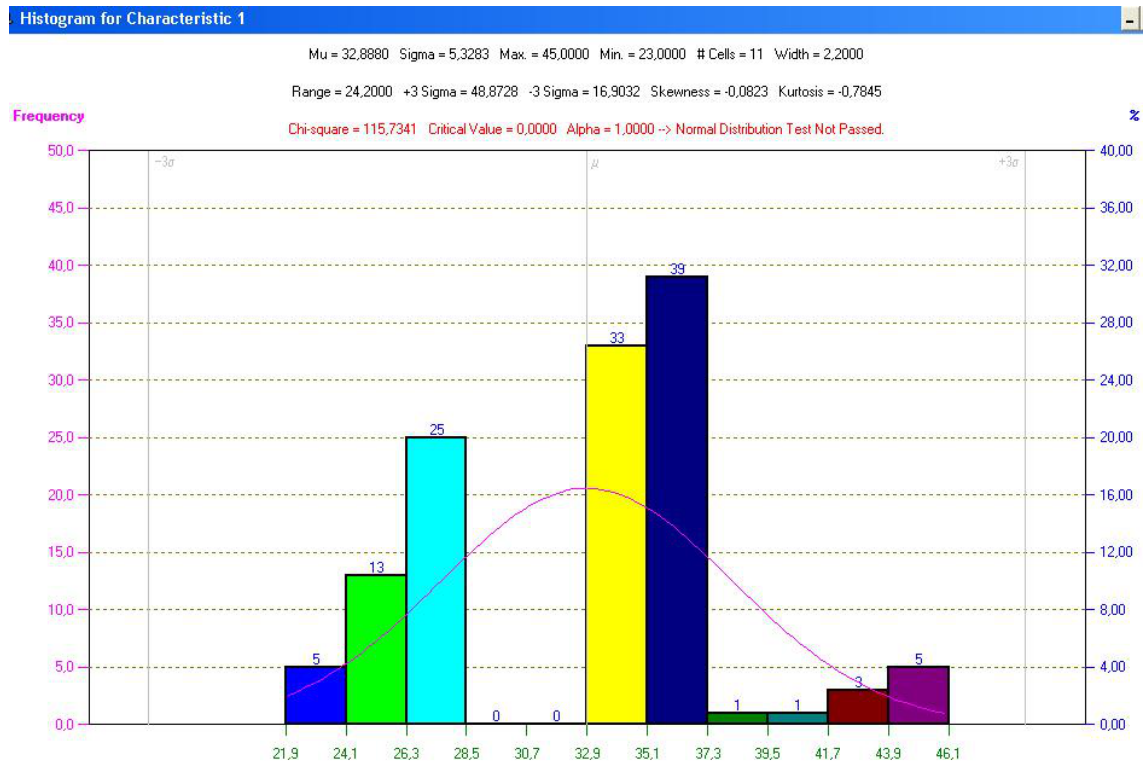


**Anexo 6. Cont. /... Análisis de la estabilidad del proceso para la granulometría del café mezclado**

**X-bar (Mean) Chart Rule Violation Analysis for Characteristic 1 of Análisis Granulometría**

	17:29:26		06-19-2012
Sample	Value	Status	Rule Violation
1	33,4000	In control	No rule violated
2	32,6000	In control	No rule violated
3	28,6000	In control	No rule violated
4	32,4000	In control	No rule violated
5	32,2000	In control	No rule violated
6	28,2000	In control	No rule violated
7	38,6000	In control	No rule violated
8	34,2000	In control	No rule violated
9	30,4000	In control	No rule violated
10	30,2000	In control	No rule violated
11	36,4000	In control	No rule violated
12	36,6000	In control	No rule violated
13	29,6000	In control	No rule violated
14	32,0000	In control	No rule violated
15	33,2000	In control	No rule violated
16	35,2000	In control	No rule violated
17	36,2000	In control	No rule violated
18	30,6000	In control	No rule violated
19	36,4000	In control	No rule violated
20	30,6000	In control	No rule violated
21	35,4000	In control	No rule violated
22	34,4000	In control	No rule violated
23	30,6000	In control	No rule violated
24	28,6000	In control	No rule violated
25	35,6000	In control	No rule violated

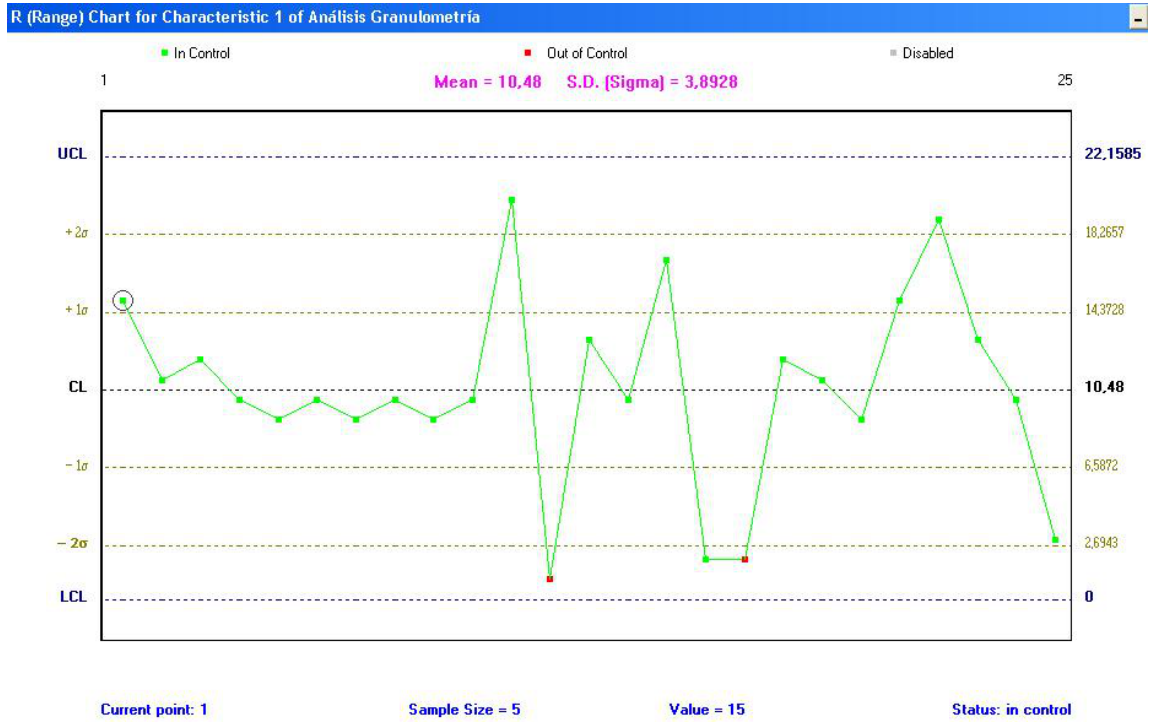
## Anexo 6. Cont. /... Análisis de la estabilidad del proceso para la granulometría del café mezclado



**Chi-square Test for Characteristic 1**

No.	From Value	To Value	Actual Frequency	Expected Frequency
1	21,9000	24,1000	5	3,7422
2	24,1000	26,3000	13	7,3249
3	26,3000	28,5000	25	12,1205
4	28,5000	30,7000	0	16,9467
5	30,7000	32,9000	0	20,0277
6	32,9000	35,1000	33	20,0092
7	35,1000	37,3000	39	16,9002
8	37,3000	39,5000	1	12,0650
9	39,5000	41,7000	1	7,2780
10	41,7000	43,9000	3	3,7114
11	43,9000	46,1000	5	1,6005
	Skewness = -0,0823	Kurtosis = -0,7845	Alpha = 1,0000	Deg. Frdm. = 8
	Chi-square =	115,7341	Critical Value =	0,0000
	Normal	Distribution	Chi-square Test	is Not Passed!!

## Anexo 6. Cont. /... Análisis de la estabilidad del proceso para la granulometría del café mezclado



**Anexo 6. Cont. /... Análisis de la estabilidad del proceso para la granulometría del café mezclado**

**R (Range) Chart Rule Violation Analysis for Characteristic 1 of Análisis Granulometría**

	17:55:28		06-19-2012
Sample	Value	Status	Rule Violation
1	15,0000	In control	No rule violated
2	11,0000	In control	No rule violated
3	12,0000	In control	No rule violated
4	10,0000	In control	No rule violated
5	9,0000	In control	No rule violated
6	10,0000	In control	No rule violated
7	9,0000	In control	No rule violated
8	10,0000	In control	No rule violated
9	9,0000	In control	No rule violated
10	10,0000	In control	No rule violated
11	20,0000	In control	No rule violated
12	1,0000	Not in control	14
13	13,0000	In control	No rule violated
14	10,0000	In control	No rule violated
15	17,0000	In control	No rule violated
16	2,0000	In control	No rule violated
17	2,0000	Not in control	4
18	12,0000	In control	No rule violated
19	11,0000	In control	No rule violated
20	9,0000	In control	No rule violated
21	15,0000	In control	No rule violated
22	19,0000	In control	No rule violated
23	13,0000	In control	No rule violated
24	10,0000	In control	No rule violated
25	3,0000	In control	No rule violated

## Anexo 6. Cont. /... Análisis de la estabilidad del proceso para la granulometría del café mezclado

