

# MEJORA TÉCNICA, CONTROL DE GESTIÓN Y CALIDAD DEL SECADO DEL CAFÉ

---

Francisco Espinosa Mejía\*  
Ester Susana Michelena Fernández\*\*  
Germán Vargas Larios

## RESUMEN

En esta investigación se propone estudiar las formas técnicas y organizativas del proceso del secado, bajo la premisa de que se trata de un proceso crítico en la modernización de los beneficios de café, teniendo como marco de referencia una crisis de producción y socioeconómica que ha afectado al sector cafetalero, productores y beneficiadores, quienes carecen de instrumentos de administración y control del proceso de industrialización, realizándolo empíricamente.

Tomamos como punto de partida el análisis técnico del proceso en dos beneficios, para formular un diagnóstico que basado en el reconocimiento del carácter crítico de este proceso, de por resultado indicadores de desempeño para el seguimiento y control de gestión de los procesos de industrialización del café, determinando la "Mejora técnica, control de gestión y calidad del secado del café" que permita controlar esta operación bajo un enfoque estadístico de calidad.

## I. INTRODUCCIÓN

En este artículo, se estudian las formas técnicas y organizativas en el proceso de industrialización del café, en particular la operación de secado, bajo la premisa de que se trata de un proceso crítico en la modernización de las organizaciones beneficiadoras de café. Es decir, se trata de investigar si las empresas beneficiadoras de café han incorporado la tecnología en sus procesos productivos requeridos para elevar su competitividad, si esta incorporación se ha realizado en las empresas semi-industriales e industriales y, en su caso, las causas por las que no ha sido posible. En el estudio de las causas, principalmente, se revisarán aquellas que tienen que ver con el grado de desarrollo de sus estructuras y mecanismos administrativos de operación.

El estudio tiene como marco de referencia una crisis de producción y socioeconómica que afectó a muchos sectores, incluyendo al cafetalero, la cual se agudizó aún más con el cierre del Instituto Mexicano del Café. Crisis que se ha acentuado hasta nuestros días afectando de una u otra forma a los productores y beneficiadores de café, quienes se vieron especialmente afectados y que a la fecha carecen de instrumentos de administración y control de las operaciones de industrialización, las que se vienen realizando en base en la experiencia del dueño del beneficio o del encargado del mismo, así como del personal que labora en ellos<sup>1</sup>, lo que ha ocasionado altos costos de industrialización y mayores tiempos

---

\* Académico de la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la Universidad Veracruzana. E-mail: masteferm\_1@hotmail.com

\*\* Investigador de la UAM

<sup>1</sup> El Capítulo 18. El Programa Fondo de Estabilización, Fortalecimiento y Reordenamiento de la Cafecultura de las Reglas de Operación de la Alianza para el Campo tiene por objeto central coadyuvar en la estabilización y fortalecimiento del sec-

de operación. Por lo que la hipótesis que planteamos como parte de la solución a esta problemática es: ¿Una mejora técnica en el secado del café disminuirá el tiempo de secado y por ende los costos de operación, modificando a la estructura organizacional de los beneficios de café? Por el reconocimiento de esta situación es necesario estudiar y analizar los obstáculos que no han permitido la modernización en los beneficios de café, considerando el análisis y control de las variables que inciden en el desarrollo tecnológico y en el cambio organizacional: recursos humanos, materiales y económicos, formas alternativas de organización e integración del trabajo, procesos críticos como el secado, los rendimientos y costos de operación, así como la preservación de la calidad del café. Tomaremos como punto de partida el análisis técnico del proceso del secado del café, con el fin de formular un diagnóstico que con base en el reconocimiento del carácter crítico de este proceso dé por resultado indicadores de desempeño para el seguimiento y control de gestión de los procesos de industrialización del café. Se entiende que el proceso de secado es crítico porque:

1. El beneficiado del café, o primera transformación, juega un papel importante, tanto en la conservación y calidad del grano como en la posibilidad de tener acceso a la exportación.
2. De un buen o mal secado del café depende en parte la calidad del grano.

Las preguntas básicas de nuestra investigación de asumir este proceso crítico serían.

1. ¿Por qué actualmente es la etapa que consume más tiempo, materiales y mano de obra?
2. ¿Por qué la forma organizativa para realizar esta operación no es la adecuada en dos beneficios seleccionados?
3. ¿Por qué siendo el secado del café un proceso crítico, es determinante en su estructura administrativa y modalidades que asume?
4. ¿Por qué no se cuenta con un método de administración, gestión y control técnico del secado del café?

A partir de este conocimiento técnico, es posible determinar de manera ordenada y sistemática el método y los instrumentos de trabajo de la mejora técnica a implantarse en el área de secado, que permita el control de esta operación bajo un enfoque estadístico de calidad, capaz de predeterminar las posibles desviaciones de las temperaturas del aire caliente que entra a las secadoras, es decir, de aquellas posibles temperaturas que tiendan a salirse de los límites de control establecidos por el método, aplicando las acciones correctivas necesarias en cada caso.

En esta fase de la investigación sólo nos circunscribimos a estos determinantes técnicos de la organización productiva, aceptando los postulados de la contingencia estructural, particularmente, los que gravitan sobre el paradigma tecno-

---

tor cafetalero nacional. Que derivado de las condiciones climatológicas recientes que afectaron a este cultivo en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, y a las condiciones del comercio mundial afectado, entre otras causas, por la sobreproducción del aromático, lo que repercute en la pérdida de su valor. Diario Oficial 31 de enero 2006: 61 )

lógico. Se deja para otra fase de la investigación los relativos al estudio de los obstáculos que no han permitido permear los cambios que exigen las organizaciones para su desarrollo, es decir, el estudio sistemático de aquellos elementos organizacionales que no han permitido los procesos de aprendizaje organizacional requeridos para la transformación de las empresas beneficiadoras del café, en su permanente adaptación al contexto económico y social con el que interactúa y se desarrolla.

Los beneficios de café se clasifican en cuatro estratos de acuerdo con su tecnología y capacidad instalada en quintales (qq): *familiar* hasta 6 qq, *rural* de 20 a 90 qq, *semi-industrial* de 120 a 360 qq e *industrial* más de 360 qq, clasificación que fue hecha por el INMECAFÉ (1989) y que prevalece hasta la fecha. Como promedio se toma el quintal (qq) con los siguientes valores: de café cereza = 250 kg; de café pergamino = 57.5 kg y de café oro = 46 kg (aproximadamente 100 lb). Los estudios de caso se realizaron en dos beneficios *industriales*: el Beneficio de café las Ánimas S.A. de C.V., de 915 qq, del municipio de Xalapa, Ver., propiedad de Agroindustrias Unidas de México S.A. de C.V. "AMSA" y Exportadora de Cafés Finos de Coatepec S.A. de C.V. de 930 qq, del municipio de Coatepec, Ver., actualmente rentado por AMSA. Ambos pertenecientes a la Región Coatepec de acuerdo con el Consejo Veracruzano del Café (COVERCAFÉ, 2002). Los resultados obtenidos en estos estudios pueden ser aplicables a los beneficios semi-industriales, pero por el momento no a los beneficios familiares y rurales, por los altos costos de operación que representa la puesta en marcha de una secadora de café.

## II. ANTECEDENTES

En México, el café es uno de los principales productos destinados al mercado internacional con una importancia económica y social considerable. Así, en la generación de divisas entre 1970 y 1989 este producto aromático participó, en promedio anual, con 5.1 % del total de ingresos por productos exportados y con 34 % de los obtenidos por las exportaciones agrícolas (Díaz Salvador, 1991). Esta especie, por superficie y valor de la producción, se ubica entre los principales seis cultivos, junto con el maíz, sorgo, trigo, caña de azúcar y frijol, el cultivo del café es una de las actividades más importantes, ya que se tienen establecidas alrededor de 680 mil hectáreas a nivel nacional, con 480 mil productores, donde Veracruz participa con 149,930 hectáreas y 84,725 productores ocupando con esto el segundo lugar a nivel nacional (SAGARPA, 2006). Particularmente, en la región de Coatepec Ver. que integra a 162 localidades, con 16,280 productores, que cultivan 33,411 hectáreas de café (Consejo Regional del Café de Coatepec, 2006), lo que representa una fuerza política que encierra factores de cambio sociales.

La evolución que ha tenido el café en México desde su introducción en 1790 a la fecha, podemos distinguirla en tres momentos que a continuación se describen en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Evolución del café en México**

<b>Momento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Primeros métodos de transformación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1790 Introducción del café a México.</li> <li>- 1817 Se propaga a Veracruz, Puebla, Hidalgo y San Luís Potosí (INMECAFE, 1962).</li> <li>- 1790 a 1825 obtención de las primeras cosechas donde el café se secaba por la vía seca, directamente a sol en patios de tierra (Estrada Gonzalo, 1985).</li> </ul>
<b>Introducción de los primeros Métodos Técnicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1810 aparecen los primeros despulpadores de disco construidos en Ceilán.</li> <li>- 1850 aparecen los despulpadores de cilindro.</li> <li>- 1880 llegan a México, procedentes de Guatemala, las secadoras Guardiolas, apareciendo los primeros beneficios húmedos en Huatusco, Ver., Chis. (Estrada, 1985).</li> <li>- 1875 a 1900 se inicia en México el beneficiado del café por la vía húmeda con la introducción de las máquinas manuales llamadas pulperos.</li> </ul>
<b>Desarrollo de métodos tecnológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1956, "la entonces Comisión Nacional del Café señala el uso de despulpadoras de cilindro y disco, manuales o accionadas con motores de combustión interna y se promueve la construcción de beneficios húmedos" (Juan Pérez, 1997, p.14).</li> <li>- En los 60, se practican ensayos aislados de sistemas rápidos de eliminación del mucílago, como son los métodos enzimáticos, químicos y bioquímicos.</li> <li>- En los 70, se introducen las despulpadoras cilíndricas pero sin mucho éxito, prevaleciendo las de disco fabricadas por DICAMEX, filial de INMECAFÉ.</li> <li>- En los 80, INMECAFÉ se convierte en el principal detonador para el desarrollo de esta agroindustria fabricando equipo y maquinaria para el beneficiado de café.</li> </ul>
<b>Crisis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En los 90, con la desaparición de INMECAFÉ y la crisis, muchos beneficios retiran la operación del oreado debido al alto costo del gas y combustóleo, y se sustituye por el uso de la pajilla, lo que en conjunto hace que el tiempo de secado se dispare entre 38 y 48 horas. Se introduce el Beneficio Ecológico de Tecnología Colombiana Penagos en baja escala y poco éxito, con capacidades de beneficiado que estriban entre los 10 y 20 qq,</li> </ul>

Como se aprecia en el cuadro, pareciera, en lo que a beneficios del café se refiere, que ha culminado el ciclo del producto: nacimiento de los primeros métodos de transformación y técnicas, en los primeros dos momentos, en un tercer momento, su desarrollo tecnológico y el momento actual de crisis que se ha profundizado por la ausencia de una política pública actuante que fortalezca las capacidades productivas y de gestión de la pequeña y mediana empresa, antes de su exposición a la competencia internacional. El caso de las empresas beneficiadoras es un testimonio singular, donde, en un marco desfavorable de apoyos institucionales y de obstáculos insalvables, como los altos costos financieros, la competencia, antes que fomentar su eficiencia, ha propiciado la eliminación de pequeñas y medianas empresas como las de beneficios del café, segmento vital en cualquier economía del planeta, independientemente de su grado de desarrollo. La contribu-

ción de este artículo apunta a esta dimensión del rescate necesario del crecimiento económico, que si bien no es suficiente, es indispensable para el desarrollo.

### III. ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROCESO DEL SECADO DE CAFÉ

A continuación presentamos los alcances de la investigación

#### III.1 Alcances de la propuesta

El propósito de este apartado es presentar el “Análisis técnico del proceso del secado de café” en secadoras tipo Guardiola realizado en esta investigación, que sirva al mismo tiempo para analizar las condiciones típicas del mismo. Es importante advertir que los resultados obtenidos no se pueden generalizar para otros beneficios de café, debido a las diferencias existentes, tanto en diseño como en maquinaria, el uso de las diferentes fuentes de abastecimiento de calor, ya que en algunas instalaciones se utiliza fuego directo mediante un quemador; en otras, un horno industrial, o bien, por medio de calderas. Respecto al abastecimiento del combustible, algunos usan gas, otros combustóleo, o bien, pajilla obtenida de la trilla del café pergamino. A ello se adicionan las condiciones actuales en que se encuentre el equipo, las variables ambientales, etc., que hacen de cada beneficio un caso especial, con eficiencia y rendimientos propios tal y como se aprecia en este estudio realizado en dos beneficios en los que se practicaron dos modelos de temperatura. La prueba 1 es el “modelo testigo” que es el modelo actual con el que operan los beneficios a una temperatura fija, y la prueba 2 es el “modelo AFF” propuesto tipo cascada utilizando una temperatura descendente de 10°C con intervalos de 10 hrs., con la finalidad de provocar una caída de temperatura en el grano y evitar que empiece a sudar al trabajarse a una temperatura constante.

Los parámetros más importantes a determinar fueron:

- a. El tiempo de duración del secado.
- b. La temperatura máxima alcanzada por el grano: su efecto sobre la condición física del mismo y sobre la calidad de la taza.
- c. El porcentaje de humedad relativa del grano.
- d. Los límites de control de temperaturas inferior y superior del proceso de secado.
- e. La repercusión en el costo-beneficio de operación.

#### **Modelos de temperatura utilizados**

*Beneficio de café las Ánimas S.A. de C.V. (AMSA)*

Prueba 1: Temperatura 65°C (modelo testigo o actual).

Prueba 2: Temperatura 75°C las primeras 10 hrs., 65°C las siguientes 10 hrs. y 55°C el tiempo restante (modelo AFF propuesto).

*Beneficio Exportadora de Cafés Finos de Coatepec. S.A. de C.V. (AMSA)*

Prueba 1: Temperatura 100°C (modelo testigo o actual).

Prueba 2: Temperatura 100°C las primeras 10 hrs., 90°C las siguientes 10 hrs. y 80°C el tiempo restante (modelo AFF propuesto).

### ***Materiales y método***

Para efectos de esta investigación se realizaron dos experimentos, uno en el Beneficio de Café las Ánimas S.A. de C.V. ubicado en Xalapa, Ver. propiedad de AMSA y otro en el Beneficio, Exportadora de Cafés Finos de Coatepec S.A. de C.V. ubicado en Coatepec, Ver. del cual actualmente renta AMSA el beneficio húmedo. En cada uno se practicaron dos pruebas de secado a diferentes temperaturas y en cada prueba se utilizaron dos secadoras de café.

#### *Beneficio de Café las Ánimas S.A. de C.V. (AMSA)*

Se realizaron dos pruebas en forma consecutiva utilizando las mismas secadoras El beneficio cuenta con una capacidad industrial instalada de 915 qq, distribuida en 14 secadoras de 60 qq c/u, 1 de 45 qq y 1 de 30 qq, de las cuales se seleccionaron en forma aleatoria las secadoras 4 y 12, y se cargaron con café oreado.

El horno o calorífero es automático tipo industrial de flux que abastece de calor simultáneamente a las 16 secadoras del beneficio, marca Costarricense Echeverría, opera a base de pajilla, la cual se abastece por medio de dos ventiladores según las necesidades, aunque se sabe de antemano que la pajilla no proporciona una temperatura constante por la forma manual de su dosificación, como sí lo puede hacer el diesel, cabe mencionar que entre la temperatura programada y la real que sale del horno, como se puede apreciar en las tablas 1 y 2 del anexo I casi no hay diferencia. Este horno es operado de manera normal a una temperatura programada de 65°C, por lo que la prueba 1 se trabajó a esta temperatura durante el tiempo de secado del café. Para efectos de la prueba 2, el modelo AFF de temperatura que se practicó fue en cascada manteniendo la temperatura del horno a 75°C durante las 10 primeras horas, a 65°C las siguientes 10 hrs., y el tiempo restante del secado a 55°C, es decir, se inicia el modelo con una temperatura de 10°C por arriba de la temperatura normal con la que opera el beneficio. Las secadoras son tipo Guardiola tradicional, 5 m de largo por 1.80 de diámetro y una cantidad aproximada de café pergamino obtenida por carga de 60 qq (3,450 kg), provistas de un ventilador de 10 HP y dos entradas de aire, cada una con su respectivo termómetro para medir la temperatura del aire caliente que entra a la secadora, la cual trabaja con un moto reductor de 5 HP que hace girar a la Guardiola a 2 r.p.m.

Para medir la humedad relativa del aire y la temperatura del grano se utilizó un Psicrómetro marca Brannan; para medir el porcentaje de humedad relativa del grano se utilizó un Higrómetro para granos Multigrain Dickey Johnson. La medición de la humedad relativa del aire y del grano se tomó cada dos horas; el control de la temperatura del aire caliente que entra a las secadoras se realizó cada hora, con la finalidad de tener un panorama completo del desarrollo del experimento durante el tiempo del proceso de secado: Para efectos de este artículo esta información se presenta con intervalos de 4 horas para todas las mediciones.

#### *Beneficio Exportadora de Cafés finos de Coatepec S.A. de C.V. (AMSA)*

Igualmente se realizaron dos pruebas en forma consecutiva utilizando las mismas secadoras, el beneficio húmedo es de 930 qq, distribuida en 14 secadoras de 60 qq c/u y 2 de 45, de las cuales en forma aleatoria se seleccionaron las secadoras 5 y 7, y se cargaron con café escurrido a diferencia del experimento anterior que fue con café oreado, dado que este beneficio no cuenta con oreadoras.

El horno o calorífero es automático tipo industrial de fluxes que abastece de calor simultáneamente a las 16 secadoras del beneficio, es marca Costarricense Echeverría y opera a base de pajilla, la cual se abastece por medio un ventilador. Cabe mencionar que entre la temperatura programada y la real que sale del horno existe una diferencia entre 15 y 40°C, como se puede apreciar en las tablas 3 y 4 del anexo I.

Este horno es operado de manera normal a una temperatura programada de 100°C, por lo que la prueba 1 se trabajó a esta temperatura durante todo el tiempo de secado del café. Para efectos de la prueba 2, el modelo AFF de temperatura que se practicó durante el tiempo de secado fue en forma de cascada manteniendo el horno a 100 °c durante las 10 primeras horas, a 90°C las siguientes 10 hrs., y el tiempo restante del secado a 80°C., es decir, se inicia el modelo con una temperatura de 100°C igual a la temperatura normal con la que operan el beneficio. Las secadoras de este beneficio igualmente son tipo Guardiola tradicional. El equipo que se utilizó fue el mismo del experimento anterior, y los intervalos de las mediciones fue la misma.

### *III.2 Resultados*

En el anexo I: Pruebas de café en los beneficios las Ánimas y Exportadora de Cafés Finos de Coatepec (AMSA), se presentan los cuadros 1, 2, 3 y 4 del anexo I que contienen datos recopilados de las pruebas de café realizadas en estos beneficios, referidas a la temperatura programada y real del horno, tiempo de secado y hora de la toma de las lecturas, porcentajes de humedad relativa del medio ambiente exterior, del café y del área en la cual se encuentran ubicadas las secadoras, temperatura de entrada del aire caliente a las secadoras y temperatura del grano respectivamente. Presenta también el coeficiente de correlación y regresión entre el porcentaje de humedad relativa y las variables antes mencionadas; así mismo se determinaron los límites de control de temperaturas del proceso de secado por medio de los gráficos de control, información que fue analizada por medios estadísticos y de control de calidad utilizando software MINITAB, NCSS y estudio de capacidad de proceso SPCTOOL, para proporcionar las bases y formular las conclusiones. En el cuadro 5 se presenta un resumen comparativo entre la prueba 1 y la prueba 2. En el que podemos apreciar que en el beneficio Ánimas se obtuvo un ahorro de 4:30 hrs. equivalente a un 9.88 % del tiempo total de secado. En el beneficio Exportadora de Cafés Finos se aprecia un comportamiento lineal inversamente proporcional de 3:57:30 en promedio equivalente al 7.88 % del tiempo total.

En el anexo II: Se presentan los resultados obtenidos de catación de cada una de las pruebas realizadas en los beneficios de café, cuadros 6 y 7. En los que se puede apreciar que la calidad siendo uno de los factores más importantes a

cuidar en este experimento se conservó intacta en la prueba 2 practicada a ambos beneficios, en la catación solo resultó una taza agria de la prueba 2 secadora 7 del beneficio Exportadora de Cafés Finos, así mismo el café resultó con buen aspecto, buen tueste, tamaño mediano, en promedio 6 % de mancha, con muy poco porcentaje de capulín que no pasó del 1 %, muy buen rendimiento por debajo de 57.5 Kg/qq inclusive resultó mejor el rendimiento de la prueba 2 practicada a ambos beneficios, el porcentaje de humedad relativa del café pergamino obtenido muestra inconsistencia debido a que se determina empíricamente por lo que es necesario aplicar un control minucioso a esta variable, y capacitar al personal para utilizar el higrómetro y de esta forma homogeneizar los porcentajes de humedad obtenidos.

En el anexo III: Se presenta el formato 1 control de temperaturas de secado por secadora, el que permite llevar un registro adecuado de las temperaturas de entrada del aire caliente a las secadoras y el control de la temperatura del horno o caldera, tomando las lecturas cada hora, el cual apoyado con la elaboración del gráfico de control de temperaturas medias y rangos presentado en el formato 2 (el cual se graficó con intervalos de 4 hrs. para efecto de este informe), permite controlar el proceso de secado del café dentro del límite superior y límite inferior de control de temperaturas que debe establecerse para cada secadora de acuerdo a su funcionamiento, previendo alguna desviación de la temperatura antes de que ocurra a través del tiempo, evitando que el proceso se salga de control.

Éstos anexos explican los resultados obtenidos en los parámetros que se analizaron, expresándolos a continuación:

- a. Respecto al tiempo de duración del secado
  - Comparando la prueba 1 en la que se utiliza un modelo de temperatura fija, con respecto a la prueba 2 donde se utiliza un modelo de temperatura en cascada, se concluye en base al cuadro 5 del anexo I, que el modelo en cascada opera positivamente cuando se trabaja con una temperatura de 10°C superior a la temperatura con la que normalmente operan el horno, caso del experimento realizado en el Beneficio Ánimas, lo que representa un ahorro de tiempo en promedio de 4:30 horas (en la secadora 12 el tiempo disminuyó de 42:30 horas a 38:00 y en la secadora 4 disminuyó de 49:00 a 44:30 horas, ver anexo I cuadros 1,2 y 5 ) equivalente a 9.88 % del tiempo total de secado por cada secada de café, el cual impacta de manera directa en los costos totales de operación del beneficio. Ahora bien, aunque se obtiene una disminución en tiempo al aplicar el modelo AFF en cascada en la operación de secado la cual en promedio realiza en 41:15 horas, ésta sigue siendo la operación que más tiempo y recursos consume en el proceso de beneficiado del café, seguida por la fermentación que tarda en promedio 24:00 horas, con la diferencia de que ésta última no consume recursos ni mano de obra ya que se efectúa por vía natural.
  - No es conveniente aplicar el modelo AFF de cascada cuando la temperatura inicial sea igual a la de la temperatura con la que normalmente



operan el beneficio, caso del experimento realizado en el beneficio Exportadora de Cafés Finos.

- En ambos experimentos se puede concluir que el secado es un proceso crítico dentro del beneficiado del café, ya que los tiempos de secado en ambos experimentos guardan una relación lineal y aplicando el modelo de temperaturas adecuado se encuentran ahorros significativos.
- b. Respecto a la temperatura máxima alcanzada por el grano: su efecto sobre la condición física del mismo y sobre la calidad de la taza
- En la prueba 1 del beneficio de Café las Ánimas, la temperatura máxima alcanzada en las secadoras 12 y 4 fue de 36°C y 31°C, respectivamente y en la prueba 2, fue de 33°C y 32°C, respectivamente, sin registrarse en las dos pruebas ningún efecto que altere la calidad del grano y su presentación física, tal y como se aprecia en los reportes de catación presentados en el anexo 2 cuadros 6 y 7.
  - En la prueba 1 del beneficio Exportadora de Cafés Finos, la temperatura máxima alcanzada en las secadora 5 y 7 fue de 33°C y 36°C, respectivamente y en la prueba 2, fue de 31°C y 33°C, respectivamente, sin registrarse ningún efecto importante que altere la calidad del grano y su presentación física, a excepción de una taza agria obtenida en la secadora 7 tal y como se aprecia en los reportes de catación presentados en el anexo 2 cuadros 6 y 7.
- c. El porcentaje de humedad relativa del grano
- En el anexo I, cuadros 1, 2, 3 y 4 se presenta un análisis de regresión y correlación del porcentaje de humedad relativa del grano respecto a: el porcentaje de humedad relativa del área en que se encuentra ubicada cada una de las secadoras, el porcentaje de humedad relativa del medio ambiente exterior al área de secado, la temperatura real del horno, la temperatura promedio del aire caliente que entra a la secadora y la temperatura del grano. Se determinan como resultados que:
  - En la prueba 2 del beneficio Ánimas, donde se operó con el modelo AFF de temperaturas en cascada, existe correlación entre la humedad relativa del grano con la temperatura de entrada del aire caliente a la secadora y una correlación inversa con respecto a la temperatura del grano, por lo que es necesario establecer un control adecuado sobre estas variables.
  - En la prueba 1 de Exportadora de Cafés Finos, donde se operó el modelo a una temperatura constante de 100°C, existe correlación inversa entre la humedad relativa del grano con la temperatura de entrada del aire caliente a la secadora y con la temperatura del grano, a reserva de que esta correlación pueda mejorar cuando se opere con el modelo AFF de cascada 110, 100, 90°C, por lo que es necesario establecer un control adecuado sobre estas variables.
  - En el anexo I, se puede apreciar en los cuadros 1, 2 y 3 que no existe correlación entre el porcentaje de humedad relativa del grano con res-

pecto a la humedad relativa del medio ambiente exterior y la humedad relativa del área de secado.

- d. El límite superior de control L.S.C. y el límite inferior de control L.I.C., de temperaturas del proceso de secado
  - En el anexo I, en las tablas 1, 2, 3 y 4, se presentan también los límites inferiores y límites superiores de control de temperaturas tanto de medias como de rangos del proceso de secado, que resultaron de la aplicación de los gráficos de control (Anexo III) de las pruebas realizadas en los dos beneficios de café, en donde se puede apreciar que:
  - Sólo el proceso de la prueba 1 en la secadora número 12 aplicado en el beneficio Ánimas esta bajo control.
  - En todos los demás casos el proceso de secado esta fuera de control.
- e. Su repercusión en el costo-beneficio de operación
  - El análisis costo/beneficio es el proceso de colocar cifras en pesos en los diferentes costos y beneficios de una actividad. Al utilizarlo podemos estimar el impacto financiero acumulado de lo que queremos lograr. Se utiliza al comparar los costos y beneficios de las diferentes decisiones. Un análisis de costo/beneficio por si solo puede ser una guía no clara para tomar una buena decisión. Existen otros puntos que deben ser tomados en cuenta como la seguridad, obligaciones legales, satisfacción del cliente entre otras y finalmente comparar las relaciones beneficios a costos para las diferentes decisiones propuestas. Ahora bien si consideramos que los gastos de operación anuales que tiene un beneficio industrial con una capacidad instalada superior a 900 qq se estiman alrededor de \$3,700,000.00, y el beneficio esperado sobre este importe sería de \$365,560.00 que representa el 9.88 % aplicando la técnica de mejora del secado de café propuesta, sin considerar todos los demás beneficios que representarían la contratación de dos ingenieros de procesos (uno por turno) traducidos en: mejores rendimientos y calidad del café, disminución de mermas y mejora de los demás procesos del beneficiado del café, satisfacción del cliente, rompiendo con ello el paradigma del “empirismo” en el beneficiado del café que ha perdurado a través de los siglos en México. Dichas contrataciones representan un costo \$104,000.00 (la diferencia de sueldo del ingeniero de procesos que sustituye al auxiliar encargado de beneficio es de \$4,000.00 por mes, por 13 meses, por 2 ingenieros) debido a que se realiza una reestructuración de puestos como se indica en el siguiente apartado. Finalmente la relación de beneficios a costos es de \$ 3.52 de retorno por cada peso gastado ( $\$365,560.00 / \$104,000$ ). Este es un retorno positivo por lo cual vale la pena realizar el cambio en la estructura organizacional que se plantea en el siguiente apartado e implantar la mejora técnica de secado del café en los beneficios.

#### IV. CONTROL Y GESTIÓN DE LA MEJORA TÉCNICA PARA EL SECADO DEL CAFÉ

“El comportamiento organizacional es una ciencia de la conducta aplicada y, por lo mismo, se construye a partir de las operaciones hechas por varias disciplinas, tales como: la psicología, la sociología, la antropología y la ciencia política “(Mora, 2006, p.2). Cada una de estas ciencias utiliza como unidad de análisis al individuo, al grupo y al sistema organizacional. Es importante mencionar esto porque la aplicación técnica del cambio de gestión no debe realizarse sin considerar lo relativo a una buena gestión del factor humano y tener en cuenta que aunque las acciones las realiza el individuo, esta finalmente es parte de una acción colectiva que condiciona, hasta cierto grado, la acción individual. La mejora técnica propuesta a continuación implica el inicio del cambio organizacional en la agroindustria del café, en este sentido, el comportamiento organizacional aporta parte de las técnicas que pueden ayudar a facilitar los procesos del cambio organizacional, bajo el supuesto de que el cambio organizacional implica potencial resistencia en la mayoría de las veces.

Se debe resaltar que para una mejora en el proceso del secado del café, la investigación ha mostrado, aparentemente, *la prioridad de la parte industrial (o determinación técnica) sobre la organizacional*, a pesar de que otras experiencias en el sector y las fuentes consultadas defienden lo contrario. No estamos en posibilidad de hacer una afirmación contundente al respecto, hasta no continuar el estudio, en un segundo momento, en que se de seguimiento a la innovación que se propuso en este estudio experimental, base de este artículo.

Hoy en día el suministro de productos y servicios de alta calidad se ha convertido en la clave del éxito para competir en los mercados internacionales. El nivel de calidad que esperan muchos de los consumidores sigue aumentando a medida que los competidores principales elevan sus normas de calidad. La agroindustria cafetalera debe ingresar a la aplicación de estas prácticas, y puede iniciarse con la implementación de la mejora técnica del secado del café, lo cual implica un cambio organizacional, que en esta ocasión inicia en la alta gerencia<sup>2</sup>; así se toma conciencia de que ya no es posible que esta agroindustria siga operando de manera empírica, por lo que deberán apoyarse en especialistas que dominen las herramientas estadísticas del control de calidad, y generar así un nuevo puesto de “ingeniero de procesos” en sustitución del “auxiliar encargado de beneficio o encargado de turno” que impactará en la estructura organizacional de los beneficios industriales de café, el cual se hará cargo del análisis y control estadístico del proceso además de absorber las funciones de secado que realiza el “encargado de secado”, y contratando en lugar de éste, a un “maniobrista” por cada turno para que apoye al ingeniero de procesos. Con esta reestructuración de funciones, se

---

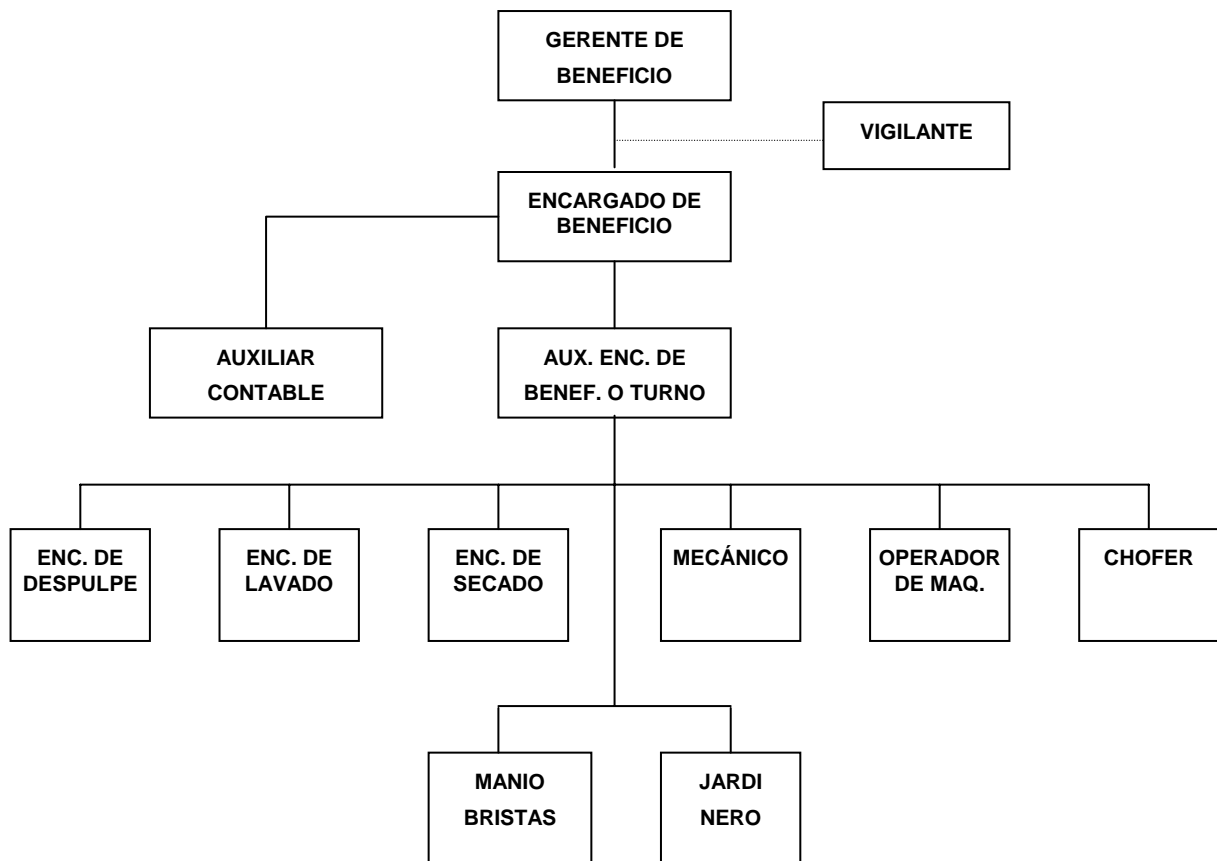
<sup>2</sup> Lo cual no necesariamente debiera ser una constancia, de acuerdo a las teorías del conocimiento y del aprendizaje organizacional o dirección horizontal en las corrientes del management, este debiera ser generado en la propia organización, indistintamente tanto de “abajo hacia arriba” como de arriba hacia abajo (Argyris y Shön, 1978). De acuerdo a estas corrientes, la propuesta de este estudio experimental y su aplicación implicaría un cambio organizacional de “arriba a abajo” con una intervención organizacional, lo cual, no es el todo compatible con los postulados del aprendizaje organizacional y de la organización flexible, puesto que el cambio no es solo de arriba abajo sino también de abajo a arriba para asegurar su éxito. Este aspecto se retomara en las conclusiones.

conserva el número de trabajadores aunque el importe de la nómina se incrementa un poco, debido a la diferencia de sueldos que existe entre los puestos de ingeniero de procesos y el de auxiliar encargado de beneficio en cada turno.

#### IV.1 Forma actual en la que se realiza la operación de secado

A continuación se describe la forma secuencial en que actualmente realizan la operación de secado los trabajadores del beneficio de café las Ánimas tanto en su parte organizacional como en la industrial.

De acuerdo a la estructura organizacional con que cuenta este beneficio, participan en el proceso de secado, el encargado de beneficio, el auxiliar de encargado de beneficio también conocido como encargado de turno, encargado de secado y maniobristas como se muestra a continuación:



Quienes realizan las operaciones en forma manual y empírica de acuerdo a la siguiente secuencia de actividades:

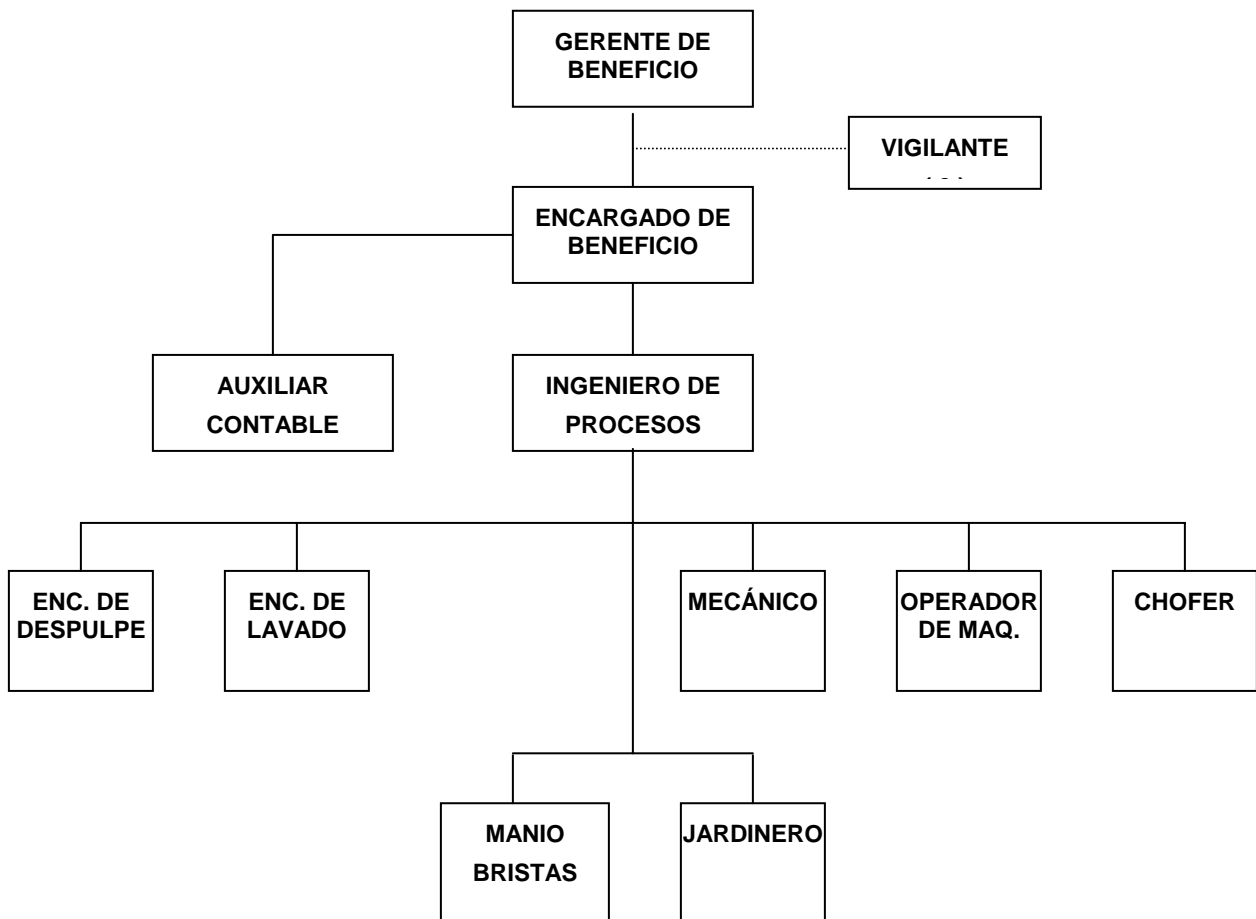
1. El encargado de beneficio supervisa que las tolvas de carga de las secadoras estén limpias, libres de polvo y café rezagado.
2. El encargado de beneficio da la instrucción al encargado de turno de llenar las tolvas de carga de cada secadora, asignándole el tipo de café escurrido correspondiente (Tipo A = altura, Tipo B = zona baja, normal y alturas).

3. El encargado de turno registra en la bitácora el tipo de café asignado a cada secadora, y anota esta información en la pizarra de la secadora.
4. El encargado de secado junto con un maniobrista alinean las 4 compuertas de la secadora contra las 4 compuertas de la tolva, y fijan la secadora con una cuerda para evitar que gire, y procedan a bajar la carga de la tolva a la secadora en forma manual, llenando así cada una de las cuatro secciones de la secadora.
5. Cuando la secadora queda llena el encargado de secado retira la cuerda con la cual se fijó la secadora, procede a arrancar el motor del ventilador y el moto reductor de la secadora, registrando en la pizarra y bitácora la fecha y hora de inicio de secado.
6. El encargado de secado a partir de las 14 o 15 horas de secado, empieza a extraer muestras de café cada hora, las frota entre sus manos hasta retirar la pajilla del café pergamino para monitorear el porcentaje de humedad relativa del grano, realizando las pruebas en forma empírica, las 3 primeras son en forma visual las siguientes son ejerciéndole presión (toma un grano de café, lo muerde y de acuerdo a la presión ejercida va determinando el grado de humedad del grano). Así mismo verifica la calidad del grano y si detecta mala calidad sigue el proceso de secado pero la reporta al encargado de turno para que se separe y clasifique correctamente.
7. El encargado de secado es el responsable de determinar el % de humedad relativa del grano del 11 % para su almacenaje, en esos momentos, para el interruptor del ventilador del aire, registra la hora de término de secado en la pizarra y bitácora.
8. El encargado de secado se asegura que el piso o la tolva de descarga de café pergamino esté limpia y libre de desechos, abre las compuertas de la secadora por cada sección para vaciar el café pergamino de la secadora que está en movimiento, una vez que el café está en el piso o tolva de descarga, detiene el moto reductor de la secadora, cubre el café con costalera y deja reposar el café pergamino durante un lapso de 6 a 8 horas.
9. El encargado de secado toma una muestra de café pergamino y la entrega al laboratorio para practicarle las pruebas de catación, y de acuerdo a la calidad del café obtenido de cada secadora, el encargado del beneficio ordena su aquintalamiento y el área o almacén en que se estibará, registra la calidad, sacos y kilos obtenidos en la bitácora correspondiente, así mismo llena la tarjeta de estibado de control del almacén.

#### IV.2 Forma propuesta para implementar la mejora técnica, control de gestión y calidad del secado del café

Ahora bien, a partir de los resultados prácticos obtenidos en el apartado anterior, podemos llegar a las siguientes recomendaciones para mejorar el desempeño de la técnica del secado del café:

La estructura organizacional que se propone para realizar el proceso de secado, es: el encargado del beneficio, ingeniero de procesos (en funciones) y maniobristas. Es decir se conserva al encargado de beneficio, el ingeniero de procesos sustituye al encargado de turno, desaparece la figura tradicional de encargado de secado y entra en apoyo un maniobrista por turno, reduciendo la estructura organizacional en un puesto, como se muestra a continuación:



### IV.3 Actividades previas a la implementación de la mejora técnica del secado

Para aplicar esta mejora se tienen que realizar las siguientes actividades previas a su implementación, de las que el encargado del beneficio y el ingeniero de procesos en funciones son responsables.

1. Conocer la organización de trabajo en la operación del secado, observando la forma en que la realizan las actividades, y proponer la mejor manera para hacerlas mediante la investigación cualitativa.

Para llevar a cabo este paso es necesario considerar que la organización del trabajo es sumamente importante en los beneficios de café y en cualquier empresa, pues de ella depende que las actividades encargadas a cada área de trabajo, estén perfectamente balanceadas respecto al número de trabajadores que en ella laboran y al grado de dificultad para realizarlas correctamente en tiempo y forma, por lo que es necesario hacer un análisis a este respecto, y enterarse de cómo se organizan actualmente en cada beneficio al realizar la operación de secado, la cual indicará si se está realizando de manera correcta y si no, proponer la forma de cómo hacerlo. Para lograr este objetivo se recomienda hacer uso de algunas técnicas cualitativas, como son: la observación participativa, aplicada a los operarios del beneficio, para corregir algunos vicios de trabajo o ceguera de taller que impiden al trabajador ser más eficiente y eficaz, hacer uso de la entrevista aplicada con objetividad, habilidad y a profundidad a los mandos medios y superiores obteniendo información que nos permita identificar lo que el entrevistado oculta pero que no tiene conciencia de lo que sabe, así como revisar la estructura organizacional y el análisis de puestos para tener un panorama completo de la situación actual organizacional del beneficio.

2. Analizar las bitácoras del beneficio de café, para determinar el comportamiento del horno o caldera, secadoras y equipo en general, del área de secado por medio de técnicas estadísticas.

Para cumplir con esta recomendación es necesario revisar y analizar con detenimiento los registros y bitácoras de cosechas anteriores que se llevan en el beneficio, principalmente las del área de secado, para determinar el comportamiento de la maquinaria y equipo que conforman esta área, como gasto de combustible, tiempo de secado, temperatura promedio con la que normalmente trabajan el horno o presión de la caldera, temperatura promedio de la secadora, calidad del café pergamino obtenido, tiempos muertos de operación por fallas mecánicas, tipo de mantenimiento preventivo y correctivo, número de operarios, información que hay que analizar e interpretar mediante la aplicación de métodos estadísticos, software como MINITAB y NCSS.

3. Determinar el modelo de temperatura a utilizar, para controlar el proceso y tiempo de secado del café a través de una prueba piloto de acuerdo con la técnica mostrada en el capítulo anterior (Anexo I. Cuadros 1, 2, 3, 4 y 5) mediante la investigación cuantitativa.

Con la finalidad de llevar a cabo este paso, es necesario entrevistar al encargado del beneficio de café y al encargado de turno, así como platicar con el encargado del secado del café, para informarnos con que temperatura operan normalmente el horno o la presión de la caldera y contrastarlo con la información obtenida en el paso anterior, y de esta manera determinar el modelo AFF de temperatura tipo cascada a implementar, dicho modelo se recomienda que sea con una temperatura de 10°C mayor a la temperatura con la que normalmente opera el beneficio, y trabajarlo con esta temperatura las diez primeras horas, disminuir la temperatura 10°C las siguientes diez horas, y finalmente volver a disminuir la temperatura otros 10°C durante el resto del tiempo que dure el secado, la razón principal de aplicar un modelo de temperaturas en cascada,

es para provocar una caída de temperatura en el grano, lo que en cierta forma permitirá una aireación al interior de la secadora evitando que el café empiece a sudar al estarse trabajando a una temperatura constante y consume más tiempo para llegar a su punto de secado. Por lo que se recomienda que cada beneficio deba hacer un análisis experimental similar, probando con diferentes modelos de control de temperatura hasta encontrar el más adecuado, ya que éste depende de diversos factores, como lay-out de la planta, marca de maquinaria y equipo, tiempo de antigüedad y tipo de maquinaria, y equipo entre otros, información que hay que analizar e interpretar mediante la aplicación de métodos estadísticos, software como MINITAB y NCSS.

Es importante que estas actividades previas a la operación del secado se realicen detalladamente, pues de ellas depende el éxito del modelo de temperaturas seleccionado a implementarse.

#### *IV.4 Actividades durante el secado*

##### ***Método FEM para el control del secado del café***

Ya seleccionado el modelo de temperaturas a implementar para la mejora, viene la fase de control del proceso el cual recae directamente bajo la responsabilidad del ingeniero de procesos en funciones que es la nueva figura de la estructura organizacional, los pasos a seguir son:

1. El encargado de beneficio supervisa que las tolvas de carga de las secadoras estén limpias, libres de polvo y café rezagado.
2. El encargado de beneficio da la instrucción al ingeniero de procesos de llenar las tolvas de carga de cada secadora, asignándole el tipo de café escurrido correspondiente (Tipo A = altura, Tipo B = zona baja, normal y alturas).
3. El ingeniero de procesos registra en la bitácora el tipo de café asignado a cada secadora, y anota esta información en la pizarra de la secadora.
4. El ingeniero de procesos junto con un maniobrista alinean las 4 compuertas de la secadora contra las 4 compuertas de la tolva, y fijan la secadora con una cuerda para evitar que gire, y procedan a bajar la carga de la tolva a la secadora en forma manual, llenando así cada una de las cuatro secciones de la secadora.
5. Cuando la secadora queda llena el ingeniero de procesos retira la cuerda con la cual se fijo la secadora, procede a encender el motor del ventilador y el moto reductor de la secadora, registra en la pizarra y bitácora la fecha y hora de inicio de secado.
6. El ingeniero de procesos lleva un registro de control de temperaturas de cada secadora, para controlar la variación de la temperatura del horno y de las secadoras, tomando las lecturas con intervalos de una hora (Anexo III. Formato1).



Como los beneficios carecen de este tipo de controles, es necesario implementar un formato como el presentado en el Anexo III, Formato 1, para registrar la temperatura o presión de la caldera y la temperatura de entrada del aire a la secadora, corrigiendo así de inmediato, las variaciones bruscas que con frecuencia se presentan en la operación del secado y que provocan la falta de uniformidad en el secado del grano, afectando la calidad y apariencia del mismo, dicho formato sirve a la vez como herramienta de trazabilidad en el proceso de beneficiado húmedo del café. Así mismo se recomienda que la temperatura del grano dentro de la secadora no sea superior a los 40°C y que en las áreas de secado se evite las corrientes de aire con la finalidad de obtener un secado más uniforme.

7. El ingeniero de procesos lleva un registro de control de temperaturas programada y real del horno/caldera, tiempo de secado, hora en que se efectúan las mediciones, porcentaje de humedad relativa del medio ambiente exterior es decir afuera del beneficio, temperatura en grados centígrados del aire caliente que entra a la secadora, porcentaje de humedad relativa del área donde se encuentra ubicada la secadora, porcentaje de humedad relativa del café que se encuentra en la secadora y la temperatura en grados centígrados del grano. Calcular los coeficientes de determinación y correlación, límites de control inferior y superior tanto de medias como de rangos para llevar un control eficiente y eficaz del proceso de secado del café (Anexo I). Para llevar a cabo esta actividad es necesaria la contratación de un profesional con conocimientos en control de calidad, preferentemente Ingeniero Químico para que desempeñe el puesto de “ingeniero de procesos” en funciones, que sea capaz de interpretar y controlar las variaciones de todo el proceso del beneficiado del café, desde el punto de vista del manejo y dominio de las operaciones unitarias como transferencia de calor, evaporación, flujo de fluidos, transferencia de masa, además de aplicar modelos matemáticos y diseño de experimentos con un enfoque sustentable. Para medir la humedad relativa del aire y la temperatura del grano debe utilizarse un Psicrómetro y para medir el porcentaje de humedad relativa del grano debe utilizarse un Higrómetro para granos, ambos instrumentos deben estar perfectamente calibrados y de esta forma olvidar las viejas prácticas del empirismo para determinar el punto de secado del café.
8. El ingeniero de procesos elabora un gráfico de control de temperaturas de medias y rangos (Anexo III. Formato 2), para controlar el proceso de secado del café, tomando las lecturas con intervalos de dos horas.

Aunque la técnica de los gráficos de control de medias y rangos es muy utilizada en las empresas, en la agroindustria del café aún no se ha podido implementar esta valiosa herramienta, que nos ayuda a controlar en este caso la temperatura del secado del café, mediante la determinación de los límites de control superior e inferior tanto de medias como de rangos. Por lo que se recomienda que se haga un análisis del comportamiento de los tiempos de secado de cada secadora para determinarle el

promedio de los límites de control de temperaturas con que debe operarse, apoyándose con la información obtenida en el punto 7, así como el de tener un control más estricto de la temperatura real del horno, ya que como se puede apreciar en las tablas del anexo I, existe una gran variación de la temperatura que genera que el proceso de secado se salga con frecuencia de control.

9. El ingeniero de procesos se asegura que el piso o la tolva de descarga de café pergamino esté limpia y libre de desechos, abre las compuertas de la secadora por cada sección para vaciar el café pergamino de la secadora que está en movimiento, una vez que el café está en el piso o tolva de descarga, detiene el moto reductor de la secadora, cubre el café con costalera y deja reposar el café pergamino durante un lapso de 6 a 8 horas.
10. El ingeniero de procesos toma una muestra de café pergamino y la entrega al laboratorio para practicarle las pruebas de catación, y de acuerdo a la calidad del café obtenido de cada secadora, el encargado del beneficio ordena su aquintalamiento y el área o almacén en que se estibará, registra la calidad, sacos y kilos obtenidos en la bitácora correspondiente, así mismo llena la tarjeta de estibado de control del almacén.

Para llevar a cabo con éxito estas actividades se requiere de la aplicación de medios estadísticos y de control de calidad utilizando software como MINITAB, NCSS y estudios de capacidad de proceso SPCTOOL.

## V. CONCLUSIONES

Se puede afirmar que existe una necesidad de realizar estudios multidisciplinarios que apuntalen la innovación como problema tecnológico y al mismo tiempo organizacional en particular en segmentos como la pequeña y mediana empresa, por su relevancia en el desarrollo. La necesidad de este enfoque multidisciplinario es bajo el reconocimiento de que lo tecnológico es un producto social tanto en la fase de su creación o generación como, sobre todo, en su aplicación por los cambios organizacionales que genera. Por lo tanto, las innovaciones, en cualquier circunstancia, se debe efectuar con el pleno conocimiento (del qué y para qué) y consentimiento de los miembros de la organización. De este modo se garantiza además de los efectos esperados, posibles mejoramientos en la técnica implantada o su eventual transformación ante demandas del contexto.

De este modo se puede precisar dos bloques de conclusiones: un bloque sobre los aspectos técnicos y otro sobre los aspectos organizacionales.

### A. Bloque técnico

- Sobre el carácter crítico del secado en virtud de:
  - Porque, en efecto, es la operación que consume más tiempo y recursos, en la cual queda comprobado que se pueden minimizar tiempos, recursos y costos de operación del beneficio.

- Porque es determinante en la estructura administrativa para poder generar el cambio organizacional que se requiere en la agroindustria del café: introduce la figura del de “ingeniero de procesos” (en funciones).
- Necesidad de la Innovación:
  - Porque el costo beneficio que se espera en promedio de la implementación de esta mejora técnica aplicando el método AFF de caída de temperaturas en cascada combinado con el método FEM para el control del proceso del secado del café, incorporan una disminución de 4:30 horas en el tiempo de duración del secado, que representa el 9.88 % de ahorro en el tiempo total de secado, lo que significa un ahorro equivalente en los costos de operación anuales del beneficio.
  - Así mismo queda claro que un mal secado del café afecta a la calidad del grano, por lo tanto, la innovación es una contribución al valor del producto.

## B. Bloque Organizacional

- Efectuar las modificaciones necesarias a Organigramas y procedimientos de trabajos.
  - Llevar a cabo la introducción del “ingeniero de procesos” para el control del proceso de secado, fundamento de la innovación.
  - Llevar a cabo talleres (formales e informales) para la presentación de las innovaciones con objeto de:
    - Hacer partícipes de la innovación a todos los miembros de la organización.
    - Promover la mejora técnica como parte de sus responsabilidades, interés y motivaciones de su desempeño e identidad con la empresa.

ANEXO I

PRUEBAS DE CAFÉ EN LOS BENEFICIOS: LAS ÁNIMAS Y EXPORTADORA DE CAFÉS FINOS DE COATEPEC (AMSA)

CUADRO 1. Beneficio de Café las Ánimas S.A. de C.V.

Prueba 1. Temperatura 65 °c

Fecha de inicio: 13/03/06

Fecha de término: 15/03/06

Temp. del horno ° C		Tiempo de secado Hrs.	Hr	% H.R. M.A. Exterior	SECADORA 12				SECADORA 4			
Programada	Real				Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano	Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano
						Área de secado	Del grano			Área de secado	Del grano	
65	64.2	0	13:30	70	35-30	70	18.3	28	32-38	70	18.2	28
65	65.1	4	17:30	57	68-60	65	17.7	27	58-58	54	16.8	28
65	64.9	8	21:30	76	62-60	57	16.4	29	56-56	63	16.7	29
65	66.2	12	01:30	76	59-60	75	15.5	27	56-56	63	16.0	26
65	62.2	16	05:30	91	62-59	68	14.0	25	56-55	69	15.0	26
65	65.4	20	09:30	83	65-61	62	14.5	29	52-52	63	14.3	29
65	65.1	24	13:30	55	67-63	58	13.8	30	52-52	58	13.7	28
65	64.4	28	17:30	68	65-62	76	11.8	30	53-52	69	13.7	28
65	64.4	32	21:30	83	65-62	59	11.9	31	55-54	65	13.4	30
65	64.8	36	01:30	68	65-62	47	11.1	34	54-54	55	12.8	31
65	64.9	40	05:30	82	64-60	62	7.9	36	54-54	57	12.0	31
65	65.1	42:30:00	08:00	72	65-60	56	7.3	36				
65	65.1	44	09:30	62					52-52	52	10.6	28
65	64.5	48	13:30	73					53-53	63	9.6	30
65	64.5	49:00:00	14:30	87					53-53	71	8.6	29
<b>Suma</b>	<b>970.8</b>			<b>1103</b>	<b>1441</b>	<b>755</b>	<b>160.2</b>	<b>362</b>	<b>1475</b>	<b>872</b>	<b>191.4</b>	<b>401</b>
<b>Promedio</b>	<b>64.72</b>			<b>73.53</b>	<b>60.04</b>	<b>62.91</b>	<b>13.35</b>	<b>30.16</b>	<b>52.67</b>	<b>62.28</b>	<b>13.67</b>	<b>28.64</b>
<b>Coe. Reg.</b>				<b>.0499</b>	<b>0.2083</b>	<b>0.1378</b>		<b>0.7269</b>	<b>0.0569</b>	<b>0.0086</b>		<b>0.1962</b>
<b>Coe. Cor.</b>				<b>-.2235</b>	<b>-.4564</b>	<b>0.3712</b>		<b>-.8526</b>	<b>- 0.2386</b>	<b>0.0929</b>		<b>-.4429</b>
<i>Medias</i>												
<b>L.S.C.</b>					<b>67.09</b>				<b>53.89</b>			
<b>Promedio</b>					<b>60.04</b>				<b>52.68</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>52.99</b>				<b>51.47</b>			
<i>Rangos</i>												
<b>L.S.C.</b>					<b>12.25</b>				<b>2.1</b>			
<b>Promedio</b>					<b>3.75</b>				<b>0.64</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>0</b>				<b>0</b>			

CUADRO 2. Beneficio de Café las Ánimas S.A. de C.V.

**Prueba 2. Temperatura 75 °c las primeras 10 hrs., 65 °c (las siguientes 10 hrs. y 55 °c el resto.**

Fecha de inicio: 20/03/06

Fecha de término: 22/03/06

Temp. del horno ° C		Tiempo de secado Hrs.	Hr	% H.R. M.A. Exterior	SECADORA 12				SECADORA 4			
Programada	Real				Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano	Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano
						Área secado	del grano			Área secado	Del grano	
75	74.9	0	22:00	76	70-66	62	19	27	72-69	58	19.0	28
75	75.0	4	02:00	74	71-68	82	17.4	30	74-72	62	16.7	30
75	75.3	8	06:00	60	72-68	56	16.1	31	76-72	51	15.4	31
65	65.1	12	10:00	59	57-54	47	14.5	28	58-60	49	13.8	32
65	75.1	16	14:00	54	66-62	54	13.5	30	62-60	55	13.5	31
55	65.5	20	18:00	64	65-62	59	13.8	30	58-58	59	12.9	29
55	55.6	24	22:00	77	60-55	60	12.7	30	50-50	65	12.5	30
55	55.3	28	02:00	87	59-55	69	11.3	30	50-50	69	11.6	30
55	55.1	32	06:00	79	59-55	63	10.6	32	49-49	67	11.2	30
55	55.7	36	10:00	68	59-55	58	9.1	30	47-48	52	10.5	30
55	55.3	38:00:00	12:00	51	52-50	43	8.3	33	50-50	49	10.3	32
55	54.6	40	14:00	70					51-51	54	10.0	30
55	51.2	44	18:00	27					44-42	59	8.4	31
55	54.5	44:30:00	18:30	80					50-50	64	8.1	27
<b>Suma</b>	<b>868.2</b>			<b>926</b>	<b>1340</b>	<b>653</b>	<b>146.3</b>	<b>331</b>	<b>1572</b>	<b>813</b>	<b>173.9</b>	<b>421</b>
<b>Promedio</b>	<b>62.01</b>			<b>66.14</b>	<b>60.9</b>	<b>59.36</b>	<b>13.3</b>	<b>30.09</b>	<b>56.14</b>	<b>58.07</b>	<b>12.42</b>	<b>30.07</b>
<b>Coe. Reg.</b>				<b>0.0131</b>	<b>0.7247</b>	<b>0.16</b>		<b>.4520</b>	<b>0.8067</b>	<b>0.0109</b>		<b>0.0014</b>
<b>Coe. Cor.</b>				<b>0.1146</b>	<b>.8513</b>	<b>0.40</b>		<b>-.6723</b>	<b>0.8982</b>	<b>-.1044</b>		<b>-.0380</b>
<b>Medias</b>												
<b>L.S.C.</b>					<b>60.91</b>				<b>58.29</b>			
<b>Promedio</b>					<b>67.75</b>				<b>56.14</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>54.07</b>				<b>53.99</b>			
<b>Rangos</b>												
<b>L.S.C.</b>					<b>11.88</b>				<b>3.73</b>			
<b>Promedio</b>					<b>3.64</b>				<b>1.14</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>0</b>				<b>0</b>			

NOTA: Los coeficientes de regresión y correlación se determinaron con respecto al % de humedad relativa del grano.

**CUADRO 3. Beneficio Exportadora de Cafés Finos de Coatepec. S.A. de C.V. (AMSA)****Prueba 1. Temperatura 100 °c**

Fecha de inicio: 27/03/06

Fecha de término: 29/03/06

Temp. del horno ° C		Tiempo de secado Hrs.	Hr	% H.R. M.A. Exterior	SECADORA 5				SECADORA 7			
Programada	Real				Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano	Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano
						Área secado	Del grano			Área secado	Del grano	
100	62.1	0	11:30	79	56-52	83	26.6	25	48-50	62	27.5	25
100	64.6	4	15:30	66	58-54	69	25.7	26	52-50	68	26.1	25
100	72.8	8	19:30	83	62-58	87	18.3	26	61-63	84	22.7	26
100	66.1	12	23:30	83	62-58	76	17.4	25	50-58	83	16.5	24
100	76.6	16	03:30	87	81-88	76	15.5	24	80-84	83	16.1	25
100	66.9	20	07:30	82	64-60	83	14.6	25	68-66	91	15.2	24
100	74.4	24	11:30	57	71-66	57	13.2	30	63-68	77	14.1	29
100	89.9	28	15:30	76	80-74	60	13.1	29	70-72	70	13.4	29
100	78.3	32	19:30	82	66-62	80	11.9	30	56-60	73	13.3	30
100	98.0	36	23:30	91	80-77	77	11.2	30	70-75	76	11.5	29
100	104.0	40	03:30	91	88-80	84	9.8	31	80-84	77	11.1	29
100	90.4	42:40:00	06:10	91	79-69	77	8.9	33				
100	70.7	44	07:30	21					79-82	70	10.7	32
100	91.4	48	11:30	70					82-80	57	8.4	36
100	74.1	48:45:00	12:15	70					80-78	53	7.8	36
<b>Suma</b>	<b>1180.3</b>			<b>1129</b>	<b>1645</b>	<b>909</b>	<b>186.2</b>	<b>334</b>	<b>1909</b>	<b>1024</b>	<b>214.4</b>	<b>399</b>
<b>Promedio</b>	<b>78.68</b>			<b>75.26</b>	<b>68.54</b>	<b>75.75</b>	<b>15.51</b>	<b>27.83</b>	<b>68.17</b>	<b>73.14</b>	<b>15.31</b>	<b>28.5</b>
<b>Coe. Reg.</b>				<b>0.1721</b>	<b>0.5366</b>	<b>0.0051</b>		<b>0.5224</b>	<b>0.6221</b>	<b>0.0341</b>		<b>0.5547</b>
<b>Coe. Cor.</b>				<b>-.4148</b>	<b>-0.7325</b>	<b>0.0715</b>		<b>-.7228</b>	<b>-0.7887</b>	<b>0.1845</b>		<b>-.7448</b>
<b>Medias</b>												
<b>L.S.C.</b>					<b>78.41</b>				<b>74.67</b>			
<b>Promedio</b>					<b>68.54</b>				<b>67.82</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>58.67</b>				<b>60.97</b>			
<b>Rangos</b>												
<b>L.S.C.</b>					<b>17.16</b>				<b>11.9</b>			
<b>Promedio</b>					<b>5.25</b>				<b>3.64</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>0</b>				<b>0</b>			

**CUADRO 4. Beneficio Exportadora de Cafés Finos de Coatepec. S.A. de C.V. (AMSA)****Prueba 2. Temperatura 100 °c las primeras 10 hrs., 90 °c las siguientes 10 hrs. y 80 °c el resto****Fecha de inicio: 03/03/06****Fecha de término: 05/03/06**

Temp. del horno ° C		Tiempo de secado Hrs.	Hr	% H.R. M.A. Exterior	SECADORA 5				SECADORA 7			
Programada	Real				Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano	Temp. ° C de entrada	% H. R.		Temp. ° C del grano
						Área secado	Del grano			Área secado	Del grano	
100	100.9	0	10:00	68	68-64	75	26.8	29	55-64	76	27.4	22
100	83.9	4	14:00	76	72-70	71	22.8	30	72-70	74	23.7	28
100	89.6	8	18:00	77	81-74	78	17.5	30	70-74	71	18.1	29
90	97.3	12	22:00	83	84-78	69	15.6	34	70-76	75	16.0	33
90	61.0	16	02:00	91	58-54	86	15.2	30	61-90	79	15.2	29
90	31.0	20	06:00	86	32-32	90	14.2	27	30-30	82	14.8	26
80	69.5	24	10:00	60	68-62	55	13.7	30	60-62	61	14.3	25
80	64.1	28	14:00	64	66-60	63	12.4	31	52-56	60	13.4	29
80	74.8	32	18:00	83	57-62	61	12.2	31	56-60	61	12.8	31
80	74.0	36	22:00	81	68-68	83	11.2	30	70-66	76	12.2	30
80	68.8	40	02:00	90	68-62	74	9.5	30	60-64	67	11.0	29
80	46.5	44	06:00	80	46-42	66	7.5	27	52-49	74	9.6	25
80	55.0	46:35:00	08:35	80	54-50	81	7.5	23				
80	73.0	48	10:00	75					52-56	83	9.2	27
80	49.8	52	14:00	75					50-56	65	8.0	31
80	83.4	52:45:00	14:45	83					50-56	72	7.3	33
<b>Suma</b>	<b>1122.6</b>			<b>1252</b>	<b>1600</b>	<b>952</b>	<b>186.1</b>	<b>382</b>	<b>1789</b>	<b>1076</b>	<b>213</b>	<b>427</b>
<b>Promedio</b>	<b>70.16</b>			<b>78.25</b>	<b>61.53</b>	<b>73.23</b>	<b>14.31</b>	<b>29.38</b>	<b>59.63</b>	<b>71.73</b>	<b>14.2</b>	<b>28.46</b>
<b>Coe. Reg</b>				<b>0.0952</b>	<b>0.1611</b>	<b>0.0035</b>		<b>0.1074</b>	<b>0.1211</b>	<b>0.0281</b>		<b>0.2249</b>
<b>Coe. Cor.</b>				<b>-.3085</b>	<b>0.4013</b>	<b>0.0592</b>		<b>0.3277</b>	<b>0.3481</b>	<b>0.1676</b>		<b>-.4742</b>
<b>Medias</b>												
<b>L.S.C.</b>					<b>69.35</b>				<b>70.54</b>			
<b>Promedio</b>					<b>61.54</b>				<b>59.63</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>53.73</b>				<b>48.73</b>			
<b>Rangos</b>												
<b>L.S.C.</b>					<b>13.57</b>				<b>18.95</b>			
<b>Promedio</b>					<b>4.15</b>				<b>5.8</b>			
<b>L.I.C.</b>					<b>0</b>				<b>0</b>			

**CUADRO 5**  
**Resumen comparativo entre la prueba 1 y la prueba 2**

Beneficio	Secadora 12				Secadora 4				Promedio Total	
	Prueba 1 horas	Prueba 2 horas	Diferencia		Prue- ba 1 horas	Prueba 2 horas	Diferencia			
			Horas	%			Horas	%	Horas	%
Ánimas	42:30	38:00	- 4:30	- 9.18	49:00	44:30	- 4:30	-10.58	- 4:30	- 9.88
	Secadora 5				Secadora 7					
Exportadora	42:40	46:35	+ 3:55	+ 8.39	48:45	52:45	+ 4:00	+ 7.58	+ 3:57:30	+ 7.98



## ANEXO II

**RESULTADOS DE CATACIÓN DE LAS PRUEBAS REALIZADAS EN LOS BENEFICIOS DE CAFÉ: LAS ÁNIMAS Y EXPORTADORA DE CAFÉS FINOS DE COATEPEC (AMSA)**

**CUADRO 6. Beneficio de Café las Ánimas S.A. de C.V.  
Resultados de catación**

Concepto	Prueba 1		Prueba 2	
	Secadora 4	Secadora 12	Secadora 4	Secadora 12
Procedencia	AMSA Ánimas	AMSA Ánimas	AMSA Ánimas	AMSA Ánimas
Tipo de café	Pergamino	Pergamino	Pergamino	Pergamino
Calidad	Prima lavado	Prima lavado	Prima lavado	Prima lavado
Catación	6 tazas sanas	6 tazas sanas	6 tazas sanas	6 tazas sanas
Aspecto	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Tamaño	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano
Tueste	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Mancha %	6 %	6 %	6.5 %	6.5 %
Capulín %	0 %	0 %	0 %	0 %
Rendimiento	55.933	55.933	55.744	55.744
Humedad %	13 %	10.3 %	11.5 %	11.5 %
Fecha	15/03/06	15/03/06	22/03/06	22/03/06

**CUADRO 7. Beneficio Exportadora de Cafés Finos de Coatepec S. A. de C.V (AMSA)  
Resultados de catación**

Concepto	Prueba 1		Prueba 2	
	Secadora 5	Secadora 7	Secadora 5	Secadora 7
Procedencia	Coatepec, Ver.	Coatepec, Ver.	Coatepec, Ver.	Coatepec, Ver.
1	Pergamino	Pergamino	Pergamino	Pergamino
Calidad	Extra prima	Extra prima	Extra prima	Extra prima
Catación	6 tazas sanas	6 tazas sanas	6 tazas sanas ligeramente ásperas	5 tazas sanas y 1 agria
Aspecto	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Tamaño	Mediano	Mediano	Mediano	Mediano
Tueste	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Mancha %	5 %	6 %	6.8 %	7.5 %
Capulín %	0.4 %	0.5 %	1.0 %	1.0 %
Rendimiento	56.79	57.07	56.93	56.93
Humedad %	13 %	10.5 %	10.6 %	11 %
Secada	634	633	665	664
Fecha	29/03/06	29/03/06	05/04/06	05/04/06

**ANEXO III. FORMATOS**

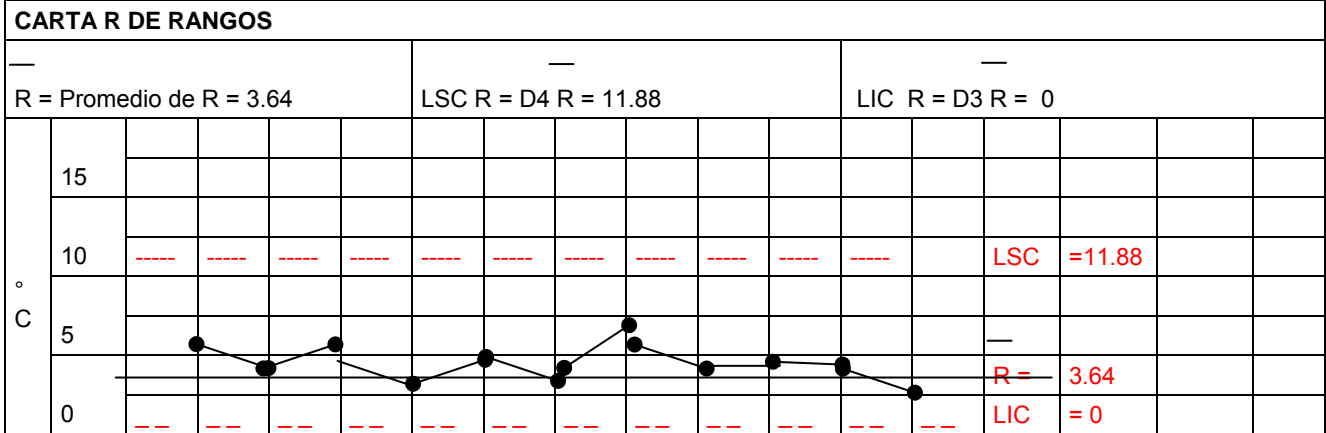
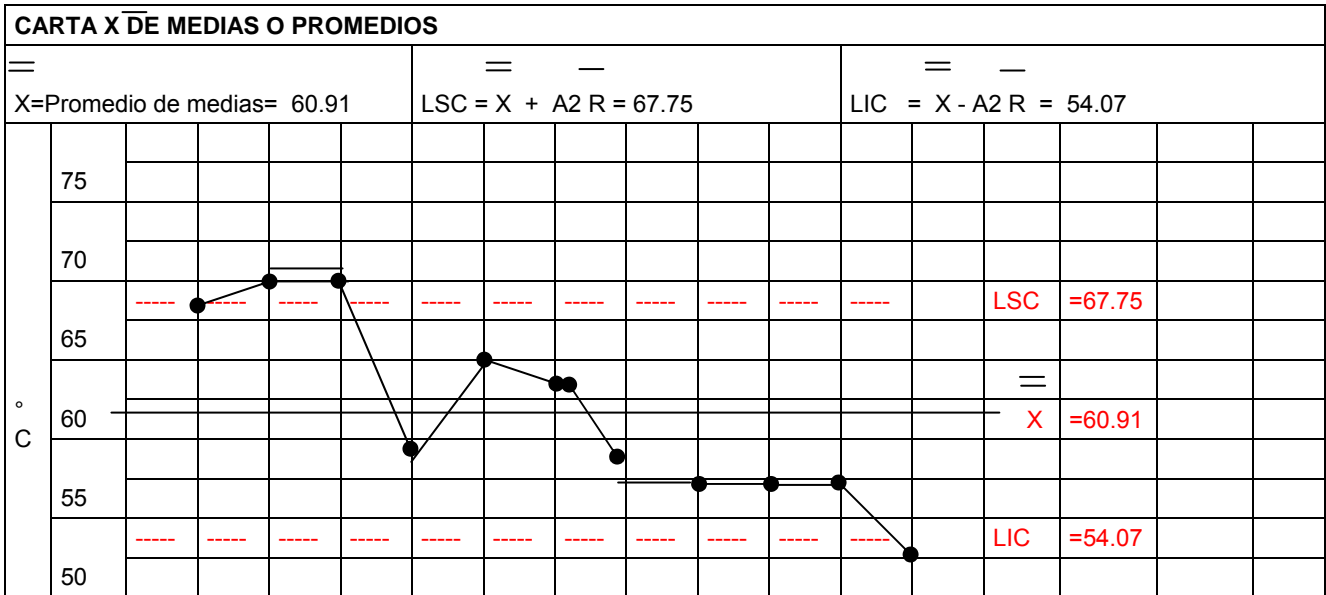
**FORMATO 1. CONTROL DE TEMPERATURAS DE SECADO POR SECADORA**

No.				Área Despulpe							Área Secado					Tem 100 °c <u>24</u> de <u>Marzo</u> de <u>2006</u>								
Fo lio	S e c.	R T o.	Se- ca- da	Tan que	Tipo café	Fermentación					Tipo café	Secado				Temp. del horno o Presión Kg/cm2								
						Fecha				Tot. Hr.		Fecha			Tot. Hr.	Temp. secadora: izquierdo-derecho								
						Inicio	Hr.	Término	Hr.			Inico	Hr.	Término		Hr.	Hr.	22:00	23:00	24:00	1:00			
34 456	1	25	634	11	A-B	24/03/06	13:20	25/03/06	14: 20	25	Esc. A-B	27/03/06	11:30	29:03/06	6:10	42: 40	74.9 ° C	74.9 ° C	68.4 ° C	61.4 ° C	72-69	74-72	66-64	62-62
34 457	2	25	633	7	B	22/03/06	11:45	23/03/06	11: 45	24	Esc. B	27/03/06	11:30	29/03/06	12:15	48: 45	74.9 ° C	74.9 ° C	68.4 ° C	61.4 ° C	70-66	72-69	65-62	63-60

Temperatura <u>100</u> °c de <u>Marzo</u> de <u>2006</u>																
Temperatura del horno ° c, o Presión de la caldera Kg/cm2																
Temperatura de la secadora: termómetro izquierdo – termómetro derecho																
	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	8:10	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
1	75° C	74.9 ° C	75.2 ° C	75.5° C	75.3°C	75.1°C	75.4 ° C	63.2 ° C	53.6 ° C	66 ° C	65.8 ° C	59.9 ° C	67.1 ° C	75.1° C	65 ° C	67 ° C
	74-72	75-72	76-73	76-72	76-72	75-72	76-74	66-64	56-54	58-60	62-60	54-54	62-62	62-60	59-58	61-60
2	75° C	74.9 ° C	75.2 ° C	75.5° C	75.3°C	75.1°C	75.4 ° C	63.2 ° C	53.6 ° C	66 ° C	65.8 ° C	59.9 ° C	67.1 ° C	75.1° C	65 ° C	67 ° C
	71-68	72-68	72-69	72-69	72-68	72-68	72-68	57-53	56-52	57-54	66-62	58-58	69-65	66-62	67-63	70-67

**FORMATO 2. GRÁFICO DE CONTROL DE TEMPERATURAS DE MEDIAS Y RANGOS**

BENEFICIO: Las Ánimas	DEPTO: Producción	OPERACIÓN: Secado	ESPECIFICACIÓN: Prueba 2: 75-65-55°C	CARACTERÍSTICA: Temperatura ° C
MAQ. No.: 12	FECHAS: DEL 20 AL 22/03/06	TAMAÑO DE LA MUESTRA: 2	FRECUENCIA: Cada 4 horas a partir de las 22:00 del día 20/03/06	RESPONSABLE: Ing. Fco. Espinosa M.



<b>FECHA</b>	20	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22				
<b>HORA</b>	22	02	06	10	14	18	22	02	06	10	12				
<b>LECTURAS</b>	Cada 4 hrs .      Tiempo total de secado 38 hrs.														
TERMÓMETRO	IZQ.	70	71	72	57	66	65	60	59	59	59	52			
	DER	66	68	68	54	62	62	55	55	55	55	50			
<b>SUMA Σ</b>	136	139	140	111	128	127	115	114	114	114	102				
<b>X=Σ/No LEC</b>	68	69.5	70	55.5	64	63.5	57.5	57	57	57	51				
<b>R=MAY-MEN</b>	4	3	4	3	4	3	5	4	4	4	2				

## REFERENCIAS

- Argirys C y Shön D. A. (1978). *Organizational Learnin: A Teory of Action Perspective* (Reading MA- Addison Wesley).
- Consejo Regional del Café de Coatepec (2006). *Memoria*. Coatepec, Ver. México.
- COVERCAFÉ Consejo Veracruzano del Café (2002). *Informe*. Xalapa, Ver. México.
- Díaz, Salvador (1991). *Informe de campamento de investigación sobre café en la selva lacandona y zona norte de Chiapas*. UACH-PIIAI-CRUO. Huatusco, Ver. México.
- Estrada, Gonzalo (1985). *La industrialización primaria (beneficio) del café en el estado de Veracruz*. Jalapa Ver. INMECAFE-Gerencia de producción industrial. México.
- INMECAFÉ Instituto Mexicano del Café (1962, 1989). *Informes*. Xalapa, Ver. México.
- Mora, Carlos. (2006). *El factor humano en la calidad y productividad* (I) Consultado el 2 de junio de 2006 del sitio Web [www.gestiopolis.com/dirgp/adm/calidad.htm](http://www.gestiopolis.com/dirgp/adm/calidad.htm) - 101k
- Pérez, Juan R. (1997). *Café: Breve historia*. Folleto Programa de Investigación y Desarrollo en Regiones Cafetaleras (PIDRCFE) de la Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- SAGARPA (2006). *Informe*. Xalapa, Ver. México
- Consejo Veracruzano del Café (2002) *Informe*. CIESTAAM, México.
- Coste, R. (1969). *El café*. Editorial Blume, Barcelona, España.
- Delgado Carlos (1997). *El libro del Café*. Alianza Editorial. Madrid.
- González, Carlos (1996). *Calidad Total*. Mac. Graw-Hill. México.
- Haarer, A. E. (1964). *Producción moderna de café*. CECSA. México.
- Hernández, Sampieri Roberto. Fernández, Collado Carlos. Baptista Lucio Pilar. (1998). *Metodología de la Investigación*. Mc. Graw Hill. 2da. Edición, México.
- Wheat Bárbara, Mills Check and Carnell Mike (2003). *Lening Into Six Sigma. A Parable of the Journey to Six Sigma and a Leand Enterprise*. Mc Graw Hill, United States of Americ