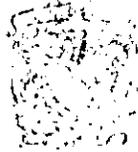


38



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES DE CIENCIAS QUIMICAS SUPERIORES CUAUTITLAN**



Departamento de Estudios Profesionales

**APLICACION DEL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESO EN LA SINTESIS DEL DISULFURO DEL TETRAMETIL TIURAM.**

279590

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**  
P R E S E N T A :  
**ENRIQUE MARQUEZ RIVAS**

ASESORA: M. en C, ELIZABETH TORIZ GARCIA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Aplicación del control estadístico de proceso en la síntesis del disulfuro de tetrametil tiuram.

que presenta al pasante: Enrique Márquez Rivas  
con número de cuenta: 7525455-1 para obtener el TITULO de:  
Químico Farmacéutico Biólogo

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 23 de Marzo de 2000

PRESIDENTE	<u>Q.F.B. Ma. del Pilar Ramos Ramos</u>	
VOCAL	<u>M. en C. Elizabeth Toriz García</u>	
SECRETARIO	<u>D.E.S.S. Rodolfo Cruz Rodríguez</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Dra. Olivia García Mellado</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Q.F.B. Hector Coss Garduño</u>	

## AGRADECIMIENTOS:

*M. en C. Elizabeth Toriz García, por su apoyo total y tolerancia infinita durante el desarrollo del trabajo de tesis.*

*Ing. Químico José Antonio Gazano, por brindar las facilidades en el trabajo experimental dentro de la empresa MICRO, S.A.*

## DEDICATORIAS:

Con infinito respeto y cariño para mis padres Enrique Márquez Garces y Elvia Rivas Briseño.

De manera muy especial, para mi abuelita Bertha Garces Saldaña.

Así como para mis hermanos Rocío Márquez Rivas y Gustavo Márquez Rivas.

Y con todo mi amor para mis hijas Beatriz Márquez García, Alessandra Márquez García y mi esposa Beatriz García Gómez.

# ÍNDICE

**ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

## **CAPITULO I**

<b>I.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1-3</b>
<b>I.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>I.3 ANTECEDENTES.....</b>	<b>5-7</b>

## **CAPITULO II**

<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>8</b>
<b>II.1 LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA QUÍMICA.....</b>	<b>8</b>
<b>II.2 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....</b>	<b>9-20</b>
<b>II.3 MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD.....</b>	<b>20</b>
<b>II.4 MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.....</b>	<b>20-21</b>
<b>II.5 MEJORAMIENTO EN LAS RELACIONESHUMANAS.....</b>	<b>21</b>
<b>II.6 SEUDO-SOLUCIONES Y NO-SOLUCIONES.....</b>	<b>21-22</b>
<b>II.7 CÍRCULOS DE CALIDAD.....</b>	<b>23-27</b>
<b>II.8 EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DEL POR QUE LOS “CÍRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD”, PUEDEN APLICARSE A CUALQUIER INDUSTRIA EN CUALQUIER PAÍS.....</b>	<b>28-30</b>
<b>II.9 UNA RESPONSABILIDAD AL DESAFÍO GERENCIAL.....</b>	<b>31</b>
<b>II.9.1 “LA CALIDAD ES INTANGIBLE, CALIDAD ES BONDAD”.....</b>	<b>31</b>
<b>II.9.2 “LA CALIDAD ES COSTOSA”.....</b>	<b>31</b>
<b>II.9.3 “LOS DEFECTOS Y ERRORES SON INEVITABLES”...32</b>	

<b>II.10 APLICACIÓN DEL PROGRAMA “CERO DEFECTOS” UN PROGRAMA DE ACCIÓN.....</b>	<b>32</b>
II.10.1 <b>INVOLUCRAMIENTO DEL DIRECTOR GENERAL..</b>	<b>33</b>
II.10.2 <b>EL EQUIPO DE MEJORÍA DE LA CALIDAD.....</b>	<b>33</b>
II.10.3 <b>MEDIDORES DE CALIDAD.....</b>	<b>34</b>
II.10.4 <b>EL COSTO DE LA CALIDAD.....</b>	<b>34</b>
II.10.5 <b>CONCIENTIZACIÓN DE LAS BASES HACIA LA CALIDAD.....</b>	<b>35</b>
II.10.6 <b>PROGRAMA DE ACCIONES CORRECTIVAS..</b>	<b>35-36</b>
II.10.7 <b>PLAN DEL “DÍA CERO DEFECTOS”.....</b>	<b>36</b>
II.10.8 <b>CAPACITACIÓN DE SUPERVISORES.....</b>	<b>36</b>
II.10.9 <b>EL DÍA CERO DEFECTOS.....</b>	<b>37</b>
II.10.10 <b>DEFINICIÓN DE METAS DE MEJORÍA.....</b>	<b>37</b>
II.10.11 <b>CORRECCIÓN DE CAUSAS DE ERROR.....</b>	<b>37-38</b>
II.10.12 <b>PROGRAMA DE INCENTIVOS.....</b>	<b>38</b>
II.10.13 <b>COMITÉ DE CALIDAD.....</b>	<b>38</b>
II.10.14 <b>REPETIR TODO EL PROGRAMA.....</b>	<b>39</b>
<b>II.11 EL HULE Y SUS PROPIEDADES.....</b>	<b>40-45</b>
<b>II.12 DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT) Y SUS CARACTERÍSTICAS.....</b>	<b>46-49</b>

### **CAPITULO III**

<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>50</b>
<b>III.1 INVESTIGACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....</b>	<b>50</b>
<b>III.2 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL.....</b>	<b>51</b>
<b>III.3 IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....</b>	<b>51</b>
<b>III.4 MATERIAL Y EQUIPO.....</b>	<b>52-54</b>
<b>III.5 REACTIVOS.....</b>	<b>55</b>

<b>III.6</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>56</b>
III.6.1	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50 % (SOSA RAYÓN).....	56
III.6.2	CONCENTRACIÓN DE LA DIMETIL AMINA AL 30%.....	56
III.6.3	CONCENTRACIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM).....	56-57
III.6.4	DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD EN LA SOLUCIÓN DEL DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM).....	57
III.6.5	DENSIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)....	57
III.6.6	CONCENTRACIÓN DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO.....	57
III.6.7	CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO AL 98%.....	58
III.6.8	GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL BISULFURO DE CARBONO Y DEL ACEITE IEQ-1552 (SE SIGUE EL MISMO MÉTODO EN AMBOS COMPUESTOS).....	58-59
III.6.9	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)...	59
III.6.10	DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE FUSIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT), POR EL MÉTODO CAPILAR.....	60
III.6.11	TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT). FINURA EN MALLA 100.....	60
III.6.12	SOLUCIÓN HUMECTANTE.....	60

## **CAPITULO IV**

<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
<b>IV.1 PROCESO INDUSTRIAL.....</b>	<b>61</b>
IV.1.1 <b>OBTENCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO (SDM)..DE..SODIO.....</b>	<b>62</b>
IV.1.2 <b>SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....</b>	<b>63</b>
<b>IV.2 INICIO DE LA APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....</b>	<b>64</b>
IV.2.1 <b>PRIMERA ETAPA.....</b>	<b>64</b>
IV.2.2 <b>SEGUNDA ETAPA.....</b>	<b>64-65</b>
IV.2.3 <b>TERCERA ETAPA.....</b>	<b>65</b>
IV.2.4 <b>CUARTA ETAPA.....</b>	<b>66</b>
<b>IV.3 VARIABLES CRÍTICAS A CONTROLAR EN EL PROCESO DE SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM POR MEDIO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....</b>	<b>67</b>
IV.3.1 <b>PRODUCCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.....</b>	<b>67</b>
IV.3.2 <b>SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT).....</b>	<b>68</b>
IV.3.3 <b>ETAPAS INTERMEDIAS.....</b>	<b>68</b>
IV.3.4 <b>VULMIC TMT.....</b>	<b>68</b>
<b>IV.4 DISEÑO DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....</b>	<b>69-74</b>
<b>IV.5 PROCESO DE SÍNTESIS EN PLANTA.....</b>	<b>75</b>
<b>IV.6 GRAFICAS DE CONTROL UTILIZADAS EN LA SÍNTESIS DEL DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM).....</b>	<b>75</b>
<b>IV.7 GRÁFICAS DE CONTROL UTILIZADAS EN LA SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT).....</b>	<b>76</b>
IV.7.1 <b>ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LAS CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....</b>	<b>76-77</b>
IV.7.2 <b>CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO PARA LA SOSA RAYÓN.....</b>	<b>78-79</b>
IV.7.3 <b>CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA DIMETIL AMINA AL 30 %.....</b>	<b>80-81</b>

IV.7.4	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL BISULFURO DE CARBONO...82-83
IV.7.5	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL TIEMPO DE REACCIÓN DEL DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO.....84-86
IV.7.6	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.....87-89
IV.7.7	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO PARA LA CONCENTRACIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.....90-92
IV.7.8	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA ALCALINIDAD DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.....93-94
IV.7.9	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA DENSIDAD DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.....95-97
IV.7.10	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO.98-99
IV.7.11	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO.....100-101
IV.7.12	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM .....102-103
IV.7.13	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL TIEMPO DE REACCIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....104-106
IV.7.14	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL TIEMPO DE CENTRIFUGADO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....107-109

IV.7.15	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL TIEMPO DE MOLIDO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....110-111
IV.7.16	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA TEMPERATURA DE SECADO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....112-114
IV.7.17	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL TIEMPO DE SECADO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....115-116
IV.7.18	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL ACEITE IEQ-1552 A 15 °C.....117-118
IV.7.19	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LOS KILOGRAMOS DEL ACEITE IEQ-1552 ADICIONADOS AL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....119-120
IV.7.20	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL TIEMPO DE MEZCLADO ENTRE EL ACEITE IEQ-1552 Y EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (SDM).....121-122
IV.7.21	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DE LA HUMEDAD DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....123-125
IV.7.22	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL PUNTO DE FUSIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....126-128
IV.7.23	CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....129-130

**CAPITULO V**

**CONCLUSIONES.....131-137**

**PROPUESTAS.....138**

**COMENTARIO FINAL.....139**

**BIBLIOGRAFÍA.....140-169**

## ABREVIATURAS

- ❖ LIC = LÍMITE INFERIOR DE CONTROL DE RANGOS  
R
- ❖ LSC = LÍMITE SUPERIOR DE CONTROL DE RANGOS  
R
- ❖ LIC = LÍMITE INFERIOR DE CONTROL DE LAS MEDIAS  
X ARITMÉTICAS
- ❖ LSC = LÍMITE SUPERIOR DE CONTROL DE LAS MEDIAS  
X ARITMÉTICAS
- =
- ❖  $\bar{x} = \bar{X}$  = MEDIA DE LAS MEDIAS ARITMÉTICAS DE CADA  
INTERVALO
- =
- ❖  $\bar{R} = \bar{R}$  = PROMEDIO DE LOS RANGOS DE CADA INTERVALO
- ❖ SDM = DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO
- ❖ TMT = VULMIC TMT = DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

## ÍNDICE DE FIGURAS

1) LO SUCEDIDO EN JAPÓN AL MEJORAR LA CALIDAD A PARTIR DE LOS 50'.....	P.11
2) PRODUCCIÓN VISTA COMO SISTEMA (YOSHI TSURUMI Y JOHN KAUS) .....	P.13
3) GRÁFICA DE CALIDAD ENTRE OCCIDENTE Y JAPÓN DESDE LA DÉCADA DE LOS 50'.....	P.15
4) INSTALACIÓN DE LOS CÍRCULOS DE CALIDAD.....	P.26
5) CÍRCULOS DE CALIDAD JAPONESES Y LA TEORÍA CIENTÍFICA .....	P.27
6) CONCEPTO TAYLORIANO CUANDO SE TRABAJA EN GRUPO.....	P.28
7) NUEVO CONCEPTO DE TRABAJO EN GRUPO.....	P.29
8) ESTRUCTURA DE UNA MOLÉCULA DE ISOPRENO.....	P.40
9) MOLÉCULA GIGANTE DE ISOPRENO.....	P.41
10) ESTRUCTURA DESARROLLADA DE UNA MOLÉCULA DE ISOPRENO.....	P.41
11) ESTRUCTURA QUÍMICA DEL HULE VULCANIZADO.....	P.42
12) ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DEL HULE NATURAL.....	P.43
13) ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DEL HULE NATURAL....	P.43
14) ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DEL HULE VULCANIZADO.....	P.44
15) ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DEL HULE VULCANIZADO.....	P.44
16) ARTÍCULOS DE HULE, EN DONDE SE UTILIZA EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM COMO VULCANIZANTE.....	P.47

17) ARTÍCULOS Y EMPAQUES DE HULE EN DONDE SE UTILIZA EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM COMO VULCANIZANTE.....	P.48
18) REACCIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (1ª ETAPA).....	P.62
19) REACCIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (2ª ETAPA).....	P.63
20) MEMBRETE DE LOS CERTIFICADOS DE MATERIA PRIMA UTILIZADOS EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.....	P.71
21) MEMBRETE DE LOS CERTIFICADOS DE ANÁLISIS .....	P.72
22) CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO UTILIZADAS EN PLANTA.....	P.73
23) EJEMPLO DE CARTA DE CONTROL ESTADÍSTICO UTILIZADA EN EL PROCESO DE SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....	P.74

## ÍNDICE DE TABLAS

- i. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.....P.49
- ii. DENSIDAD DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.....P.96

# CAPITULO I

## I.1 INTRODUCCIÓN

En **México** la necesidad de mejorar la calidad<sup>(1)</sup> dentro de la **Industria Química**,<sup>(2)</sup> es uno de los retos que se tiene en este momento.<sup>(3)</sup> Aquellas empresas que no lleguen a tener un mejoramiento en su calidad en un plazo no mayor de cinco años serán las primeras en desaparecer del mercado industrial<sup>(4,5)</sup>.

En especial hablaremos de la **Industria Hulera**<sup>(6)</sup>, que es una de las ramas más importantes dentro del área industrial de la química<sup>(7)</sup>. Para una gran cantidad de personas es tal vez desconocido que una gran parte de objetos que manejamos a diario tienen que ver con el hule.

En relación con la rama **Químico Farmacéutica**<sup>(8)</sup>, su importancia es vital, debido a que muchos de los envases que se utilizan para los medicamentos<sup>(9)</sup> tienen empaques que sellan perfectamente y que evitan el contacto con el medio exterior, como por ejemplo: los **frascos ampula, los contenedores de sueros, vacunas, soluciones oftálmicas, soluciones parenterales; cremas; dentífricos, aerosoles, etc.**<sup>(10)</sup> Y también se utilizan en **equipo quirúrgico**.

Como se puede observar la cantidad de objetos que se tienen y que de algún modo son el resultado del desarrollo de la industria hulera es muy grande. Por esta razón todas las empresas que se encuentran relacionadas con este campo empresarial<sup>(11)</sup>, decidieron que era necesario tener parámetros de calidad estándar<sup>(12)</sup> y de esta manera determinar cuales son los compuestos químicos que son confiables para utilizarse dentro de algún proceso químico industrial<sup>(13)</sup>.

En **México** a finales de la década de los **80'** y principios de los **90'**, el mercado nacional empezó a exigir mayor calidad<sup>(14)</sup> en los compuestos químicos que se estaban vendiendo dentro de la industria hulera y se hizo, además, necesaria la exportación<sup>(15)</sup> para lograr un mayor mercado<sup>(16)</sup>, sin embargo, dentro de los procesos de síntesis productiva se carecía de una calidad adecuada<sup>(17,18)</sup>.

La empresa que tomó el liderazgo<sup>(19)</sup> en el sector hulero y que determinó los diferentes parámetros de calidad que se deben tener dentro de este campo industrial fue la empresa **FORD MOTOR COMPANY**

**S. A.**<sup>(20,21)</sup>, debido a que es una de las que mayor importancia comercial tiene en esta rama industrial, porque muchos de los componentes de los automóviles están relacionados con la industria del hule, por mencionar algunos se citan a los sellos que se usan en las puertas, algunas partes mecánicas, los neumáticos, etc.<sup>(22)</sup>

Cabe señalar que debido al **Tratado del Libre Comercio**<sup>(23)</sup> entre **Estados Unidos, Canadá y México**<sup>(24)</sup>, las necesidades de calidad exigidas son las que se utilizan en el ámbito mundial, por esta razón las compañías que lo obtengan podrán vender su producto en cualquier mercado internacional<sup>(25,26)</sup>.

La principal herramienta utilizada para el mejoramiento de la calidad<sup>(27)</sup>, es el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(4)</sup>, que en **Japón**<sup>(28)</sup> hizo que las compañías a partir de la década de los **50'** dejaran de ser empresas que producían productos de muy mala calidad y obtuvieran la mejor a escala mundial en algunas ramas industriales en los **70'**, (la más conocida es dentro de la electrónica).<sup>(29,30)</sup>

A continuación se presenta la aplicación y el desarrollo del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en una microempresa<sup>(31)</sup> con el producto de mayor mercado. El compuesto utilizado es el **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)**, que es un acelerante dentro del proceso de vulcanización del hule.<sup>(32)</sup>

Debido a que el proceso de producción del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, se divide en varias etapas, la secuencia de las cartas de control implementadas será la misma.

Es necesario mencionar que el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(33,34)</sup>, involucra a todo el personal de una empresa de manera activa; ya que las cartas de control deben ser llenadas directamente por el operador en planta que se encuentra en ese momento determinando alguna característica de la materia prima o en alguna etapa de la elaboración del **TMT**<sup>(35)</sup>. Así como también lo hacen los diferentes departamentos de la compañía.

Por último es menester resaltar el hecho de que el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(36)</sup>, no sólo es una herramienta para mejorar y mantener la calidad de forma constante, tal vez lo más interesante es que se deben involucrar todas y cada una de las personas que laboren dentro de la empresa<sup>(37,34)</sup>. Es decir, es un cambio de actitud al llevar a cabo cualquier acción. El ejemplo más importante a nivel mundial lo es **Japón**<sup>(38)</sup>, que adquirió la filosofía del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, como una forma de vida<sup>(39,40)</sup>.

De acuerdo con la anteriormente mencionado, en este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

## **I.2 OBJETIVOS**

- 1. Aplicar el CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO, en la síntesis del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**
- 2. Mejorar cada una de las diferentes etapas del proceso de fabricación del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**
- 3. Obtener un compuesto con características estables y homogéneas.**
- 4. Determinar las medidas a tomar para mejorar el proceso de Síntesis del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

### **I.3 ANTECEDENTES**

El **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**<sup>(6)</sup>, es uno de los acelerantes que mayor demanda tiene dentro de la industria hulera, debido a que el acabado que le da al producto terminado es excelente, porque no se presentan perforaciones o alteraciones en la superficie.

Esto es muy importante dentro del ramo de los envases farmacéuticos<sup>(41)</sup>, porque es necesario que el compuesto químico<sup>(42)</sup> no tenga alguna contaminación con el medio externo. Lo cual solo se puede lograr con un empaque de hule que no tenga algunos de los defectos anteriormente mencionados<sup>(43)</sup>.

Desde la década de los **70'** el **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)**, se utilizaba en **México** con la sola restricción de que el punto de fusión de éste fuera mínimo de **140° C**<sup>(6)</sup>; mientras en los países más industrializados el mínimo requerido era de **152° C** (el punto de fusión del compuesto químicamente puro informado es de **153° - 156° C**).

Otro parámetro que no se tomaba en cuenta era el del porcentaje de humedad que presentaba el compuesto químico en **México**, se permitía un máximo del **1%** y en los países industrializados<sup>(44)</sup> el máximo era del **0.3 %**.

En la mayoría de los casos para aceptar el **TMT** todo se reducía a una prueba funcional que se llevaba a cabo durante el proceso de producción. Y si durante éste, sucedía algún problema, toda la producción de ese lote podía venderse a empresas en donde no existía algún control de calidad<sup>(45)</sup> y cuyos productos finales podían venderse sin problema.

Todo esto fue posible debido a que en ese momento la política de nuestro país<sup>(46)</sup> era de protección

hacia la industria nacional<sup>(47)</sup>, mediante la creación de una gran cantidad de trabas para la comercialización de los productos extranjeros<sup>(48)</sup>; además se les obligaba a todas las empresas que estuvieran en territorio nacional a consumir los productos que fueran producidos por empresas mexicanas<sup>(49)</sup>, sin importar el nivel de calidad que presentaban<sup>(50)</sup>. Todo lo anterior trajo como consecuencia la crisis tanto política como económica de los 80' y 90', que afectó a todos los sectores productivos

Además con la firma del **Tratado del Libre Comercio**<sup>(51)</sup> con **Estados Unidos y Canadá**<sup>(52,53)</sup>, se obligó a buscar un mejoramiento en la calidad en el sector industrial, debido a que los productos de los países anteriormente mencionados se empezaron a comercializar en **México**<sup>(54,55)</sup>.

Todo lo anterior provocó que muchas de las empresas nacionales<sup>(56)</sup> desaparecieran, debido a que funcionaban sin ningún control de calidad en su producción<sup>(57)</sup>.

En la actualidad es de vital importancia, para sobrevivir en el mercado industrial<sup>(58,59)</sup> el tener una calidad que esté dentro de los parámetros internacionales<sup>(60)</sup>, pero además no sólo es llegar a un nivel de excelencia<sup>(61)</sup> en la productividad, lo que tiene mayor dificultad es el mantenerla constante.

En la microempresa<sup>(62)</sup> en donde se llevo a cabo la implementación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(63)</sup>, se empezó desde el comienzo de los 90' a dar una capacitación a todas las personas que tenían

bajo su mando un departamento<sup>(64)</sup>. Y una vez que éstas adquirieron los conocimientos necesarios, implementaron una serie de cursos que han impartido a su personal de manera constante<sup>(65)</sup>.

Sin embargo la empresa<sup>(66)</sup> no se ha olvidado de que la instrucción a todos los niveles debe ser constantemente actualizada<sup>(67)</sup>.

En la actualidad las empresas nacionales<sup>(68)</sup> en su mayoría, no intentan la implementación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(69)</sup>, porque la sola concientización<sup>(70)</sup> del personal<sup>(71)</sup>, para que empiece aceptar el tener que estar en constante proceso de preparación<sup>(72)</sup>, lleva un tiempo no menor de dos años. En su mayoría simplemente se declara en quiebra<sup>(73)</sup>, cerrando las fuentes de trabajo que había creado.

En los capítulos posteriores, usted encontrará el aspecto teórico del nacimiento y desarrollo del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(74)</sup>, así como las propiedades y características del **HULE**<sup>(75)</sup>. También se describirá el proceso de **VULCANIZACIÓN EN EL HULE**<sup>(32)</sup>.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES**

#### **II.1 LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA QUÍMICA**

En la **Industria Química**<sup>(76)</sup>, hablar de calidad de un producto es mantener constantes las características tanto físicas como químicas, lo que garantiza que el compuesto siempre presentará propiedades iguales y la producción será también confiable<sup>(77)</sup>. Sin importar que pueda ser utilizado como materia prima ó como un producto final en un proceso químico.

A través del tiempo las **Empresas Químicas**<sup>(78)</sup> han visto la necesidad de obtener compuestos en los que las propiedades organolépticas, físicas y químicas esperadas en un producto químico sufran el mínimo de variabilidad, porque algunas han desaparecido debido a que su producción no tiene una calidad constante<sup>(79)</sup>. Y tal vez lo más preocupante para una empresa es cuando la calidad de lo que produce no tiene las características mínimas para poder venderse. En la actualidad se utiliza el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(80)</sup>, como herramienta básica para mantener la calidad constante.

## II.2 CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO<sup>(81)</sup>

Fue en la década de los 40', después de la segunda guerra mundial que **Japón**<sup>(82)</sup> se dio cuenta de que la calidad era un factor determinante en la competitividad comercial<sup>(83)</sup> y que era la única manera de poder resolver sus problemas tanto económicos como de desarrollo; y empezó a tomar medidas para que la calidad de sus productos fuera siempre la misma, es necesario mencionar que la mayoría de las empresas japonesas se especializaron en fabricar componentes electrónicos<sup>(84)</sup>.

La herramienta que ellos utilizaron y que hicieron su arma más importante fue precisamente el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(85,86)</sup>, sin embargo, éste no sólo puede ser utilizado dentro de las empresas que se dediquen a la producción de componentes electrónicos, ya que se puede utilizar casi a todas las actividades científicas, tecnológicas, empresariales y comerciales<sup>(87)</sup>.

Paradójicamente el creador de esto fue el **Dr. W. E. Edwards Deming**<sup>(88)</sup>, que es de nacionalidad norteamericana y que se graduó en la **Universidad de Wyoming**, sus primeras visitas a **Japón** fueron en 1947 y 1948, para trabajar con el **Dr. K. Seito** en estudios censales<sup>(89)</sup>.

Todo comenzó con una carta que le envió el **JUSE (The Union of Japanese Scientists and Engineers)**, en la que se le solicitaba visitar **Japón** y enseñar **MÉTODOS ESTADÍSTICOS** para la industria.<sup>(90)</sup>

De **Julio** a **Agosto** en el año de 1950, el **Dr. Deming**<sup>(91)</sup> enseñó la teoría elemental de las variaciones al azar y técnicas sencillas como gráficas de control a varios cientos de ingenieros japoneses<sup>(89)</sup>.

Sin embargo, el **Dr. Deming** no quiso cometer el mismo error que en los **Estados Unidos de Norteamérica**, en donde sus **TÉCNICAS ESTADÍSTICAS** fueron enseñadas dentro de las cátedras universitarias<sup>(89)</sup>.

Para ello dio varias conferencias a la alta **Dirección Empresarial Japonesa**, durante el verano de **1950** y de esta misma manera logró perpetuar las técnicas estadísticas dentro de la industria.<sup>(92)</sup>

A partir de **1948 y 1949**, la administración<sup>(93)</sup> de varias empresas japonesas observaron que al mejorar la calidad se produce inevitablemente una mayor productividad y consecuentemente en **Japón** se tomó a la calidad como una forma de vida<sup>(94,95)</sup>.

En el siguiente esquema se presenta lo que sucedió en la sociedad japonesa a partir del verano de **1950**<sup>(89)</sup>.

MEJORA DE LA CALIDAD ⇒ LOS COSTOS DISMINUYEN DEBIDO A MENOS REPROCESAMIENTO MENOR NÚMERO DE ERRORES, MENOS DEMORAS Y OBSTÁCULOS; MEJOR UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS, DEL TIEMPO Y DE LOS MATERIALES

LA PRODUCTIVIDAD MEJOR ⇒ SE CAPTURA EL MERCADO CON MEJOR CALIDAD Y PRECIOS MÁS BAJOS

SE PERMANECE EN LOS NEGOCIOS ⇒ SE PROPORCIONA TRABAJO Y MÁS EMPLEOS

FIGURA 1. LO SUCEDIDO EN JAPÓN, AL MEJORAR LA CALIDAD A PARTIR DE LA DÉCADA DE LOS 50.

Lo más importante es que todos los sectores productivos en **Japón** decidieron tomar como suya la filosofía del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(96,97)</sup>, esto se logró preparando a la gente por medio de cursos, que se impartieron tanto a nivel directivo, administrativo y obrero<sup>(98)</sup>. Además también se involucró a las autoridades<sup>(99)</sup>.

Tal vez lo más importante es que inversionistas y accionistas<sup>(100)</sup> comprendieron que no se debía presionar para obtener dividendos a corto plazo esto trajo como consecuencia una relación de firme integración entre la administración y los trabajadores<sup>(101)</sup>.

A continuación se muestra el cuadro de **Yoshi Tsurumi y John Kaus** sobre la producción vista como sistema<sup>(89)</sup>.

PROVEEDORES DE MATERIALES Y EQUIPO

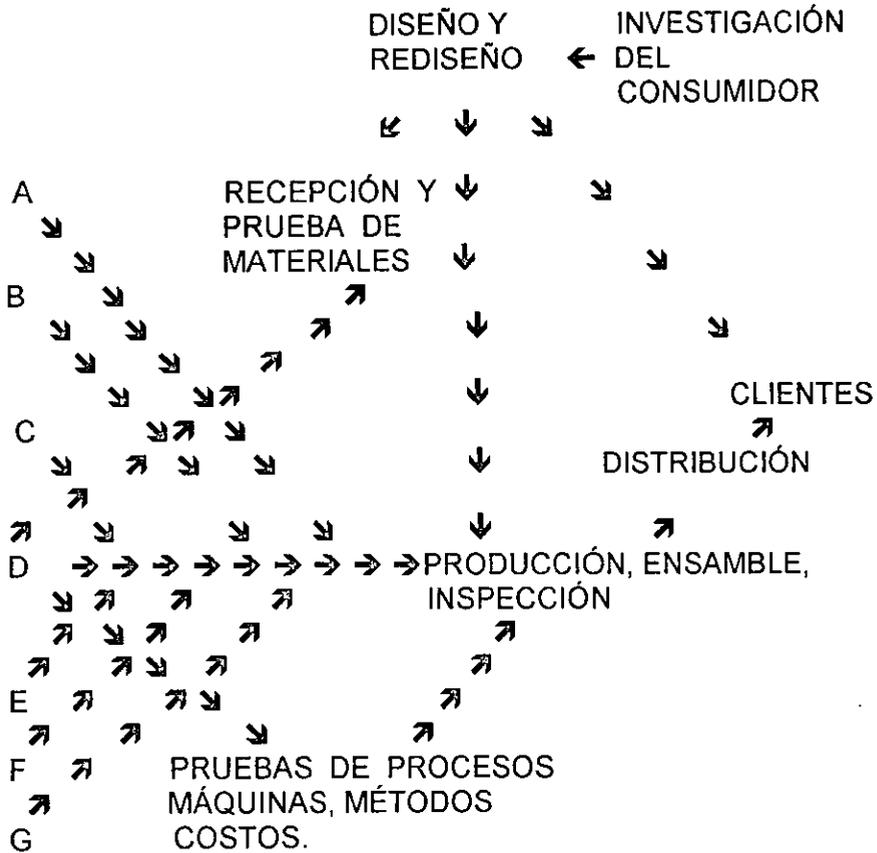


FIGURA 2 PRODUCCIÓN VISTA COMO SISTEMA. (YOSHI TSURUMI Y JOHN KAUS)

En el esquema anterior se puede observar que la producción vista como un sistema incluye desde que se reciben los materiales hasta que el producto terminado llega al consumidor<sup>(102)</sup>.

La primera vez que se utilizó esta gráfica fue en el año de **1950**, en una conferencia para ejecutivos de alto nivel. Lo que en realidad sucede cuando en la calidad a nivel empresa se involucra a todas las plantas, directivos, gerentes, ingenieros, trabajadores de producción, proveedores y a nivel nacional<sup>(103)</sup> se incluyen a todas las actividades de producción<sup>(104)</sup> y abastecimiento de servicios, diseño y rediseño de productos y servicios, instrumentación, producción, investigación de mercado; se obtiene una transformación total en todos los sectores y una nueva etapa económica<sup>(105,106)</sup>.

Es importante hacer notar que el avance que logró **Japón**<sup>(107)</sup> en los mercados internacionales, con respecto a occidente (**Alemania**<sup>(108)</sup>, **Suiza**, **Estados Unidos de Norteamérica**, etc. ); se debió a este cambio de mentalidad<sup>(109)</sup>. A continuación se muestra un esquema, del punto de partida de Japón<sup>(110)</sup> en los mercados internacionales, en los cuales tenía una reputación bien ganada en que sus productos eran muy baratos pero de pésima calidad<sup>(89)</sup>.

## CUADRO DE CALIDAD DE PRODUCTO

	1950	1960	1970	1980	1990
OCCIDENTE	62	65	67	70	73
JAPON	27	42	61	76	91

DIAGRAMA DE CALIDAD

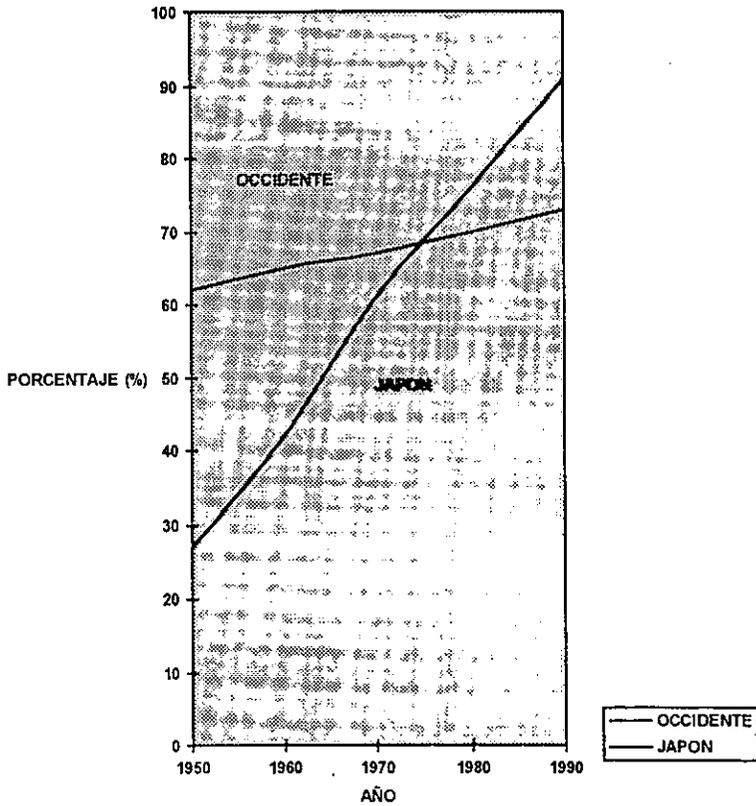


FIGURA 3. GRÁFICA DE CALIDAD ENTRE OCCIDENTE Y JAPÓN DESDE LA DÉCADA DE LOS 50.

Como se observa, después que terminó la guerra el mejoramiento de los productos japoneses fue notorio, pero fue hasta mediados de la década de los 70<sup>(111)</sup>, cuando **Japón** pudo competir con igualdad ante los países líderes y posteriormente la calidad<sup>(112)</sup> de sus productos ha seguido aumentado<sup>(113)</sup>, provocando que en occidente exista crisis frente a la competencia internacional, debido a que no puede ofrecer calidad similar<sup>(114)</sup>.

Para evitar esto la sociedad occidental<sup>(115)</sup> debe entender que se tiene que hacer un cambio radical como lo hizo **Japón**<sup>(116)</sup>, el cual puso en práctica los siguientes pasos:

1) **Un programa de entrenamiento masivo con respecto a la calidad**<sup>(117,118)</sup>.

2) **Programas anuales de mejoramiento de la calidad.**

3) **Liderazgo de la alta administración en la función de la calidad. Se empezaron a poder fabricar productos competitivos. Sin embargo, occidente no podrá empezar a competir con Japón antes de finalizar esta década, porque a ellos les llevó casi doce años entrenar a los niveles de administración y supervisión.**

**Respecto al sector "no supervisores" les tomó casi quince años.**

Pero a pesar de que occidente mejore el nivel de calidad en sus productos, la velocidad con que esto se hace no es lo suficientemente rápido, el paso japonés es más rápido<sup>(119)</sup>.

Otro factor que interviene es el de la **Idiosincrasia Occidental**<sup>(120)</sup> y que lamentablemente es un obstáculo muy fuerte, debido a que en el **Japón**, todos los niveles tomaron como suya la filosofía de la calidad llegándola a tomar como forma de vida<sup>(121)</sup> y en nuestras sociedades el nivel directivo y gubernamental<sup>(122)</sup> son los que no han aceptado del todo el que se les someta a una auditoría exhaustiva y aún creen que los objetivos de la alta administración siguen siendo diferentes a los de otros niveles jerárquicos dentro de una empresa, debido a que no se definen objetivamente las metas a las que se quieren llegar y no brindan el apoyo necesario, para poder obtener un cambio radical, dentro de la mentalidad de los trabajadores<sup>(123)</sup>, para que hagan como suya la filosofía de mejorar a cada momento y obtener así una forma de vida **"De Calidad"**<sup>(124)</sup>.

Las auditorías dentro del sistema del **Control Estadístico de Proceso**<sup>(125)</sup>, deben ser exhaustivas y periódicas, principalmente para redefinir constantemente los objetivos, además de tener un parámetro de comparación en el avance obtenido en determinado momento.

A continuación se dan como ejemplo; algunos puntos que la alta dirección debe tener como preguntas, para poder decidir cual es la meta a la que se quiere llegar<sup>(126,54)</sup>.

a) ¿Cuál debe ser la misión de calidad de la compañía?

b) ¿Cuáles son las calidades clave según los clientes?

c) Respecto a las calidades clave ¿Cuál es nuestra posición de competitividad?

d) ¿Qué oportunidades tenemos de mejorar la calidad y reducir los costos relacionados con la calidad?

e) ¿Podemos hacer mejor uso de los recursos humanos de la compañía?

f) ¿Qué amenazas se ven venir a futuro?

Lo anterior es muy importante retomarlo constantemente porque muchas compañías<sup>(127)</sup> sostienen que su misión es la calidad en todos sus niveles<sup>(128)</sup>, sin embargo, con las auditorías emergen otras áreas de política y es en donde se deben enfocar los esfuerzos de la dirección<sup>(129)</sup>.

Sin embargo, es necesario que los directivos<sup>(87)</sup> conozcan todo lo relacionado con las necesidades de los departamentos de producción<sup>(130)</sup>, para que también intervengan dentro de las decisiones que se tomen haciéndose conjuntamente con los niveles de producción<sup>(131)</sup> y de esta manera no caer en los errores de los países occidentales<sup>(132)</sup> en donde existen asuntos que nunca llegan a la alta administración como son:

•¿Deberían los productos ser diseñados con base en un uso propuesto?

•¿Deberían diseñarse con base en un uso (o abuso) real?

•¿Deberíamos tratar a los proveedores como adversarios ó como miembros de nuestro equipo<sup>(133)</sup>?

Es importante resaltar que debido al entrenamiento en todos los niveles<sup>(134)</sup>, en el **Japón** la mayoría de las funciones de calidad las hace el personal de línea<sup>(135)</sup>, a diferencia de occidente, en donde el departamento de **Control de Calidad** es grande y tienen bajo su responsabilidad una gran cantidad de funciones como son la planeación de calidad, coordinación y auditoría.

Los departamentos de **Control de Calidad** en oriente son pequeños y cuentan sólo con unas cuantas personas que tienen un selecto número de funciones<sup>(136)</sup>.

Una de las herramientas con que cuenta el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, son los **Círculos de Calidad**<sup>(137)</sup> en donde se reúnen cerca de **10** empleados de un solo departamento de la compañía, los cuales han recibido entrenamiento para resolver problemas y usan aproximadamente **1 hora** a la semana para resolver problemas relacionados con su trabajo.

Esto ha hecho que la relación, entre los trabajadores sea más estrecha y mejore durante la etapa de producción.<sup>(39)</sup> Además como los esfuerzos del grupo se unen para trabajar conjuntamente en la solución de problemas comunes, las diferencias entre unos y otros empiezan a disminuir, porque unos y otros comienzan a conocerse del porque del comportamiento de cada uno de ellos<sup>(138)</sup>.

Las compañías occidentales<sup>(139)</sup> esperan mejorar en las siguientes áreas calidad, productividad y relaciones humanas<sup>(114)</sup> con la aplicación de los círculos de calidad.

### II.3 MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

No existe la posibilidad de que el sector laboral, llegue a provocar una mejoría en la calidad de la compañía<sup>(140)</sup>, porque aspectos como la política administrativa<sup>(141)</sup>, la coordinación interdepartamental, diseño del producto, diseño de proceso y relaciones con proveedores, están fuera del alcance de los trabajadores<sup>(142)</sup>.

En Japón los círculos de calidad sólo han ayudado en un 10 % del total de la revolución total de la calidad<sup>(143)</sup>. Consecuentemente una compañía que trate de resolver sus problemas de calidad en base al concepto de los círculos de **Control de Calidad**, no está poniendo las cosas en el orden debido.

### II.4 MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Muchas de las mejorías que se han obtenido con los **Círculos de Calidad** han sido en productividad y costos, pero en el caso de las empresas occidentales esto tal vez no se obtenga en la misma proporción; porque en **Japón** los trabajadores una vez que entran a trabajar a una empresa, se quedan de por vida dentro de la organización. En la actualidad en debido a que los trabajadores en las industrias japonesas, tienen bien definido su papel los resultados han sido sorprendentes<sup>(144)</sup>.

Pero en occidente aún no puede definir precisamente cuales son los resultados que se obtendrán

con la aplicación de los **Círculos de Calidad**<sup>(145)</sup>, sólo se sabe que también los proyectos orientados a productividad son efectivos en costos totales.

## **II.5 MEJORAMIENTO EN LAS RELACIONES HUMANAS**

Según afirmaciones de algunos gerentes, el subproducto de mayor importancia que se obtiene con la aplicación de los **Círculos de Calidad**, es el mejoramiento de las relaciones entre el departamento administrativo y el obrero<sup>(146)</sup>. De acuerdo a la experiencia de las empresas japonesas, esto se debe a que se incrementa la relación de trabajo para resolver problemas comunes<sup>(147)</sup>, que garantizan a todos la sobrevivencia de fuente de trabajo<sup>(148)</sup>.

## **II.6 SEUDO-SOLUCIONES Y NO-SOLUCIONES**

En occidente la calidad de los productos se encuentra en grandes problemas, porque la acción para corregir este rezago es necesario enfrentarlo **¡ ya !**. Sin embargo se ha caído en varios caminos desviados que ha conducido a **Seudo-Soluciones y No-Soluciones** como son<sup>(89)</sup>:

- **Intentos para derrotar a la competencia no en el mercado sino en las cortes, la legislatura y la prensa.**
- **Aceptar el estado de las cosas como algo irremediable sin solucionarlas.**
- **Exhortar para "mejorar" en todos los aspectos pero, que no se toman medidas para definir proyectos, asignar claramente las responsabilidades y proporcionar apoyo.**
- **Campañas para motivar al trabajador para que haga su trabajo sin cometer errores.**

Tales campañas<sup>(149)</sup> se han enmarcado bajo varias banderas como son: cero defectos, as bien tu trabajo, no cometas errores, etc. .

Pero no han obtenido los resultados esperados porque están basadas en dos premisas totalmente defectuosas<sup>(89)</sup>.

**1. Que los problemas de calidad de la empresa son debido a errores controlables por los trabajadores.**

**2. Los trabajadores saben como hacer un trabajo perfecto, pero carecen de motivación (o interés, compenetración).**

La falla de esas campañas se debe a que el trabajador se pregunta ¿Qué debo hacer diferente de lo que estoy haciendo ahora<sup>(123)</sup>?

Sin embargo de todas las **Seudo-Soluciones** en occidente la que ha hecho más daño es la del **"Hacedor de Milagros"**<sup>(150, 151)</sup>. Un segmento de la empresa occidental ha mencionado que el milagro japonés no es totalmente nipón, por el contrario gran parte de éste se debe a dos norteamericanos que son **Deming** y **Juran**<sup>(152)</sup>, que fueron los que aleccionaron a los japoneses después que terminó la segunda guerra mundial. El **Doctor Edwards Deming** y **Joseph M. Juran** han mencionado al respecto que ellos simplemente pusieron a disposición de **Japón** las herramientas necesarias para mejorar la calidad, pero los que hicieron una realidad la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** obteniendo resultados sorprendentes fueron los japoneses<sup>(153)</sup>; también mencionan que en los países occidentales las condiciones para darse el cambio son muy diferentes a las de Oriente, porque no se tiene ni la misma ideología, ni el espíritu de sacrificio y como se trata de sociedades con una gran diversidad de culturas el cambio no puede darse igual que en **Japón**.

## **II.7 CÍRCULOS DE CALIDAD**

La implantación de los **Círculos de Calidad**<sup>(146)</sup> en todas las empresas del mundo se debe a que su origen es una administración orientada hacia la humanidad, lo anterior se logra mediante el análisis de las siguientes cuestiones<sup>(12)</sup>:

- A) ¿Cómo va a organizar la administración el ambiente, para facilitar la creación de la originalidad e ingeniosidad de los empleados en base a sus propias iniciativas y bajo una atmósfera de vida alegre de trabajo?**
- B) ¿Cómo implantar el concepto de participación e involucración para distribuir la función administrativa en la mente de cada uno de los empleados?**
- C) ¿Cómo manejar dicho concepto en un logro efectivo bajo el ambiente apropiado para cada uno de los empleados?**

A través de la disposición de dichas condiciones es como la actividad del grupo pequeño, presenta su efectividad para la administración y orientación humanitaria por medio de<sup>(154)</sup>:

- **La participación voluntaria tomando como base la decisión propia.**
- **Concientizarse de que es necesario solidarizarse con los miembros del grupo de trabajo.**
- **Tener interdependencia con los demás miembros del círculo.**
- **Aceptar que el autodesarrollo personal es a través del estudio.**

- La identificación de las capacidades de uno mismo.
- La satisfacción personal proveniente de las iniciativas espontáneas de uno mismo.

Sin embargo, para que los círculos de control de calidad sean efectivos, es necesario las siguientes contribuciones primarias para materializar las características humanitarias en la instalación de las actividades de **CÍRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD**<sup>(143)</sup>.

- ♦ Valoración y reconocimiento total de la efectividad en la actividad de los grupos pequeños, por parte de la alta dirección<sup>(155)</sup>.
- ♦ Esfuerzo y sacrificio para realizar la actividad del grupo pequeño.
- ♦ Suficiente material para el adiestramiento ó educación del grupo.
- ♦ Entrenamiento tanto dentro como fuera de la empresa para todos los niveles de la compañía.
- ♦ Instructores capacitados que estén dispuestos a sacrificarse de manera personal y que colaboren ya sea académicamente ó industrialmente.
- ♦ El círculo de calidad se centralice en una oficina y se instale un sistema de registro en tal cubículo.
- ♦ Instalación de oficina regional y distrital bajo la jurisdicción de la Oficina Central con el objetivo de difundir localmente programas de adiestramiento, programas de asesoría, conferencias sobre casos, conferencias de intercambio, programa de visitas mutuas a las plantas, etc.

♦ La recomendación de la utilización de herramientas estadísticas. Sobre todo familiarizarse con las siete herramientas del Control de Calidad, lo anterior es indispensable para el concepto de control en base de datos.

♦ La estricta aplicación del concepto de control, es ineludible la percepción completa de este concepto implícito en el ciclo: PLANEAR-HACER - REVISAR-ACTUAR.

♦ Apoyos efectivos de la administración media y baja.

♦ Consideración a los deseos de cada uno de sus empleados en cuanto a seres humanos, sin haber alguna discriminación de sus puestos en la industria.

♦ La instalación voluntaria de las actividades de los CÍRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD por su propia determinación, con un comienzo pequeño, lento y firme, ensayando los conceptos iniciales después de un adiestramiento total proporcionado por la empresa.

♦ Solución de los problemas con sus propias ideas, que se obtiene de todos los miembros a través del ciclo PLANEAR - HACER - REVISAR - ACTUAR, utilizando para ello las siete herramientas analizando los hechos ó datos. Esta última característica se logra con las teorías científicas del comportamiento tal y como se muestra en los siguientes diagramas.

# INSTALACIÓN DE CÍRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD

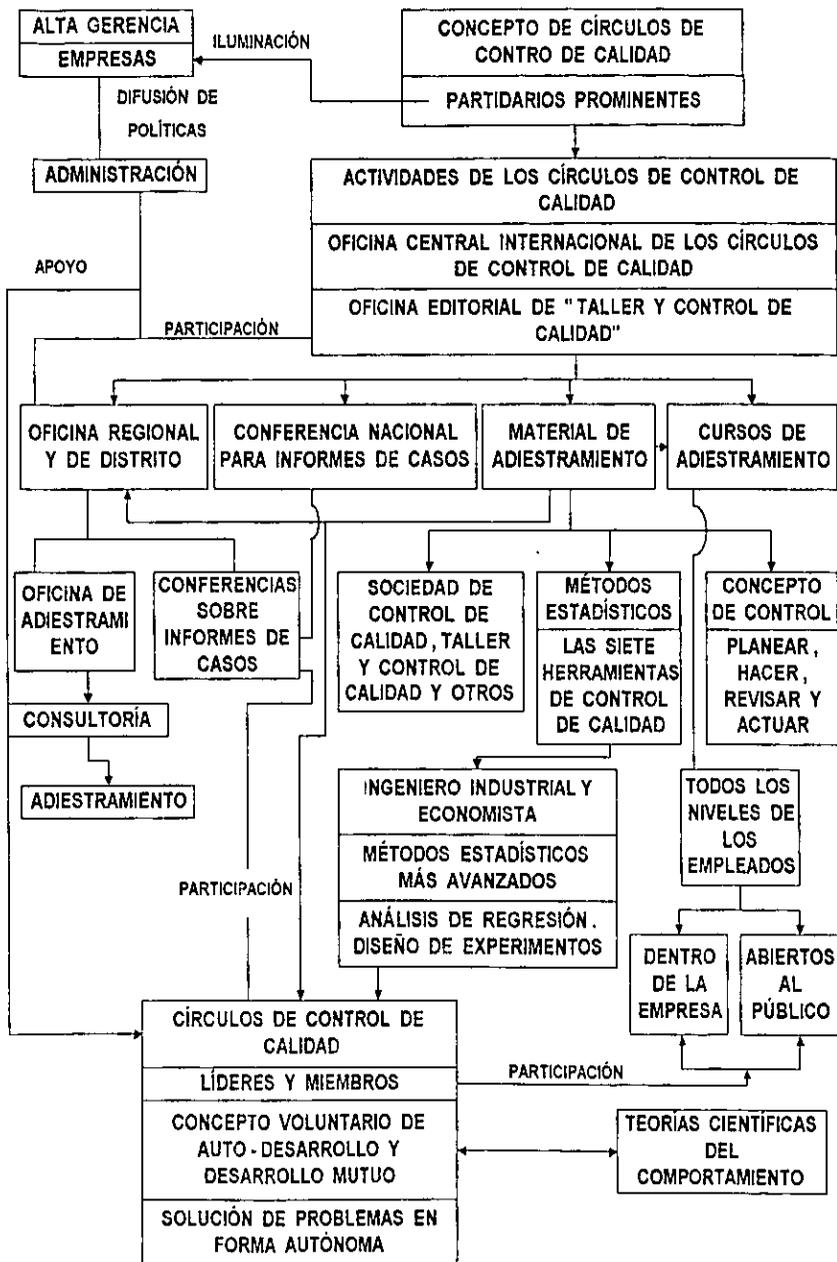
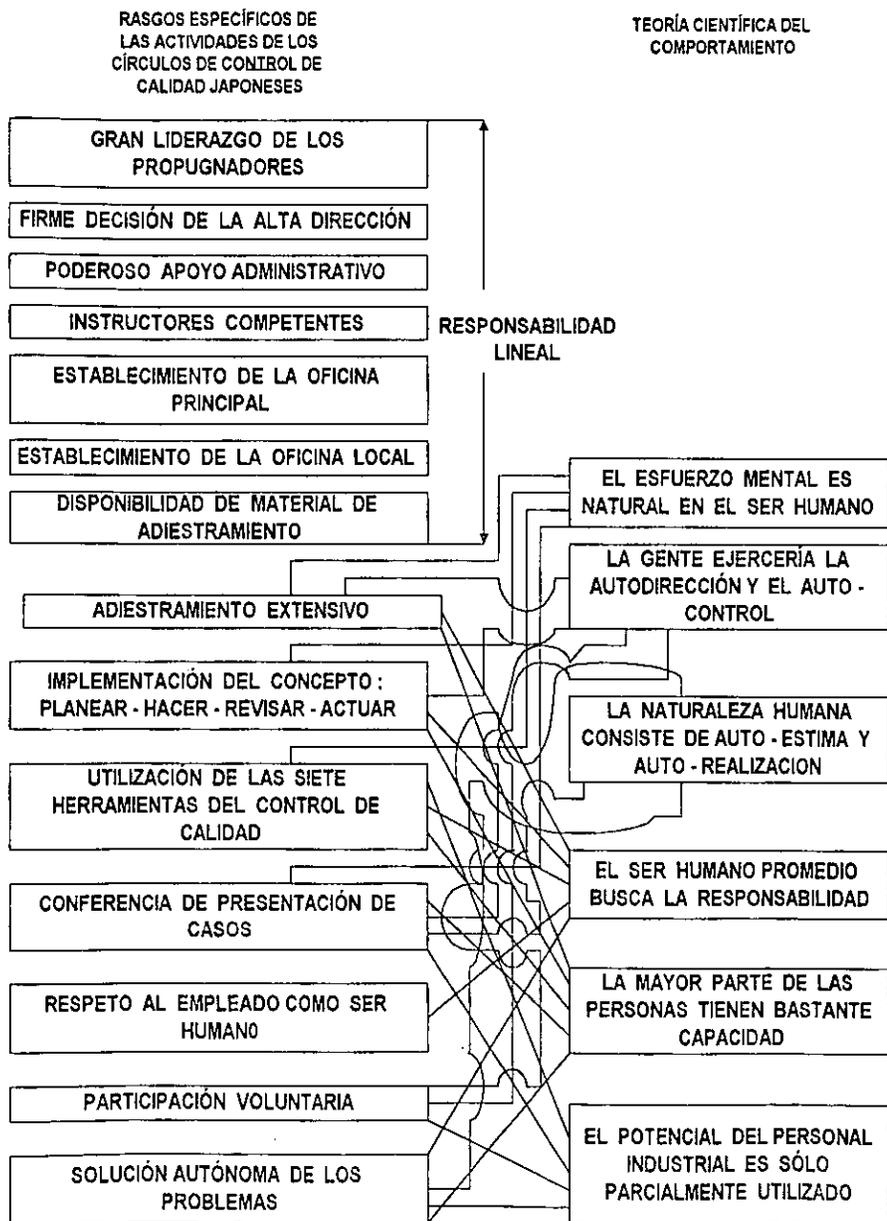


FIGURA 4: INSTALACIÓN DE LOS CÍRCULOS DE CALIDAD (89).

**RELACIÓN ENTRE LOS RASGOS  
ESPECÍFICOS DE LA ACTIVIDAD DE LOS  
CÍRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD  
JAPONESES Y LA TEORÍA CIENTÍFICA**

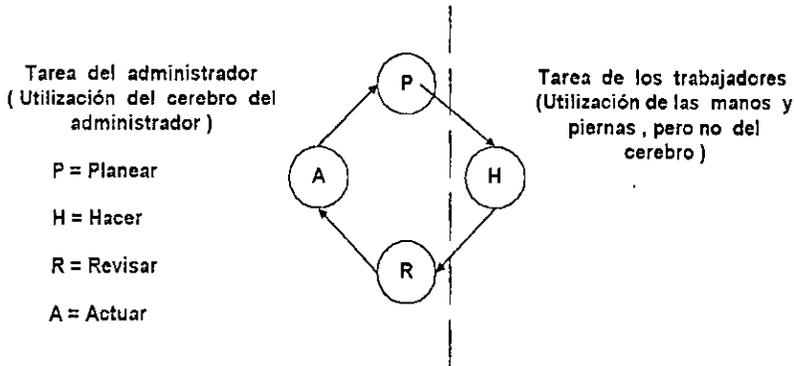


**FIGURA 5. CÍRCULOS DE CALIDAD JAPONESES Y LA TEORÍA CIENTÍFICA (89)**

## II.8 EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DEL PORQUE LOS “CÍRCULOS DECONTROL DE CALIDAD” PUEDEN APLICARSE A CUALQUIER INDUSTRIA EN CUALQUIER PAÍS<sup>(156)</sup>.

El **Profesor N. Sasaki** de la **Universidad de Sofía**, ha dedicado parte de su tiempo a analizar el concepto de **Círculo de Control de Calidad** y ha llegado a la conclusión de que posee aspectos comunes, que son implementables a cualquier industria sin importar de que país se esté hablando, lo cual es explicable con los conceptos de **Control**, es decir:

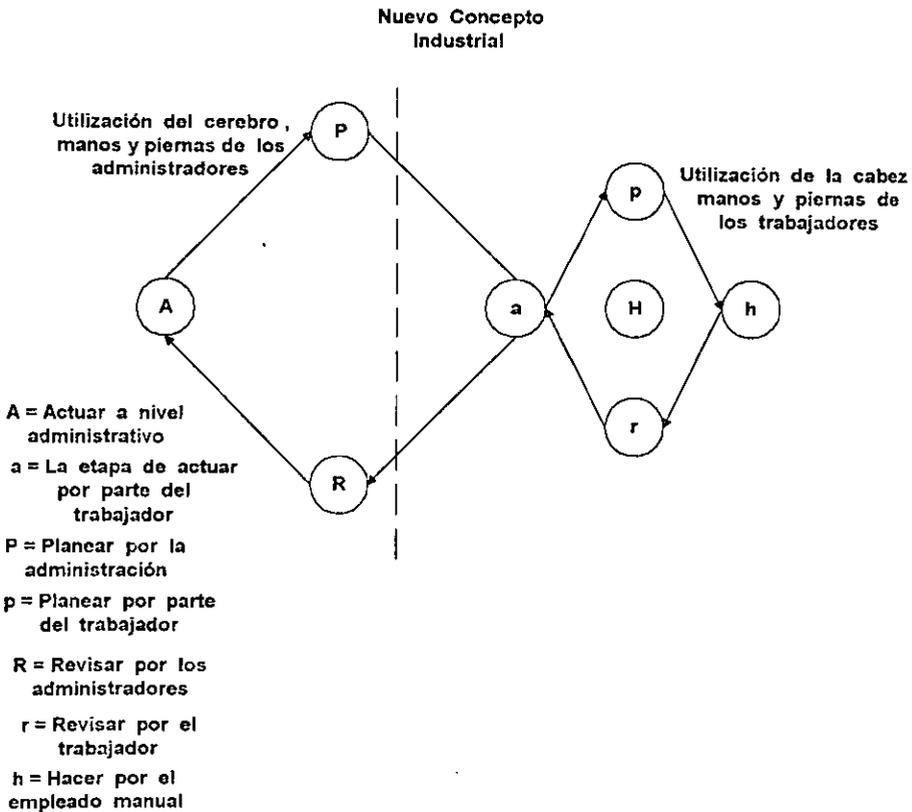
a) El concepto **Tayloriano**<sup>(89)</sup> es el que se señala en los siguientes esquemas:



**FIGURA 6. CONCEPTO TAYLORIANO, CUANDO SE TRABAJA EN GRUPO.**

Según este modelo los trabajadores no deberían usar el cerebro para efectuar su función, por lo que el trato que se les daba era similar al de engranes de una máquina.

En la actualidad, el concepto de la actividad del grupo pequeño es que, tal y como se muestra en el siguiente esquema, la etapa **H** del trabajo se organiza más de pequeñas aportaciones de **P**, **H**, **R** y **A** en el ciclo dentro de la etapa **H**, en donde las tareas se delegan y autorizan. A continuación se muestra un esquema con el nuevo concepto<sup>(157)</sup>.



**FIGURA 7. NUEVO CONCEPTO DE TRABAJO EN GRUPO**

De la característica de que en los círculos de calidad se les pide a los trabajadores que no solamente usen sus manos y piernas, sino también el cerebro y a los administradores pedirles que no sólo usen el cerebro, sino que también le den uso a sus brazos y piernas para que ellos a su vez puedan identificar los problemas de manera física y recolectar datos para poder utilizarlos en acciones futuras.

De lo anterior se deriva que los **Círculos de Calidad**, pueden ser aplicados e implantarse en cualquier país<sup>(158)</sup>, independientemente de los antecedentes culturales ó de diferencias nacionales<sup>(143)</sup>.

Es necesario mencionar que la ética oriental, tal como se muestra a continuación, es una herencia de **Mencio**<sup>(89)</sup>, ha sido difundida y aceptada en la sociedad como el núcleo moral, durante mucho tiempo: Eso significa que los conceptos intrínsecamente buenos son hermosamente alcanzados y graficados con la filosofía de los **CÍRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD**<sup>(146)</sup>. A continuación se ejemplifica con lo que se conoce como **UNA RESPONSABILIDAD AL DESAFÍO GERENCIAL**<sup>(148)</sup>.

## **II.9 UNA RESPONSABILIDAD AL DESAFÍO GERENCIAL<sup>(34)</sup>**

Hay que convencer a la dirección de que los “**Tres Mitos**”, sobre calidad son eso, simplemente cuentos, a continuación se mencionan:

### **II.9.1 “LA CALIDAD ES INTANGIBLE; CALIDAD ES BONDAD<sup>(159)</sup>”**

Si se habla de “**ALTA CALIDAD**”, calidad de exportación, producto bueno o malo, servicio excelente o pésimo.

Para cambiar nuestra actitud hacia la calidad debemos estar convencidos de que es algo real y no un concepto abstracto o filosófico.

Calidad es simplemente cumplimiento de especificaciones.

Por lo anterior la Calidad sólo tiene dos respuestas tangibles.

**Si - cumple lo especificado.**

**No - cumple la especificación.**

### **II.9.2 “ LA CALIDAD ES COSTOSA<sup>(102)</sup>”**

Hay que convencerse de que la Calidad es gratis<sup>(160)</sup>, porque nunca va a ser menos económico hacer las cosas bien a la primera, que volver a reprocesar algún producto ó armar una segunda vez un equipo.

Los que cuestan son los errores y defectos y la Calidad es gratis<sup>(161)</sup>.

### **II.9.3 “LOS DEFECTOS Y ERRORES SON INEVITABLES”**

Hemos llegado a creer que nuestros errores y defectos son algo natural y que no se pueden eliminar, sin embargo, cuando a las demás personas les notamos algún error ó defecto exigimos cero defectos de ellas, pero nosotros no somos capaces de no cometer errores. En el momento en que en nuestra vida nos exijamos calidad en todos nuestros actos, entonces podremos exigir calidad a las personas que nos rodean ya sean familiares o subalternos<sup>(125)</sup>.

### **II.10 APLICACIÓN DEL PROGRAMA “CERO DEFECTOS” UN PROGRAMA DE ACCIÓN<sup>(162)</sup>**

Este programa sólo funcionará cuando el **Empresario-Director** está plenamente convencido de la importancia de la calidad, porque sólo entonces empezará a ser eficaz y transformará paulatinamente a la empresa<sup>(73)</sup>. Recuerde que todo cambio radical es lento.

El programa que se describe a continuación, fue creado por el **Ingeniero Philip B. Crosby** para “ITT”, esta empresa reportó ahorros de **US\$ 720 millones** anuales de dólares atribuibles al mismo<sup>(89)</sup>.

Este programa propicia una concientización inicial y prosigue con una metodología específica, los doce meses siguientes, y remata con una mecánica anual de seguimiento para lograr desarrollo a largo plazo.

A continuación se describen los **14 pasos** del programa<sup>(163)</sup>:

## PASO 1

### II.10.1 INVOLUCRAMIENTO DEL DIRECTOR GENERAL

Un agente corporativo que puede ser un gerente de calidad, un ejecutivo importante<sup>(160)</sup>, debe convencer a la cabeza corporativa de que:

- a) La calidad es **"GRATIS"**.
- b) La **Falta de Calidad (defectos y errores)**, cuestan entre el **10% y el 20 %** de los ingresos por ventas.
- c) Este costo puede disminuirse en un **10 %** los primeros doce meses y hasta un **3 %** a largo plazo.
- d) El **Director General** es responsable de las estrategias de **Mercado, de la Productividad** o de la imagen corporativa.

## PASO 2

### II.10.2 EL EQUIPO DE MEJORIA DE LA CALIDAD.

Una vez convencido el **Director General**, debe llamar a sus subalternos (**Subdirectores, Gerentes**), para que:

- a) Analicen la calidad de la Empresa.
- b) Rectifiquen su actitud ante los errores y defectos.
- c) Proporcionen algunos subalternos (**3° nivel: Gerentes**), para integrar un equipo interdisciplinario de **"MEJORIA DE CALIDAD"**.
- d) Participen en la implantación del resto del programa.

Es importante hacer notar que el entusiasmo y coraje que le brinde el director general a la implantación del programa es muy importante en esta primera etapa.

## PASO 3

### II.10.3 MEDIDORES DE LA CALIDAD

Se deben definir medidores **CONCRETOS** de la calidad, primero a nivel corporativo, después por áreas y luego departamentales. Cada medidor recibirá publicidad amplia y será el control que establezca el avance de la calidad, en el programa.

## PASO 4

### II.10.4 EL COSTO DE LA CALIDAD<sup>(160)</sup>

Normalmente los gerentes estiman una merma de costo sobre ventas, debido a los errores que se cometen en planta en los diferentes departamentos antes de que el producto llegue al mercado.

Sin embargo haciendo un estudio más minucioso el precio de la **NO-CALIDAD, es de aproximadamente un 20% sobre ventas**. Esto sólo se detecta cuando se han inspeccionado cada una de las etapas, como pueden ser:

Error de surtido y reembarque, errores de crédito y cobranza, mermas y desperdicios, capacitación, computación, accidentes y seguros, rotación, robos, devoluciones y reclamaciones de clientes y proveedores; garantías, demandas oficiales, errores en el proceso, retardos en la programación de fabricación, etc. .

## PASO 5

### II.10.5 CONCIENTIZACIÓN DE LAS BASES HACIA LA CALIDAD

Convencidos los gerentes departamentales de que tiene un costo la **NO-CALIDAD** y que de aquí en adelante es su responsabilidad el producir todo con **Calidad**, ya se puede empezar a concientizar y convencer a los niveles inferiores, que hay que cambiar de actitud, haciendo las cosas bien.

Aquí es necesario que el **Director** envíe cartas personales a cada trabajador explicando la nueva actitud hacia la calidad, pegando pósters con la consigna de **"CERO DEFECTOS"**.

Platicar los gerentes con cada uno de sus subalternos, cuando se detecte algún error e investigar a fondo las causas.

En suma lo más importante ahora es cambiar la actitud tercermundista de **"AHI SE VA"** por la de **"PARA MÍ, SÓLO CALIDAD TOTAL<sup>(164)</sup>"**.

## PASO 6

### II.10.6 PROGRAMA DE ACCIONES CORRECTIVAS<sup>(165)</sup>

Al llegar a este punto se inician los **"CÍRCULOS DE CALIDAD"** ó su equivalente cada supervisor con su personal buscan remediar los errores ó defectos generados en su departamento.

Es muy importante recalcar que quien haya cometido el error sea quien lo corrija. Con esto no se quiere decir que se buscan culpables, lo que se persigue es la

concientización de la gente para que no se vuelva a cometer el error<sup>(166)</sup>.

Si algún departamento no hace nada por corregir sus errores, se le puede dar ayuda mediante **“AUDITORIA-ASESORIA”** de la calidad.

## PASO 7

### II.10.7 PLAN DEL “DÍA CERO DEFECTOS”

En el paso nueve se celebrará el **“Día de Cero Defectos”** y éste será programado por una comisión (**3 miembros**) del sub-comité del **Equipo de Mejoría** que aúne a la celebración eficacia, costo y festividad del evento.

## PASO 8

### II.10.8 CAPACITACIÓN DE SUPERVISORES

En este nivel de capacitación se persiguen 3 objetos básicos.

- a) Interesar a los mandos inferiores en el programa de **CERO DEFECTOS**, obteniendo con esto la seriedad del compromiso de la **Alta Gerencia**.
- b) Explicarles la dinámica del **Día Cero Defectos**, para que colaboren, entusiasmando de esta manera a sus subalternos.
- c) Prepararlos para que motiven y dirijan a su personal al llegar al paso 11 **“CORRECCIÓN DE CAUSAS DE ERROR”**.

## PASO 9

### II.10.9 EL DÍA CERO DEFECTOS

El objetivo de esta celebración es no seguir aceptando complacientes más defectos es decir es el fin oficial de la mediocridad.

Se debe enfatizar que no se trata de una moda pasajera a corto plazo y se confirmará que la Dirección General valora la **CALIDAD**, tanto como **REDITUABILIDAD** ó la **PRODUCTIVIDAD** y que el esfuerzo que ahora se inicia es **PERMANENTE**.

## PASO 10

### II.10.10 DEFINICIÓN DE METAS DE MEJORÍA

Cada supervisor<sup>(167)</sup> debe tener reuniones con sus subalternos y fijar metas concretas a lograr en cuanto **PREVENIR DEFECTOS**, para los próximos 30 a 90 días.

Es muy importante que las metas sean medibles, realistas y ambiciosas.

Suele ser útil establecer competencias interdepartamentales cuyo premio será el reconocimiento público al departamento ganador.

## PASO 11

### II.10.11 CORRECCIÓN DE CAUSAS DE ERROR

Se le solicita al personal que inmediatamente que perciba alguna causa de falla o defecto y que no pueda

corregir personalmente la denuncia; y su observación se envíe al **Equipo de Mejoría**, quién debe acusar recibo en 24 horas. Y se canalizarán los informes al departamento correspondiente y se vigilará que se corrijan las anomalías. Como etapa final, el equipo informará al denunciante de que su queja fue debidamente solucionada.

**Objetivo.-** Qué el personal se sienta escuchado y busque su superación<sup>(168)</sup>.

## PASO 12

### II.10.12 PROGRAMA DE INCENTIVOS

En este tipo de incentivos busca más el **RECONOCIMIENTO** que el aspecto monetario.

Pero lo que es más importante es la retroalimentación a todo el personal, mostrando los beneficios ante la **Calidad** como es: más empleos, empleos más seguros, trabajo más creativo y más satisfactorio, posiciones mejor remuneradas, mejor seguridad en el trabajo, etc.<sup>(169)</sup>

## PASO 13

### II.10.13 COMITÉ DE CALIDAD

Los "**Comités de Asesoría de Calidad**" se forman con el personal más experto, quienes son los encargados de dinamizar el **Equipo de Mejoría**.

Estos "**comités**" tienen como función mantener la agilidad y el entusiasmo original, ante la tendencia a burocratizar y mediocrizar toda innovación.

## PASO 14

### II.10.14 REPETIR TODO EL PROGRAMA

La aplicación de los **13 Pasos**, toma **12 meses**, por lo que al concluir se ha desgastado el esfuerzo concientizador y educativo original.

Por lo que es necesario repetir el ciclo con algunas nuevas adaptaciones menores, renovando al **Equipo de Mejoría**, revisar **Medidores de Calidad**, etc. .

Esta repetición anual del programa garantiza seriedad y su institucionalidad, es decir el esfuerzo hecho no fue un capricho sino un compromiso serio y sostenido<sup>(170)</sup> que genera constantemente "**CALIDAD TOTAL**"<sup>(171)</sup>".

## II.11 EL HULE Y SUS PROPIEDADES<sup>(134)</sup>

El hule es un compuesto natural que se obtiene de diferentes plantas como son el **Guayule**<sup>(172)</sup> que es originario de **México**; **Gutapercha** que crece en **Malaya, Borneo y Sumatra**; pero el hule natural más importante es originario de **Brasil** y se obtiene del árbol **Hevea brasiliensis**; este árbol produce un látex, es decir una suspensión lechosa que contiene entre el **30 a 36 %** de hule. Se obtienen **15 gramos** aproximadamente de látex por día, al hacer incisiones en el árbol. Para separar el hule, se mezcla con alcohol ó con ácido acético y el coágulo se extiende a secar al sol ó se puede también ahumar. Este compuesto que se obtiene se conoce como el hule crudo, pero para poderlo utilizar es necesario someterlo a procesos de vulcanización.

En **1826, Faraday**<sup>(173)</sup> analizó la molécula del hule natural y encontró que contenía ocho átomos de hidrógeno y cinco de carbono.

Cuando se calienta el hule y se destila se obtiene un líquido transparente, de olor picante, al que se le llama isopreno que tiene la siguiente estructura:

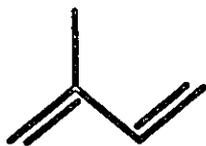


FIGURA 8. ESTRUCTURA DE UNA MOLÉCULA DE ISOPRENO.

Posteriormente **Tilden**, encontró que era una molécula gigante formada por la unión de miles de moléculas de isopreno. Como se muestra en el siguiente esquema:



FIGURA 9. MOLECULA GIGANTE DE ISOPRENO.

También puede representarse de la siguiente forma:

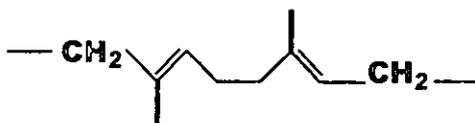


FIGURA 10. ESTRUCTURA DESARROLLADA DE UNA MOLECULA DE ISOPRENO.

Sin embargo, el hule crudo es un material relativamente elástico y tiene baja resistencia a la tensión, además, con el calor se vuelve pegajoso.

Todos estos problemas pueden ser superados mediante la adición de pequeñas cantidades de azufre, este proceso se llama **vulcanización**<sup>(174)</sup> y fue descubierto por **Charles Goodyear**<sup>(175)</sup> en **1839**. Sin embargo en la actualidad se usan otros compuestos para vulcanizar, estos compuestos tienen átomos de azufre en su molécula y cuando se mezclan con el hule natural se lleva a cabo el proceso de vulcanización. La diferencia entre un acelerante y el azufre es que la vulcanización es más rápida y las propiedades fisicoquímicas del compuesto final mejoran.

El **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)**, es un ejemplo de estos compuestos químicos que actualmente se utilizan para llevar a cabo el proceso de vulcanización.

Cuando el hule está vulcanizado, los átomos de azufre forman puentes entre las cadenas vecinas como se muestra a continuación:

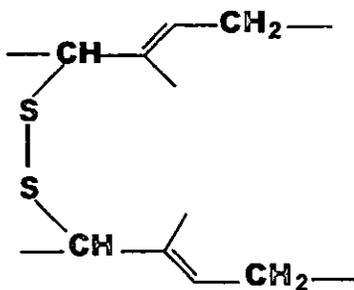


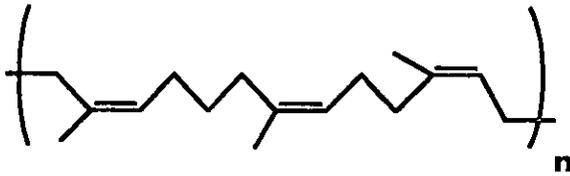
FIGURA 11. ESTRUCTURA QUÍMICA DEL HULE VULCANIZADO.

Y el hule se convierte en un material reticular o entrecruzado.

En las siguientes figuras se muestra la diferencia entre la estructura química del hule natural sin vulcanizar y cuando ya se vulcanizó.

### HULE NATURAL

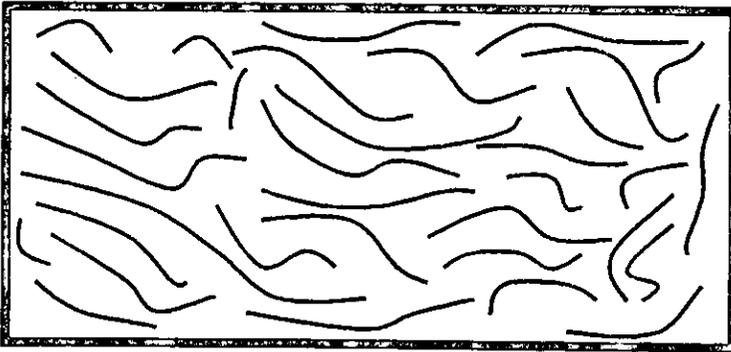
#### MICROSCÓPICO



#### Cis - 1,4 - polyisopreno

FIGURA 12. ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DEL HULE NATURAL.

#### MACROSCÓPICO



#### CIS - 1,4 - POLYISOPRENO

FIGURA 13. ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DEL HULE NATURAL.

## HULE VULCANIZADO

### MICROSCÓPICO

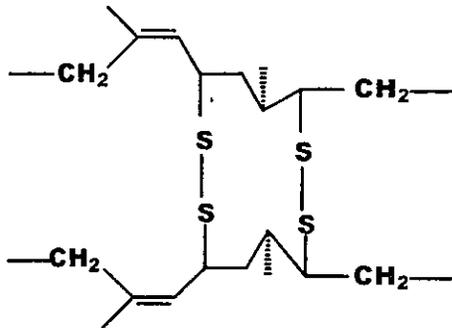


FIGURA 14. ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DEL HULE VULCANIZADO.

### MACROSCÓPICO

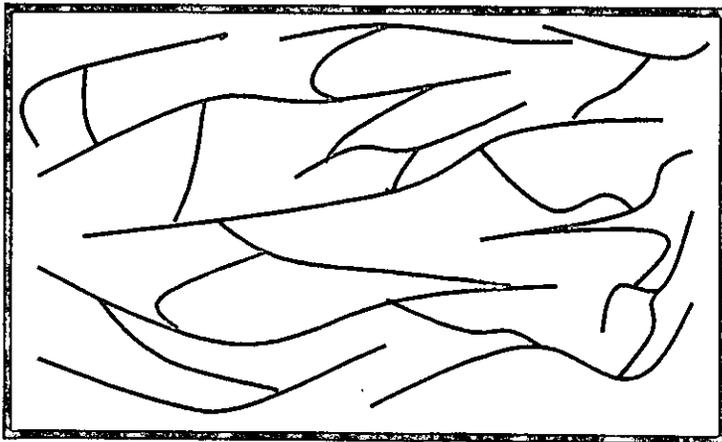


FIGURA 15. ESTRUCTURA MACROSCÓPICA DEL HULE VULCANIZADO.

La relativa elasticidad del hule crudo proviene del gran tamaño de las moléculas y de que se encuentran enrolladas.

Como el número de puentes de azufre determina la dureza del material, si la proporción azufre-hule es alta se obtiene un compuesto duro llamado ebonita<sup>(176)</sup>, por su parecido al ébano.

Debido a que la cantidad de azufre presente en el hule vulcanizado le da ciertas características fisicoquímicas, en la actualidad es muy importante determinar qué acelerante de la vulcanización se debe utilizar, debido a que una gran cantidad de productos que utilizamos a diario son de hule.

Y esta es la razón por la que las propiedades del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, son tan importantes y se presentan a continuación.

## **II.12 DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT) Y SUS CARACTERÍSTICAS**

El **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, es uno de los componentes más utilizados en la industria hulera y del plástico.

Se utiliza en la fabricación de llantas (de automóvil, bicicleta); juguetes, etc.; artículos deportivos (pelotas, tenis, aletas, visores, etc.), guantes para uso industrial y doméstico, mangueras, chupones de hule, suela de zapatos<sup>(177)</sup>, empaques de hule, etc.<sup>(178)</sup>

En la **Industria Farmacéutica**<sup>(179)</sup>, se utiliza en la fabricación de tapas de hule en los frascos ampula<sup>(180)</sup> y en empaques de hule que llevan los frascos de cualquier producto farmacéutico. (Tabletas, grageas, soluciones oftálmicas, soluciones parenterales, cápsulas, etc.)

A continuación se presentan algunos artículos en cuyo proceso de elaboración se utiliza como acelerante de la vulcanización el **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**<sup>(181)</sup>.

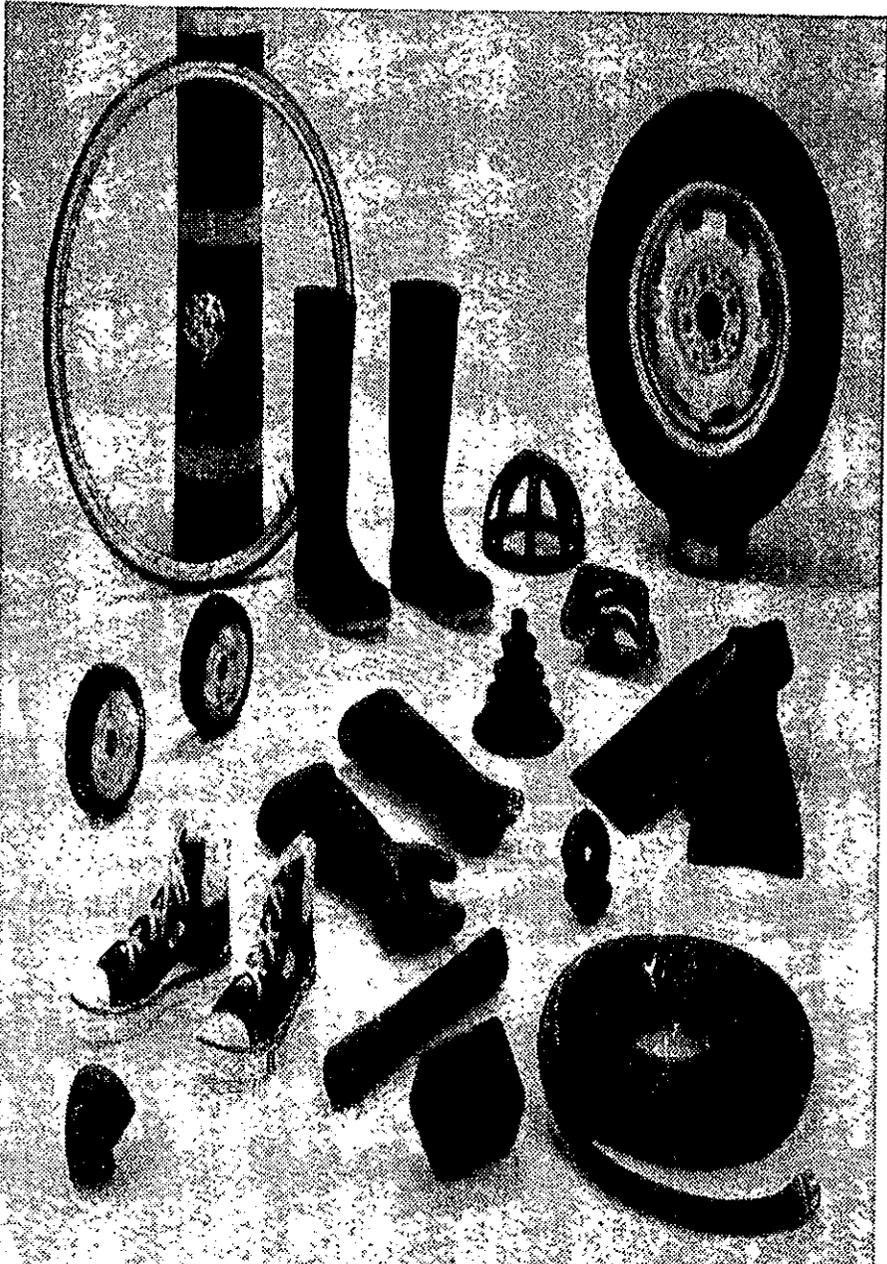


FIGURA 16. ARTÍCULOS DE HULE EN DONDE SE UTILIZA EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM, COMO VULCANIZANTE.

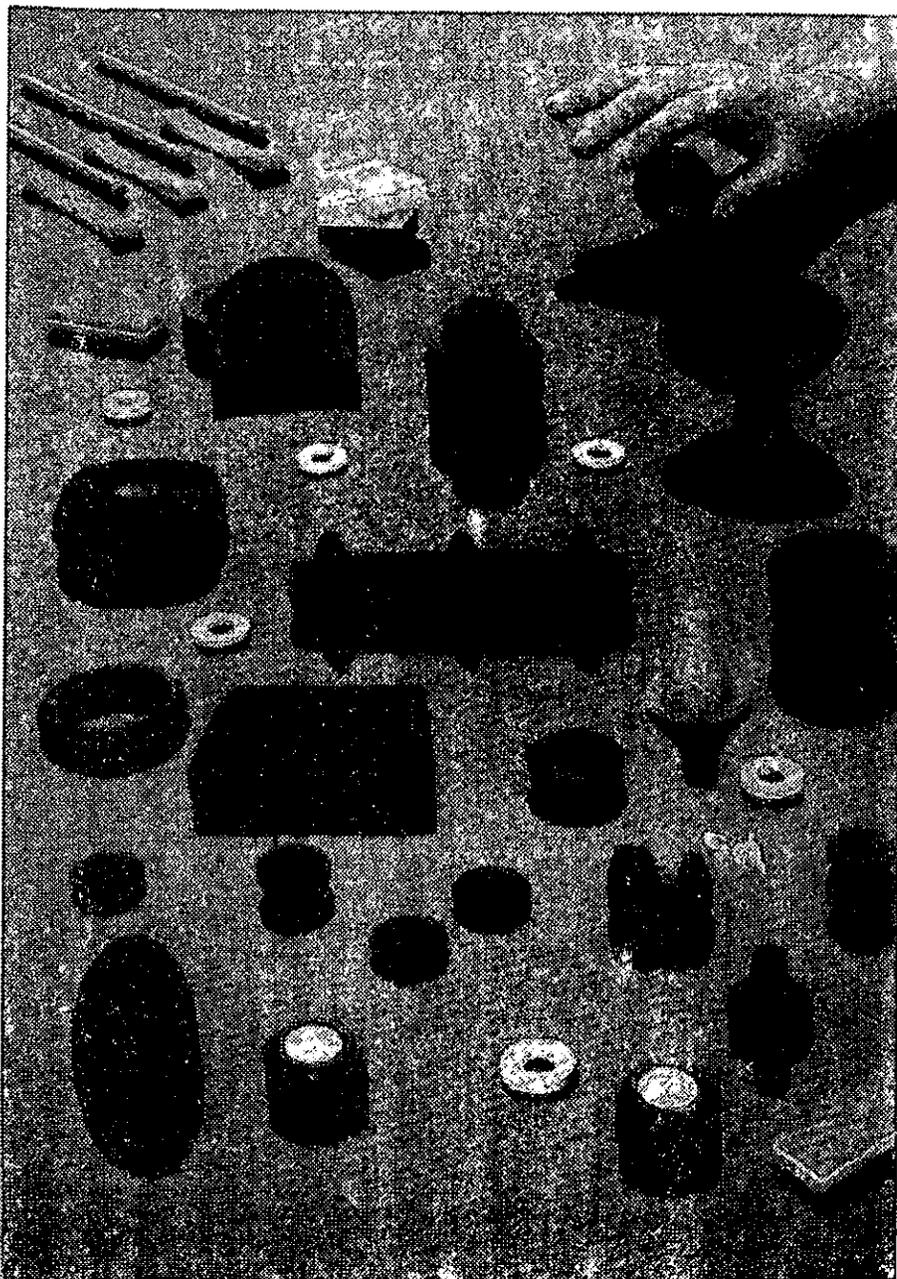
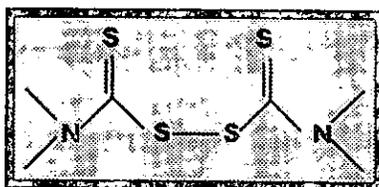


FIGURA 17.- ARTÍCULOS Y EMPAQUES DE HULE, EN DONDE SE UTILIZA EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM COMO VULCANIZANTE.

El **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)**, tiene las siguientes propiedades fisicoquímicas<sup>(181,6)</sup>.

<b>NOMBRE QUIMICO</b>	<b>DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM</b>
NOMBRE COMERCIAL	VULMIC TMT
PUNTO DE FUSIÓN	153 - 156 °C
FORMA FÍSICA	POLVO BLANCO CREMA
DENSIDAD	1.42 ± 0.03 GRAMOS/CM <sup>3</sup>
GRAVEDAD ESPECÍFICA	1.29
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>	ACELERADOR EN LA VULCANIZACIÓN DEL HULE NATURAL Y SINTÉTICO. ACELERADOR SECUNDARIO EN LA VULCANIZACIÓN DE COMPUESTOS QUE CONTENGAN TIAZOLES

**FORMULA:**



**TABLA 1. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

## **CAPITULO III**

# **METODOLOGÍA**

Se dividió en las siguientes etapas:

- **INVESTIGACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**
- **CAPACITACION DEL PERSONAL**
- **IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**
- **MATERIAL Y EQUIPO**
- **REACTIVOS**
- **MÉTODOS**
- **RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**
- **CONCLUSIONES**

### **III.1 INVESTIGACIÓN DEL CONTROL ES ESTADÍSTICO DE PROCESO<sup>(182)</sup>**

- 1) Estudio sobre el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en el mundo<sup>(183)</sup>.
- 2) Aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en la **Industria Química**.
- 3) Contactar a los grupos ó asociaciones industriales oficiales, que en **México** avalan la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, dentro de **Industria Hulera**.
- 4) Determinar que Instituciones Educativas son las que imparten cursos de **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(184)</sup>.
- 5) Investigar en **Planta Piloto** las variables críticas a controlar en el proceso de síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.
- 6) Diseño de las gráficas de **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.

### **III.2 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL**<sup>(185)</sup>

- 1) Impartición de cursos de **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, a todos los jefes de departamento, incluyendo al director general de la empresa.
- 2) Los jefes de cada departamento, capacitan a su personal en el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.
- 3) Los cursos son impartidos y actualizados constantemente<sup>(95)</sup>.

### **III.3 IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(74, 80, 186)</sup>

- 1) Se empieza aplicar la filosofía del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, dentro de la empresa.
- 2) Se les informa a proveedores y clientes, que también ellos forman parte de la implementación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.
- 3) Comienzan las auditorías internas interdepartamentales.
- 4) Se informa a los proveedores, que para que se les siga comprando es necesario que también implementen el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en su empresa. Y que lo anterior se comprobará con auditorías periódicas por uno de nuestros técnicos en **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.
- 5) Se inicia el registro en las gráficas de **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, por los operadores que intervienen en cada una de las etapas de producción del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.

### III.4 MATERIAL Y EQUIPO<sup>(88,187)</sup>

#### 1) CARTAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO<sup>(74,188)</sup>.

- i. Concentración de **DIMETIL AMINA**.
- ii. Concentración de la alcalinidad final de la reacción del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**.
- iii. Concentración del **ÁCIDO SULFÚRICO**.
- iv. Concentración del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**.
- v. Concentración del **PERÓXIDO DE HIDRÓGENO**.
- vi. Concentración de **HIDRÓXIDO DE SODIO (Sosa Rayón al 50%)**
- vii. Densidad de la solución del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**.
- viii. Gravedad específica del **BISULFURO DE CARBONO**.
- ix. Gravedad específica a 15°C del **ACEITE IEQ - 1552**.
- x. Humedad del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.
- xi. Kilogramos de **ACEITE IEQ - 1552** adicionado a cada lote de **200 Kg** de **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.
- xii. Punto de fusión del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.
- xiii. Tamaño de partícula del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.
- xiv. Temperatura de secado del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.
- xv. Temperatura final de reacción del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**.
- xvi. Temperatura final de reacción del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.

- xvii. Tiempo de molido del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**
- xviii. Tiempo de centrifugado del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**
- xix. Tiempo de reacción del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.** (Dentro del reactor).
- xx. Tiempo de reacción del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**
- xxi. Tiempo de secado del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

- 2) **CALCULADORA.**
- 3) **COMPUTADORA.**
- 4) **PROCESADOR DE PALABRAS Y HOJA DE CÁLCULO.**
- 5) **SENSOR DE Ph (DENTRO DEL REACTOR).**
- 6) **SENSOR DE TEMPERATURA (DENTRO DEL REACTOR).**
- 7) **RELOJ DE PLANTA.**
- 8) **CENTRÍFUGA DE FILTRACIÓN (PROCESO DISCONTINUO).**
- 9) **MOLINO DE MARTILLOS.**
- 10) **SECADOR DE AIRE CALIENTE.**
- 11) **MEZCLADOR DE CINTAS.**
- 12) **REACTOR QUÍMICO ACERO-VIDRIADO.**
- 13) **Ph-metro DE PLUMA.**
- 14) **MATERIAL DE LABORATORIO**

- i. **Balanza analítica.**
- ii. **Balanza granataria.**
- iii. **Balanza Ohaus. (Determinación de humedad).**
- iv. **Buretas.**

- v. Cronómetro.
- vi. Hidrómetro.
- vii. Matraces Erlenmeyer.
- viii. Picnómetro.
- ix. Pipetas.
- x. Probetas.
- xi. Sistema del punto de fusión. (Método capilar).
- xii. Tamices.
- xiii. Termómetros.
- xiv. Vasos de precipitado.

### **III.5 REACTIVOS**

- 1) ACEITE IEQ - 1552 AL 99.99% (GRADO INDUSTRIAL).
- 2) ACIDO SULFÚRICO 0.1N (GRADO REACTIVO).
- 3) ACIDO SULFÚRICO AL 98% (GRADO INDUSTRIAL).
- 4) ACIDO SULFÚRICO 1N (GRADO REACTIVO).
- 5) ACIDO CLORHÍDRICO 0.1N (GRADO REACTIVO).
- 6) AGUA DESTILADA.
- 7) BISULFURO DE CARBONO AL 99.99% (GRADO INDUSTRIAL).
- 8) BROCHA DE PELO DE CAMELLO.
- 9) DIMETIL AMINA AL 30% (GRADO INDUSTRIAL).
- 10) DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM), AL 40% (GRADO INDUSTRIAL).
- 11) HIDRÓXIDO DE SODIO 0.05N (GRADO REACTIVO).
- 12) HIDRÓXIDO DE SODIO 1N (GRADO REACTIVO).
- 13) PERÓXIDO DE HIDRÓGENO AL 50% (GRADO INDUSTRIAL).
- 14) SOLUCIÓN DE AZUL DE BROMOTIMOL (INDICADOR QUÍMICO).
- 15) SOLUCIÓN DE FENOLFTALEÍNA (INDICADOR QUÍMICO).
- 16) SOLUCIÓN DE PÚRPURA DE METACRESOL (INDICADOR QUÍMICO).
- 17) SOLUCIÓN HUMECTANTE (SOLUCIÓN AL 10% DE AGENTE HUMECTANTE).
- 18) SOSA RAYÓN AL 50%(GRADO INDUSTRIAL).

## **III.6 MÉTODOS**

### **III.6.1 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO AL 50% (SOSA RAYÓN<sup>(189)</sup>).**

Colocar 5 ml de la muestra en un matraz de 250 ml de agua destilada, agregar de 2 a 5 gotas de solución indicadora de fenolftaleína. Titular con solución de ácido clorhídrico 0.1 N, hasta que vire el color de rojo violeta a incoloro.

### **III.6.2 CONCENTRACIÓN DE LA DIMETIL AMINA AL 30%<sup>(189)</sup>.**

Colocar 5 ml de muestra en un matraz de 250 ml de agua destilada, agregar de 2 a 5 gotas de solución indicadora de fenolftaleína. Titular la solución con ácido clorhídrico 0.1 N, hasta que vire el color de rojo violeta a incoloro.

### **III.6.3 CONCENTRACIÓN DEL DIMETIL-DITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)<sup>(6)</sup>.**

En un matraz Erlenmeyer de 250 ml pesar 2ml de muestra, agregar 20 ml de agua destilada, agregar de 2 a 5 gotas de solución indicadora de púrpura de metacresol, agregar de 1 ó 2 gotas de solución de ácido sulfúrico 1 N, hasta color amarillo. Agregar 20 ml de solución de ácido sulfúrico 1 N.

Calentar con un mechero hasta  $82 \pm 2$  °C para desaparecer el precipitado. Titular con solución de hidróxido de sodio 0.05 N hasta que el color azul permanezca unos 20 segundos.

#### **III.6.4 DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD EN LA SOLUCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM).<sup>(6)</sup>**

Colocar 10 ml de muestra en un matraz de 250 ml de agua destilada, agregar de 2 a 5 gotas de solución indicadora de fenolftaleína. Titular con solución de ácido clorhídrico 0.1 N hasta el vire a incoloro.

#### **III.6.5 DENSIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM).**

Colocar la muestra en una probeta de 100 ml hasta la marca y ajustar la temperatura a  $20^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$  con baño de agua fría ó caliente según sea necesario. Introducir un hidrómetro adecuado y tomar la lectura.

#### **III.6.6 CONCENTRACIÓN DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO<sup>(190)</sup>.**

Colocar 5ml de la muestra en un matraz de 250 ml, agregar 25 ml de agua destilada y 30 ml de ácido sulfúrico 0.1 N. Titular con permanganato de potasio 0.1 N, hasta que vire a una tonalidad rosa que persista al menos durante 30 segundos.

### III.6.7 CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO AL 98%<sup>(189)</sup>.

Colocar 5 ml de la muestra en un matraz de 250 ml, agregar 25 ml de agua destilada, agregar de 2 a 5 gotas de solución indicadora de azul de bromotimol. Titular con solución de hidróxido de sodio 1N, hasta el vire de amarillo hasta el azul.

### III.6.8 GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL BISULFURO DE CARBONO Y DEL ACEITE IEQ-1552. (SE SIGUE EL MISMO MÉTODO EN AMBOS COMPUESTOS) <sup>(6)</sup>

Se pesa (P<sub>1</sub>) un picnómetro y se llena de agua destilada a 25 ± 0.5°C, se vuelve a pesar (P<sub>2</sub>), vaciar el picnómetro y secarlo.

Llenar el picnómetro con el líquido de inmersión y pesar (P<sub>3</sub>).

Cálculos:

$$G.E.Liq.Inmersión = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} = A$$

Vaciar el picnómetro lavar, secar y pesar (P<sub>4</sub>) llenarlo hasta la cuarta parte con muestra seca y tamizada y pesar (P<sub>5</sub>).

Agregar hasta la mitad el líquido de inmersión y agitar para humedecer la muestra.

Colocar el picnómetro en el desecador y hacer el vacío lentamente y mantenerlo a vacío hasta que hayan desaparecido las burbujas dentro del picnómetro. Hacer entrar el aire al desecador.

Llenar el picnómetro con líquido de inmersión a  $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$  y pesar ( $P_6$ ).

Cálculos:

$$G.E. = \frac{(P_5 - P_4)(A)}{(P_5 - P_4) + P_3 - P_6}$$

G.E. = Gravedad específica.

### **III.6.9 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)<sup>(6)</sup>.**

En una charola de aluminio colocada en una balanza Ohaus modelo 6010 colocar exactamente 10 gramos de muestra y hacer funcionar el reloj colocándolo a 45 minutos y la perilla de calor colocarla en la marca 2.5 al cabo de 45 minutos, tomar la lectura directamente.

### **III.6.10 DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE FUSIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT), POR EL MÉTODO CAPILAR<sup>(191,6)</sup>.**

En un tubo capilar de vidrio, cerrado, por uno de sus extremos se introduce la muestra hasta una altura de más ó menos medio centímetro. Después se sujeta a un termómetro por medio de una liga, cuidando que la porción de muestra quede a la misma altura del bulbo del termómetro. Sumergir el termómetro en un baño de aceite con agitación y lento calentamiento. Cuando aparece la primera gota de líquido dentro del tubo capilar se anota la temperatura, la fusión total indicará la temperatura final.

### **III.6.11 TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT). FINURA EN MALLA 100<sup>(6)</sup>.**

Se pesan 100 gramos de muestra en un vaso de precipitados se agregan 400 ml de agua y 200 ml de solución humectante (solución al 10 % de agente humectante), agitar de 3 a 5 minutos y transferir la muestra al tamiz suavemente. El lavado y tallado se continúa hasta que el agua de lavado pase claro.

El residuo es colocado en una estufa de secado hasta peso constante.

### **III.6.12 SOLUCIÓN HUMECTANTE<sup>(6)</sup>.**

Se pesan 10 gramos de jabón en polvo y se diluye en 90 gramos de agua<sup>(192)</sup>.

# **CAPITULO IV**

## **RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **IV.1 PROCESO INDUSTRIAL**

Las etapas del proceso industrial para la producción del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, son las siguientes:

#### **SINTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**

**SE DIVIDE EN DOS FASES<sup>(6)</sup>:**

- **PRODUCCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**
- **SINTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**

**ETAPAS INTERMEDIAS<sup>(193, 194)</sup>**

- **CENTRIFUGADO**
- **MOLIDO**
- **SECADO**
- **MEZCLADO CON ACEITE IEQ - 1552**

**CARACTERÍSTICAS DEL VULMIC TMT<sup>(194)</sup>**

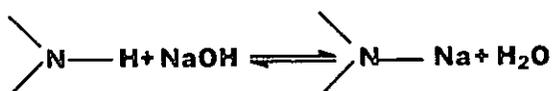
- **PUNTO DE FUSIÓN**
- **HUMEDAD**
- **TAMAÑO DE PARTÍCULA**

A continuación se presenta la reacción de síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**:

#### IV.1.1

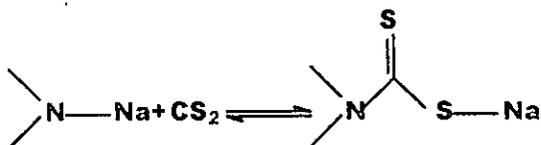
### OBTENCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO

(PRIMERA REACCIÓN)<sup>(6)</sup>



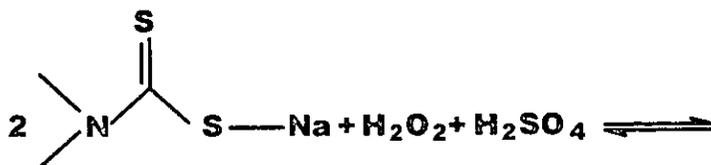
DIMETIL	HIDRÓXIDO	DIMETIL	AGUA
AMINA	DE	AMINA	
	SODIO	DE SODIO	

(SEGUNDA REACCIÓN)



DIMETIL	BISULFURO	DIMETILDITIOCARBAMATO
AMINA	DE	DE
DE SODIO	CARBONO	SODIO

### IV.1.3 SINTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM



DIMETILDITIOCARBAMATO  
DE  
SODIO

PERÓXIDO  
DE  
HIDRÓGENO

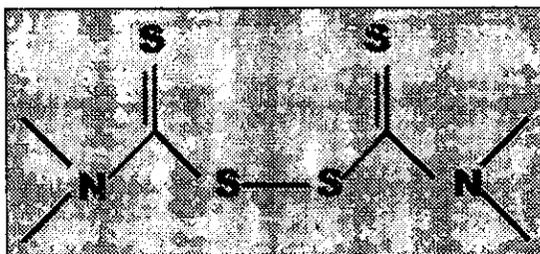
ACIDO  
SULFÚRICO

$\text{Na}_2\text{SO}_4$   
SULFATO DE SODIO

+

$\text{H}_2\text{O}$   
AGUA

+



DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

## **IV.2 INICIO DE LA APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**

### **IV.2.1**

#### **♦ PRIMERA ETAPA**

Es menester mencionar que para la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, no es decir simplemente se **INICIA**.

Porque es necesario concientizar a los directivos así como a todos los departamentos que formen parte de la empresa<sup>(195)</sup>.

En nuestro caso se comenzó con una serie de cursos que se tomaron tanto a nivel dirección administrativa como dirección técnica y al mismo tiempo se empezaron a impartir cursos a los supervisores y técnicos de los diferentes departamentos<sup>(196)</sup>.

No sólo es concientizar una parte del personal de la compañía, sino que es una globalización dentro de la empresa, esto incluye desde la persona que cuida o limpia las instalaciones hasta la dirección general<sup>(73)</sup>.

Esta etapa inicial se lleva a cabo aproximadamente en un año.

### **IV.2.2**

#### **♦ SEGUNDA ETAPA**

Se empezó a contactar a los diferentes proveedores<sup>(57)</sup> de diversos productos, para informarles que se empezaba a solicitar por parte de ellos certificados de calidad y que éstos se iban a corroborar en el laboratorio, y en caso de no cumplir las especificaciones que se solicitaban, no se les aceptarían sus productos<sup>(197)</sup>.

Al mismo tiempo nuestros clientes que en su mayor parte son empresas que se dedican a la producción de llantas, nos hicieron llegar una circular similar a la que enviamos a nuestros proveedores, indicándose que en caso de no tener la calidad indicada en el certificado que expedimos nuestros compuestos no se aceptarían.

### IV.2.3

#### ♦ TERCERA ETAPA

En esta fase de la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, se empezó la aplicación de auditorías<sup>(198)</sup> internas en nuestras instalaciones. Esto se llevó a cabo en los diferentes departamentos, empezándose a llevar un registro de los errores o deficiencias encontradas, comprometiéndose a corregir en posteriores auditorías<sup>(144)</sup>.

Una vez que todos los departamentos han tenido una auditoría se otorga el reconocimiento al que obtenga mayor puntaje a favor, es decir, el que cumplió en su mayor parte con los requisitos solicitados.

Las auditorías se aplican por personas que trabajan en la empresa, pero que son ajenas al departamento en el que se aplica.

El tiempo entre auditoría y auditoría en un departamento determinado lo determina la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, y es independiente entre cada departamento.

Pero se debe de aplicar cuando menos una cada seis meses<sup>(199)</sup>.

#### IV.2.4

##### ♦ CUARTA ETAPA

Aplicación de **AUDITORÍAS**<sup>(200)</sup> a nuestros proveedores y a su vez nuestros clientes empezaron aplicarlas en nuestras instalaciones.

Cuando un proveedor no aprobara el mínimo de lo solicitado en la auditoría se le da un tiempo para corregir sus deficiencias, en caso de no mejorar se empieza a comprar a otro que cumpla con la calidad solicitada.

Y las compañías a las que les vendemos alguno de nuestros compuestos también empezaron aplicar el mismo criterio, en caso de que no obtengamos un puntaje aprobatorio en las auditorías que se nos apliquen<sup>(201)</sup>.

Es necesario mencionar que aquellas compañías que mayor puntaje obtengan en sus auditorías; durante el período anual correspondiente, recibirán un reconocimiento dentro de su sector industrial. Garantizando de esta manera que sus productos son de calidad confiable y también en caso de exportación se cuenta con la certificación de calidad del sector industrial al que se pertenece.

La aplicación **DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** es cíclico es decir una vez que se empieza no se puede detener, lo que implica que cada año es necesario mejorar y corregir los errores y deficiencias, que se presenten. Esta herramienta estadística para mejorar y mantener la calidad es aplicada en actividades productivas, administrativas, económicas, etc., en todo el mundo.

Todas las etapas anteriormente mencionadas, se vuelven a reiniciar de manera que constantemente se esté retroalimentando la filosofía **DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(202)</sup>.

## **IV.3 VARIABLES CRÍTICAS A CONTROLAR EN EL PROCESO DE SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM POR MEDIO DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**

### **IV.3.1 PRODUCCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**

- CONCENTRACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO (SOSA RAYÓN AL 50%)
- CONCENTRACIÓN DE LA DIMETIL AMINA AL 30%
- GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL BISULFURO DE CARBONO
- TIEMPO DE REACCIÓN (TIEMPO EN QUE SE LLEVA A CABO LA REACCIÓN DENTRO DEL REACTOR QUÍMICO)
- TEMPERATURA DE REACCIÓN (DENTRO DEL REACTOR QUÍMICO)
- CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO
- CONCENTRACIÓN DE LA ALCALINIDAD (BASICIDAD FINAL DE LA REACCIÓN)
- DENSIDAD DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO EN SOLUCIÓN

### **IV.3.2 SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM<sup>(6)</sup>**

- CONCENTRACIÓN DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO
- CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO INDUSTRIAL
- TEMPERATURA DE LA REACCIÓN, DENTRO DEL REACTOR
- TIEMPO DE REACCIÓN (TIEMPO EN QUE SE DEJA LLEVAR A CABO LA REACCIÓN DENTRO DEL REACTOR QUÍMICO)

### **IV.3.3 ETAPAS INTERMEDIAS<sup>(6)</sup>**

- TIEMPO DE CENTRIFUGADO
- TIEMPO DE MOLIDO
- TIEMPO DE SECADO
- KILOGRAMOS DE ACEITE IEQ-1552 ADICIONADO A CADA LOTE DE PRODUCCIÓN (DOSCIENTOS Kg DE DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM APROXIMADAMENTE EN CADA CARGA OBTENIDA)
- TIEMPO DE MEZCLADO ENTRE EL ACEITE IEQ. 1552 Y EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.

### **IV.3.4 VULMIC TMT<sup>(6)</sup>**

- HUMEDAD FINAL DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM
- PUNTO DE FUSIÓN
- TAMAÑO DE PARTÍCULA

## **IV.4 DISEÑO DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(112,203)</sup>

No existe un modelo único<sup>(204)</sup>, porque en cada empresa existen diferentes necesidades y los procesos pueden ser muy diferentes aún produciendo ó sintetizando lo mismo.

Lo que sí es sumamente importante es diseñar una **GRÁFICA DE CONTROL** que sea aplicable a todos ó casi todos los procesos de producción de la empresa.

A continuación se muestra la **GRÁFICA DE CONTROL**, que se utiliza en la síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, así como en los demás compuestos químicos producidos en la compañía.

Es necesario recalcar el hecho de que **LA GRÁFICA DE CONTROL**, es un **CERTIFICADO DE CALIDAD**, dentro de la empresa y en especial en el departamento de **PRODUCCIÓN** y del **LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**, sin embargo, como se involucra a todos los departamentos de la empresa, se encuentra relacionada directamente con el **CERTIFICADO DE MATERIA PRIMA** y el **CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE PRODUCTO TERMINADO**.

Los **CERTIFICADOS DE MATERIA PRIMA** son útiles para verificar las condiciones en que llega ésta y también para corroborar las especificaciones que se indican en los certificados de calidad de nuestros proveedores. Así mismo esta información es útil para poder llevar a cabo nuestros procesos de síntesis química.

Por otro lado los **CERTIFICADOS DE ANÁLISIS** son útiles para que nuestros clientes tengan un parámetro de calidad de los compuestos que producimos. Y también nos sirven internamente como un control de calidad para nuestros lotes de producción.

A continuación se muestran los membretes de los certificados antes mencionados en el siguiente orden:

- 1) **CERTIFICADO DE MATERIA PRIMA**
- 2) **CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
- 3) **CARTA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**
- 4) **EJEMPLO DE LA CARTA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO UTILIZADA EN LA SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM, EN EL TIEMPO DE REACCIÓN DENTRO DEL REACTOR DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)**

Sra. Alma Paredes  
(OPTO. DE COMPRAS)

Se informa a usted que la materia prima con CLAVE \_\_\_\_\_  
del proveedor \_\_\_\_\_ en  
LOTE, FACTURA o REMISION \_\_\_\_\_ carece  
de la siguiente documentación y/o presentación adecuada:

DOCUMENTACION FALTANTE

y/o

CARACTERISTICA ANORMAL

CERTIFICADO DE CALIDAD	.....	} }
EVIDENCIA ESTADISTICA	.....	
MARCADO DEL PRODUCTO	.....	
TICKET DE BASCULA	.....	
EMPAQUE DAÑADO	.....	

Por lo que se agradecera a usted haga del conocimiento al pro-  
veedor para que envíe la documentación correspondiente de este  
lote y en cada remesa.  
De lo contrario no se aceptaran sus embarques.

ATENTAMENTE.

\_\_\_\_\_  
c.c.p. Ing. Rogelio Pérez Manzano.  
c.c.p. Ing. Francisco González R.  
c.c.p. Ing. José A. Szano I.

FIGURA 20. MEMBRETE DE LOS CERTIFICADOS DE MATERIA PRIMA,  
UTILIZADA EN EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO.

PRODUCTO \_\_\_\_\_ LOTE \_\_\_\_\_

CLIENTE \_\_\_\_\_

CANTIDAD \_\_\_\_\_ REMISION \_\_\_\_\_

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO OBTENIDO	METODO DE ANALISIS
DENSIDAD		MI-001
ALCALINIDAD		MI-002
CONCENTRACION		MI-003
VISCOSIDAD		MI-004
INDICE DE REFRACCION		MI-005
POTENCIAL DE HIDROGENO		MI-006
SOLIDOS TOTALES		MI-007
PERDIDAS POR CALENTAMIENTO		MI-008
MATERIAL ACTIVO		MI-009
HUMEDAD		MI-010
MALLA - 100		MI-013
GRAVEDAD ESPECIFICA		MI-014
CONTENIDO DE INERTES		MI-016
AZUFRE LIBRE		MI-017
EXTRACTO DE ACETONA		MI-018
INSAPONIFICABLES		MI-019
CENIZAS		MI-011
PUNTOS DE FUSION		MI-012

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

LOS RESULTADOS ANTERIORES FUERON OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO SEGUN LOS METODOS INDICADOS AL ENVASARSE EL MATERIAL. ESTOS RESULTADOS MARCAN LAS ESPECIFICACIONES UNIVERSALES DEL PRODUCTO Y DE NINGUNA MANERA GARANTIZAN EL RESULTADO FINAL DE LOS ARTICULOS EN QUE SE USEN. YA QUE ESTO PROVIENE DE LA VARIACION DE LOS METODOS DE LOS CONSUMIDORES Y DE LA FORMULACION QUE ESTOS UTILICEN.

FIGURA 21. MEMBRETE DE LOS CERTIFICADOS DE ANALISIS.



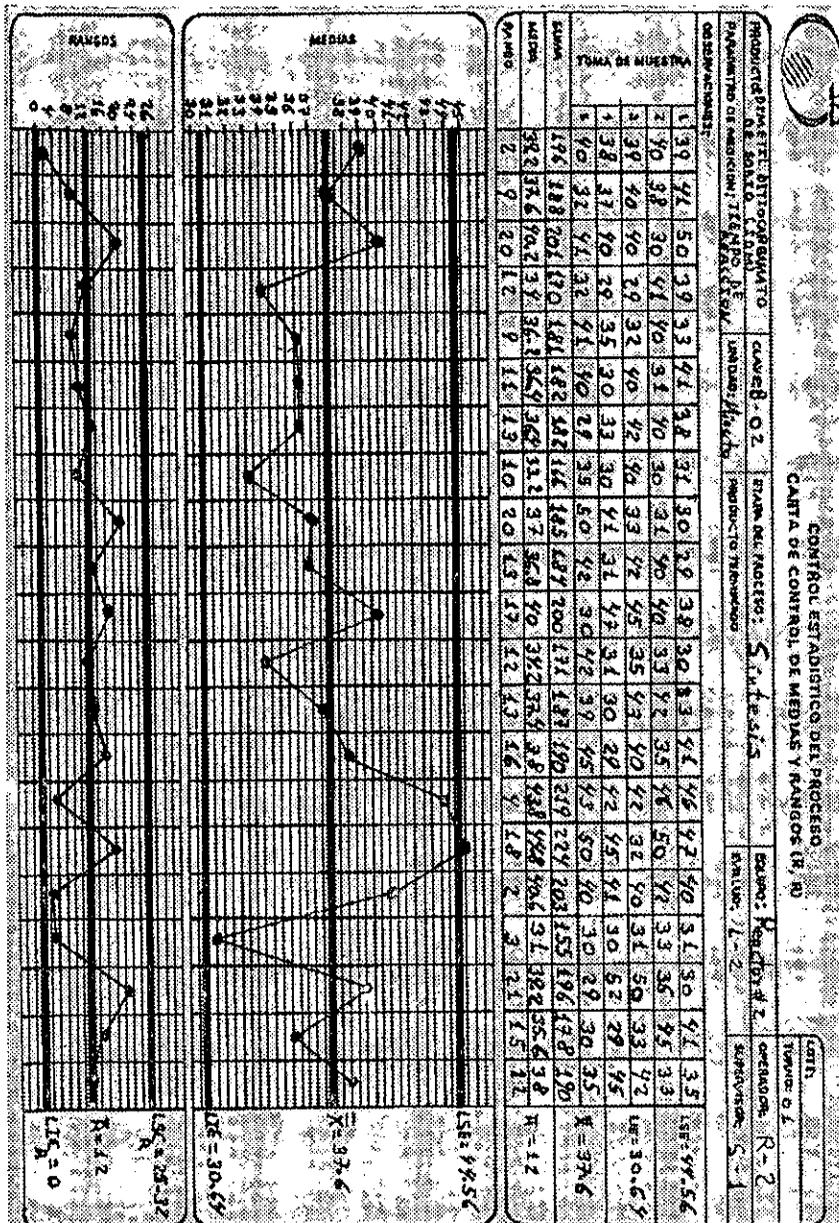


FIGURA 23: EJEMPLO DE CARTA DE CONTROL ESTADÍSTICO UTILIZADA EN EL PROCESO DE SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.

## **IV.5 PROCESO DE SÍNTESIS EN PLANTA**

A continuación se muestran las gráficas de **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**<sup>(97)</sup>, en las diferentes etapas del proceso de obtención del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM** en planta.

El estudio abarca **5 meses** y **una semana** de producción del **TMT**, produciéndose dos cargas diarias de **200 Kilogramos**.

A continuación se enumeran en orden, las gráficas de **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, que se utilizan en la síntesis del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**, que es el compuesto químico que se obtiene en la primera fase de la síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM(TMT)**; y después las utilizadas en el proceso de este último.

## **IV.6 GRÁFICAS DE CONTROL UTILIZADAS EN LA SÍNTESIS DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO**

**(SDM)**<sup>(205)</sup>

- **CONCENTRACIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO (SOSA RAYÓN AL 50 %)**
- **CONCENTRACIÓN DE LA DIMETIL AMINA AL 30 %**
- **GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL BISULFURO DE CARBONO**
- **TIEMPO DE REACCIÓN (DENTRO DEL REACTOR)**
- **TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN**
- **CONCENTRACIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO AL 30%**
- **CONCENTRACIÓN DE LA ALCALINIDAD FINAL DE LA REACCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)**
- **DENSIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)**

## IV.7 GRÁFICAS DE CONTROL UTILIZADAS EN LA SÍNTESIS DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

- CONCENTRACIÓN DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO
- CONCENTRACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO
- TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN (DENTRO DEL REACTOR)
- TIEMPO DE REACCIÓN (DENTRO DEL REACTOR)
- TIEMPO DE CENTRIFUGADO
- TIEMPO DE MOLIDO
- TEMPERATURA DE SECADO
- TIEMPO DE SECADO
- GRAVEDAD ESPECÍFICA A 15°C DEL ACEITE IEQ-1552
- KILOGRAMOS DE ACEITE IEQ - 1552 ADICIONADO EN CADA LOTE DE 200 Kg DE DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)
- TIEMPO DE MEZCLADO ENTRE EL ACEITE IEQ-1552 Y EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM
- HUMEDAD DEL PRODUCTO FINAL
- PUNTO DE FUSIÓN DEL COMPUESTO COMERCIAL (TMT)
- TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL TMT

### IV.7.1 EN LAS GRÁFICAS SE UTILIZARÁN LAS SIGUIENTES ABREVIATURAS

=  
a)  $\bar{x} = \bar{X}$  = Media de las medias aritméticas de cada intervalo

b) LSC = Límite superior de control de las medias  
x  
aritméticas

c) LIC = Límite inferior de control de las medias  
 $\bar{x}$

aritméticas

d)  $R = \bar{R}$  = Promedio de los rangos de cada intervalo

e) LSC = Límite superior de control de rangos  
R

f) LIC = Límite inferior de control de rangos  
R

g) SDM = DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO

h) VULMIC TMT = TMT = DISULFURO DE TETRAMETIL  
TIURAM

A continuación se analizarán, cada una de las etapas del proceso donde se aplicó el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, es necesario tomar diferentes medidas para corregir los diversos problemas que se observaron y lo más importante es que el desarrollo de este proceso es constante y no se da por terminado, por el contrario la aplicación es continua y como lo mencionan los **Japoneses**, debe tomarse como una forma de vida que no sólo quede dentro de la empresa o institución donde se trabaje, sino que se debe adoptar como una actitud de vida.

A continuación se muestran las **Cartas de Control** y se dan las **Medidas Correctivas** que se tomaron en cada una de las etapas del proceso de síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)**.

PRODUCTO: SOSA RAYÓN (50%)

AVE: A- 49

MAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL SDM

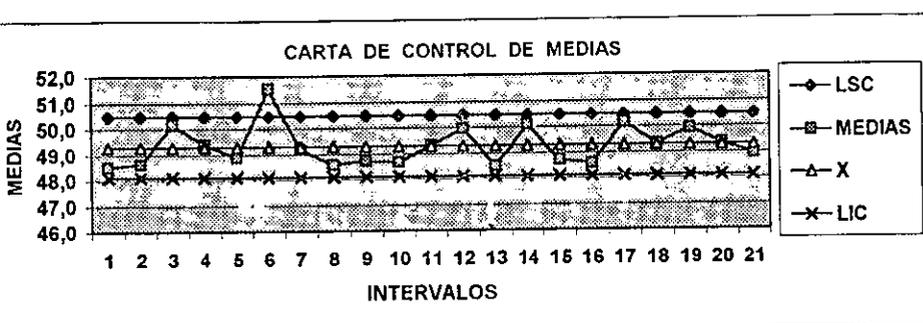
PARAMETRO DE MEDICIÓN: CONCENTRACIÓN EN PORCIENTO

SERVACIONES: INTERVALO 48 - 50%

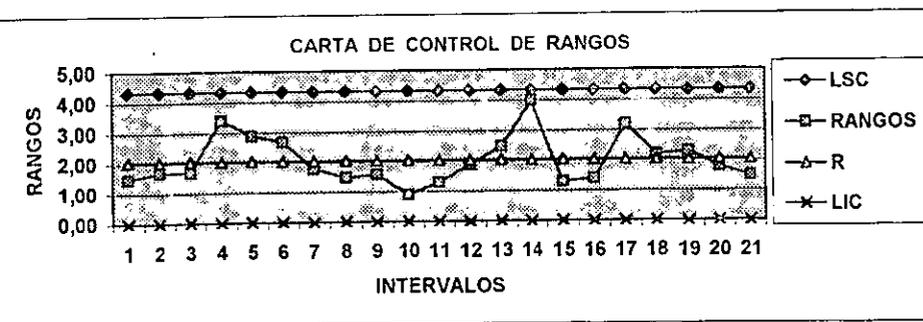
TOMA DE MUESTRA

49,3	49,2	49,3	47,8	49,3	51,3	49,9	49,3	47,9	49,2	49,3	49,3	50,3	51,0	49,1	49,3	50,2	49,1	48,7	48,2	49,5
48,2	48,3	50,2	48,3	48,2	52,4	50,0	47,8	48,3	48,3	48,8	49,5	48,0	52,1	48,2	48,2	51,3	49,2	49,3	49,3	48,7
47,8	47,8	50,8	49,5	47,3	52,7	48,7	48,5	49,2	49,1	50,1	49,7	48,1	50,0	48,3	47,9	51,5	49,5	50,1	49,5	49,3
48,2	48,4	51,0	50,1	49,5	50,0	48,2	48,2	48,7	48,5	49,5	50,1	48,3	48,1	48,5	48,3	48,3	50,5	51,0	49,7	49,2
49,1	49,5	49,5	51,2	50,2	51,2	49,1	49,1	49,5	48,3	48,8	51,2	47,8	49,3	49,5	49,2	49,5	48,3	50,5	50,0	48,0

242,6	243,2	250,8	246,9	244,5	257,6	245,9	242,9	243,6	243,4	246,5	249,8	242,5	250,5	243,6	242,9	250,8	248,8	249,8	246,7	244,7
48,52	48,64	50,16	49,38	48,90	51,52	49,18	48,58	48,72	48,88	49,30	49,88	48,50	50,10	48,72	48,58	50,16	49,32	49,82	49,34	48,94
1,5	1,7	1,7	3,4	2,9	2,7	1,8	1,5	1,6	0,9	1,3	1,9	2,5	4,0	1,3	1,4	3,2	2,2	2,3	1,8	1,8



=  
 $\bar{X}$  : 49,29  
 LSC : 50,48  
 X  
 LIC : 48,10  
 X  
 =  
 $\bar{X}$



$\bar{R}$  : 2,05  
 LSC : 4,33  
 R  
 LIC : 0,00  
 R  
 R=  $\bar{R}$

## IV.7.2

### CONCENTRACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE SODIO (SOSA RAYÓN)

Debido a que es una materia prima utilizada en el proceso, sólo se revisan las características que el proveedor afirma tiene su compuesto químico.

Como esto es un trabajo de equipo por parte del proveedor y nosotros; se le envió una copia de las **Gráficas de Control**, así como se le pidió, de la manera más atenta, que enviara el método químico de análisis que estaba utilizando, para determinar la concentración del Hidróxido de Sodio para revalidarlo con el nuestro.

De acuerdo al análisis gráfico que consta de **105 muestras por Gráfica de Control**, se observa en todas ellas puntos fuera de control que indica que es necesario se tomen las medidas pertinentes para que en lo sucesivo se corrijan estas anomalías.

Pero se necesita dar un tiempo al proveedor, se contactó con él y se le comunicó que el primer paso a seguir es que tiene como máximo **6 meses** para que implemente de forma primaria el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, y nos lo comunique.

Posteriormente se determinará una fecha para que se le aplique una auditoría en su planta para que por parte de nosotros haya una verificación de que el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, se está aplicando y a partir de esta fecha las auditorías se harán periódicamente.

Se le aclara que en caso de que no se cumpla con lo anterior las compras de **Sosa Rayón** se harán a **otro Proveedor**.

PRODUCTO: DIMETIL AMINA (30%)

AVE: A - 05

ETAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL SDM

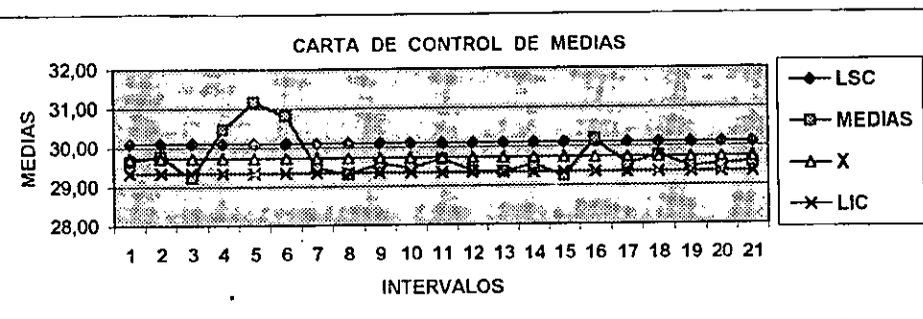
PARAMETRO DE MEDICIÓN: CONCENTRACIÓN EN PORCIENTO

OBSERVACIONES: INTERVALO 29 - 31%

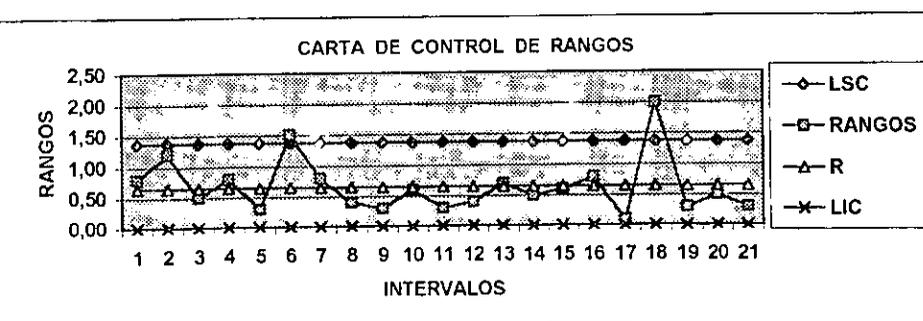
TOMA DE MUESTRA

29,2	29,3	29,5	30,3	31,0	30,0	29,5	29,5	29,5	29,2	29,6	29,5	29,1	29,3	29,5	30,0	29,6	29,3	29,5	29,4	29,5
29,7	29,5	29,3	30,2	31,2	31,2	29,8	29,4	29,6	29,3	29,8	29,5	29,8	29,5	29,9	30,5	29,5	29,5	29,6	29,6	29,8
29,5	30,1	29,2	30,3	31,3	31,4	29,5	29,3	29,5	29,4	29,7	29,5	29,3	29,6	29,0	30,6	29,5	29,0	29,5	29,5	29,6
29,8	29,5	29,1	30,5	31,2	31,5	29,6	29,2	29,8	29,8	29,8	29,3	29,5	29,5	29,3	30,0	29,5	30,0	29,3	29,8	29,5
30,0	30,5	29,0	31,0	31,1	30,0	29,0	29,1	29,5	29,6	29,5	29,1	29,1	29,8	29,5	29,8	29,5	31,0	29,5	29,3	29,5

148,2	148,9	148,1	152,3	155,8	154,1	147,4	146,5	147,9	147,3	148,4	146,9	146,8	147,7	146,2	150,9	147,6	148,8	147,4	147,8	147,8
28,64	29,78	28,22	30,48	31,18	30,82	29,48	29,30	29,58	29,46	29,88	29,38	29,38	29,54	29,24	30,18	28,62	29,76	29,48	29,82	29,58
0,80	1,20	0,50	0,80	0,30	1,80	0,80	0,40	0,30	0,80	0,30	0,40	0,70	0,50	0,60	0,80	0,10	2,00	0,30	0,50	0,30



$\bar{X}$  = 29,72  
 LSC = 30,10  
 $\bar{X}$   
 LIC = 29,34  
 $\bar{X}$   
 $\bar{X}$   
 $\bar{X}$



$\bar{R}$  = 0,65  
 LSC = 1,38  
 $\bar{R}$   
 LIC = 0,00  
 $\bar{R}$   
 $\bar{R}$

### IV.7.3

## CONCENTRACIÓN DE DIMETIL AMINA

Se contactó al proveedor y se le enviaron las copias de las **Gráficas de Control**, en donde se observa que existen puntos fuera de control. Se le solicitó, de la manera más atenta, el método químico que estaba utilizando para determinar la concentración de la **DIMETIL AMINA**, para revalidarlo con el que se usa en la compañía. Se le comunicó que tiene un máximo de **6 meses** para implementar el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** dentro de su compañía y que además, debe determinar una fecha para que se le aplique la auditoria, para verificar que está aplicando el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.

En caso de no cumplir con lo anterior la compra de este compuesto se empezará a hacer a un nuevo proveedor que cumpla con la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.



#### IV.7.4

### **PESO ESPECÍFICO DEL BISULFURO DE CARBONO**

Las medidas a tomar fueron las mismas que en los casos de la **Sosa Rayón** y la **DIMETIL AMINA**. En este caso se compra a una empresa que envía el producto desde **Alemania**, por lo que se le solicitó una copia de sus gráficas de control, en el caso de que ya esté aplicando el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** y en caso de no haberlo implementado se le comunicó que tiene como máximo 6 meses para empezar a enviar **Cartas de Control** de su proceso de síntesis del **BISULFURO DE CARBONO** y se le aclara que en caso de no cumplir con estos requisitos, las compras de este compuesto químico se hará a otra compañía. Además de las **Cartas de Control**, también se le solicitó una copia del método que utiliza para determinar el **Peso Específico** del **CS<sub>2</sub>**.

PRODUCTO: DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO

AVE: B - 02

TAPA DE PROCESO: SÍNTESIS

PARAMETRO DE MEDICIÓN: TIEMPO DE REACCIÓN

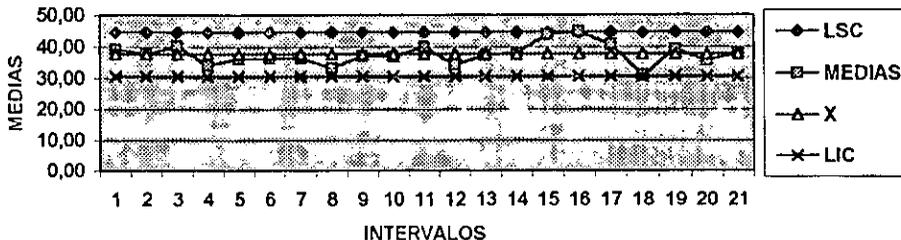
OBSERVACIONES: SE TOMA EN MINUTOS

TOMA DE MUESTRA

39	41	50	39	33	41	38	31	30	29	38	30	33	41	46	47	40	31	30	41	35
40	38	30	41	40	31	40	30	31	40	40	33	42	35	46	50	42	33	35	45	33
39	40	40	29	32	40	42	40	33	42	45	35	43	40	42	32	40	31	50	33	42
38	37	40	29	35	30	33	30	41	31	47	31	30	29	42	45	41	30	52	29	45
40	32	41	32	41	40	29	35	50	42	30	42	39	45	43	50	40	30	29	30	35

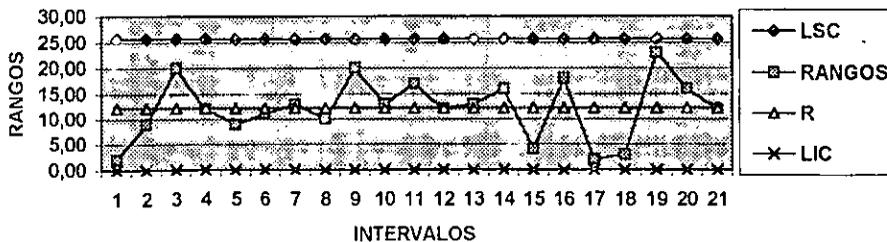
198,0	188,0	201,0	170,0	181,0	182,0	182,0	188,0	185,0	184,0	200,0	175,0	187,0	190,0	219,0	224,0	203,0	155,0	198,0	178,0	190,0
39,20	37,80	40,20	34,00	36,20	36,40	36,40	33,20	37,00	36,80	40,00	34,20	37,40	38,60	43,80	44,80	40,60	31,00	39,20	35,60	38,00
2	9	20	12	8	11	13	10	20	13	17	12	13	16	4	18	2	3	23	18	12

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



=  
 $\bar{X}$  : 37,60  
 LSC : 44,64  
 X  
 LIC : 30,56  
 X  
 =  
 $X = \bar{X}$

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



$\bar{R}$  : 12,14  
 LSC : 25,62  
 R  
 LIC : 0,00  
 R  
 R =  $\bar{R}$

#### IV.7.5

### TIEMPO DE REACCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)

En estas **Cartas de Control** se empieza a determinar las condiciones que tiene nuestro proceso de síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**. En este caso se habla del tiempo en que se deja dentro del reactor químico el **SDM**, que es el compuesto primario para poder obtener el **TMT**.

Al aplicar el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, se observó que el tiempo necesario para que la reacción del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO** se lleve a cabo sin problema tiene una:

=

$\bar{x} = 37.60$  minutos. Sin embargo se observa que algunos operadores dan un tiempo máximo de **50 minutos** y otros sólo de **29 minutos**. Existe gran variabilidad es decir el proceso no está controlado como lo indica la **Gráfica de Rangos**.

Lo anterior dejó de manifiesto que el tiempo que se da a la reacción dentro del reactor químico tiene mucha variación lo que provoca gasto innecesario de energía eléctrica por la agitación que tiene el reactor así como un desgaste mayor del equipo, además de que el operador pierde el tiempo innecesariamente.

Sin embargo los operadores que dan muy poco tiempo a la reacción dentro del reactor, ponen en riesgo la estabilidad del compuesto, porque puede sufrir algunas alteraciones en sus propiedades físicas y químicas. Por todo lo anteriormente observado y la experiencia que se tiene de sintetizar el **SDM** se determinó que el intervalo de tiempo en que se dejará la reacción dentro del reactor es

de **38 - 42 minutos**, esto es como primera medida de corrección dentro del proceso, pero no quiere decir que los cambios terminan en este punto, por el contrario así como el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** se aplica constantemente, las modificaciones al intervalo de tiempo también se harán constante y paulatinamente. Con lo anterior se pretende llegar a un tiempo óptimo pero sin poner en riesgo la producción del **TMT**.

Como consecuencia del análisis estadístico se pueden identificar problemas causados por los operadores, que bien pueden ser intencionales o no, pero debido a que se lleva un registro de las personas que estuvieron involucradas en la elaboración de un lote determinado, en un momento dado se puede identificar al operador así como el registro de sus tiempos de reacción del **SDM** y determinar cual es la causa de que se presenten problemas en la producción del **DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO** y con lo anterior tomar las medidas pertinentes.

ODUCTO: DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO

AVE: B - 02

APA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL SDM

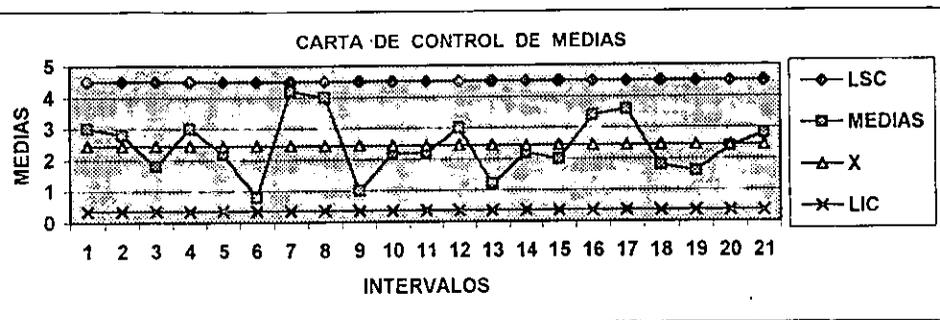
RAMETRO DE MEDICIÓN: TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN

SERVACIONES: SE REGISTRÓ EN GRADOS CELSIUS

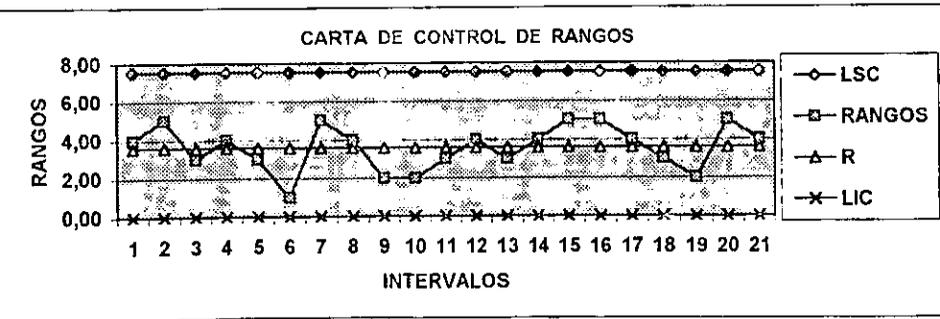
TOMA DE MUESTRA

3	5	3	5	4	1	2	6	1	3	1	1	1	4	3	5	5	3	1	1	2
1	0	3	4	3	1	3	5	1	2	4	5	1	3	1	3	1	3	1	0	5
2	1	2	3	2	0	4	4	0	1	3	4	1	1	0	5	3	2	1	5	1
4	5	1	2	1	1	5	3	1	3	2	3	0	0	1	4	4	1	3	4	2
5	3	0	1	1	1	7	2	2	2	1	2	3	3	5	0	5	0	2	2	4

15,00	14,00	9,00	15,00	11,00	4,00	21,00	20,00	5,00	11,00	11,00	15,00	6,00	11,00	10,00	17,00	19,00	9,00	8,00	12,00	14,00
3,00	2,80	1,80	3,00	2,20	0,80	4,20	4,00	1,00	2,20	2,20	3,00	1,20	2,20	2,00	3,40	3,60	1,80	1,60	2,40	2,80
4	5	3	4	3	1	5	4	2	2	3	4	3	4	5	5	4	3	2	5	4



=  
 $\bar{X}$  : 2,44  
 LSC : 4,51  
 X  
 LIC : 0,37  
 X  
 =  
 $\bar{X} = \bar{X}$



$\bar{R}$  : 3,57  
 LSC : 7,54  
 R  
 LIC : 0,00  
 R  
 =  
 $\bar{R} = \bar{R}$

#### IV.7.6

### TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)

En el estudio que se realizó se observa mucha variación en las temperaturas finales de reacción.

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, las temperaturas entre 5° y 6°, están poniendo en riesgo la producción del **TMT**. Esto también se confirma por la gran variación que existe en la distribución de los puntos dentro de la gráfica de rangos.

Al analizar estos datos se determina que la temperatura a la que terminaron estas reacciones es muy alta y al relacionarlas con las otras etapas del proceso anterior, se observa que puede deberse a que el tiempo de reacción fue muy largo.

Como se observa el intervalo de **Media de Medias** es:

=

$$\bar{x} = 2.44^{\circ}\text{C}$$

Lo que dio pauta a tomar las siguientes decisiones:

En esta etapa del proceso, si la temperatura es muy cercana a 0° C, la coloración de la solución es verdosa translúcida, pero si es mayor de 5°C, el color es naranja translúcido y esto último provoca que el **TMT**, obtenido presente una coloración crema ó amarillo claro y un punto de fusión menor de 140°C.

Tomando en cuenta lo anterior y después de analizar las diferentes opciones conjuntamente con la **Gerencia de Planta** y el **Departamento de Control de Contabilidad** se determinó que el enfriamiento del reactor debe mejorarse y para esto se contactó al fabricante de los **Reactores Químicos** y se le solicitó un presupuesto para mejorar la

chaqueta de éste y así tener menor intercambio de calor con el medio.

Así como también se decidió que para obtener una mejor lectura de la temperatura en el reactor químico se cambiara el termostato de contacto por un sensor electrónico.

Si se obtiene el resultado esperado y es rentable se le adaptará una computadora para que los datos se registren automáticamente.

Finalmente se determinó, que el rango de temperatura en el que se llevará a cabo la reacción será de  $0 - 3^{\circ}\text{C}$ , es necesario mencionar que esto no es un cambio final y único, por el contrario es necesario determinar si las nuevas adaptaciones en el equipo y el control en las demás etapas del proceso dan como resultado una disminución en la temperatura de reacción al ir optimizando el proceso.

PRODUCTO: DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO

AVE: B - 02

APA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL SDM

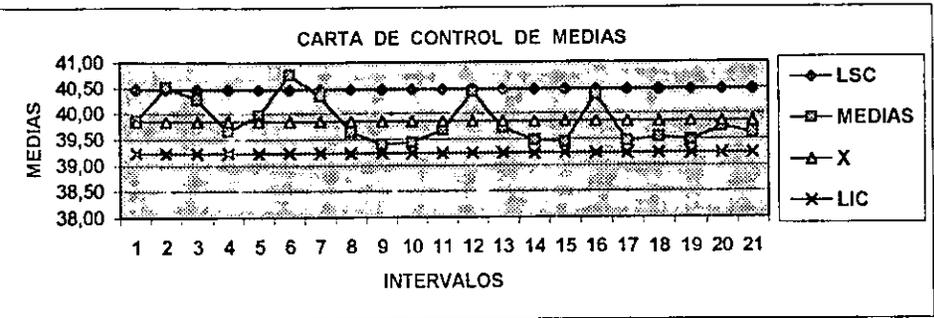
PARAMETRO DE MEDICIÓN: CONCENTRACIÓN EN PORCIENTO

OBSERVACIONES: INTERVALO 39 - 41 %

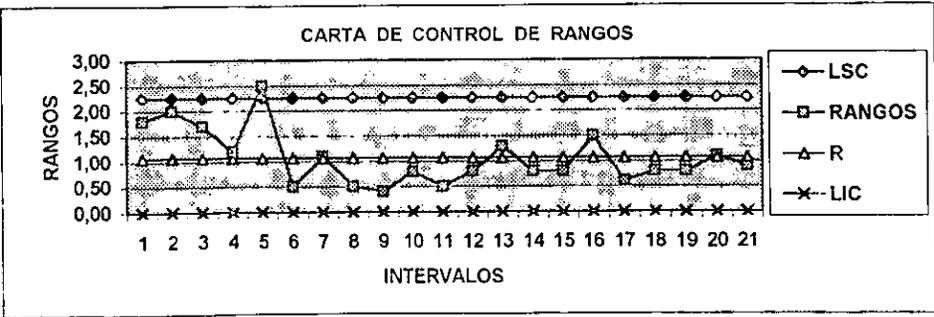
TOMA DE MUESTRA

40,8	39,0	40,5	40,2	39,5	41,0	41,0	39,6	39,2	39,6	39,5	40,8	40,0	38,9	39,0	39,5	39,2	39,0	39,0	39,0	39,0
39,9	41,0	40,0	39,0	39,6	40,9	40,2	39,8	39,5	39,3	39,5	40,6	40,3	39,7	39,2	41,0	39,6	39,8	39,5	39,8	39,8
39,8	41,0	39,5	39,6	39,0	40,8	40,7	39,4	39,5	39,5	39,8	40,5	39,8	39,7	39,6	41,0	39,8	39,5	39,8	39,8	39,9
39,8	40,8	40,2	39,5	41,5	40,6	39,9	39,5	39,6	39,0	39,6	40,2	39,0	39,6	39,8	40,5	39,5	39,6	39,6	40,0	39,6
39,0	40,8	41,2	40,0	40,2	40,5	39,9	39,9	39,2	39,8	40,0	40,0	39,5	39,5	39,6	39,8	39,2	39,8	39,5	40,1	39,8

199,3	202,6	201,4	198,3	199,8	203,8	201,7	198,2	197,0	197,2	198,4	202,1	198,8	197,4	197,2	201,8	197,3	197,7	197,4	198,7	198,1
39,86	40,52	40,29	39,68	39,98	40,76	40,34	39,64	39,40	38,44	38,88	40,42	39,72	39,48	39,44	40,36	38,46	38,54	39,48	39,74	39,62
1,90	2,80	1,70	1,20	2,80	0,50	1,10	0,50	0,40	0,80	0,60	0,80	1,30	0,80	0,80	1,50	0,60	0,80	0,80	1,10	0,60



$\bar{X} = 39,85$   
 $LSC = 40,47$   
 $LIC = 39,23$



$\bar{R} = 1,07$   
 $LSC = 2,25$   
 $LIC = 0,00$

#### IV.7.7

### CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)

Al observar las Gráficas de Control se puede determinar que hay puntos que se salen de las Gráficas de Medias y Rangos. Esto hizo necesario que se analizaran y tomaran las siguientes decisiones:

Debido a que en esta etapa del proceso se está midiendo la concentración del **SDM** y de acuerdo a las especificaciones, el intervalo es de **39 - 41 %**. Sin embargo al observar el rango obtenido en las **Gráficas de Control** en las **Medias de Medias** se observa un valor de:

=

$\bar{x} = 39.85 \%$ , se hizo necesario revalidar nuestro método de análisis con un **Laboratorio Externo**, los resultados indicaron que teníamos un error promedio del **- 0.5 %**, en nuestro análisis químico.

Se empezaron a revisar los instrumentos de planta que se utilizan en esta etapa del proceso como son las básculas y formulaciones, encontrándose que una de las básculas presentaba un error de **- 3 Kg**, lo que provocaba que al pesar la materia prima necesaria para la elaboración del **SDM**, se presentara este error sistemático. Como se tienen tres básculas de capacidad de **200 Kg** cada una de ellas para este mismo fin, cuando se llevaba a cabo el pesado de algún compuesto químico no se podía determinar en que momento se cometía el error. Las formulaciones tenían un error de **- 0.5 %**, de lo especificado. Las formulaciones tenían **25 años** de no revisarse. Creo que es necesario mencionar

que antes de que se implementara el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** dentro del sector **Industrial Hulero**, realmente era innecesario tener tanto control en el proceso, debido a que el **TMT**, se podía vender sin problema alguno.

Todo lo anterior se comprobó en el laboratorio después de haber ajustado la formulación, llegándose a la conclusión de que en adelante la especificación de la concentración del **SDM**, va a ser de:

**40 ± 0.5 %**

Sin embargo el valor pretendido por la empresa es de **40 ± 0.05 %**, cuando se llegue a esta variación en la concentración, el ahorro económico de acuerdo a un estudio del **Departamento de Contabilidad** es muy significativo para la empresa.

**ODUCTO:** DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO

**AVE:** B - 02

**APA DE PROCESO:** SÍNTESIS DEL SDM

**RAMETRO DE MEDICIÓN:** ALCALINIDAD FINAL EN PORCIENTO

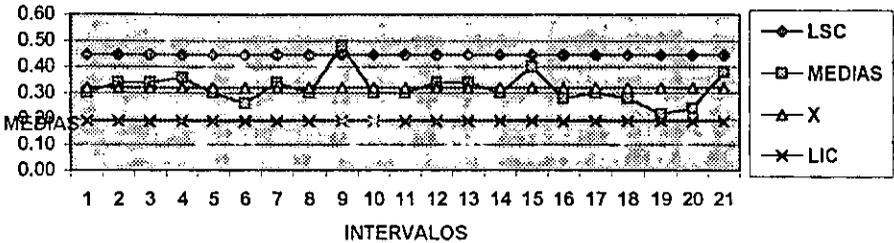
**SERVACIONES:** 0.5% MÁXIMO

**TOMA DE MUESTRA**

0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3
0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3
0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.2	0.5	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
0.3	0.4	0.4	0.5	0.4	0.2	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5
0.3	0.3	0.5	0.4	0.5	0.3	0.2	0.5	0.7	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.5

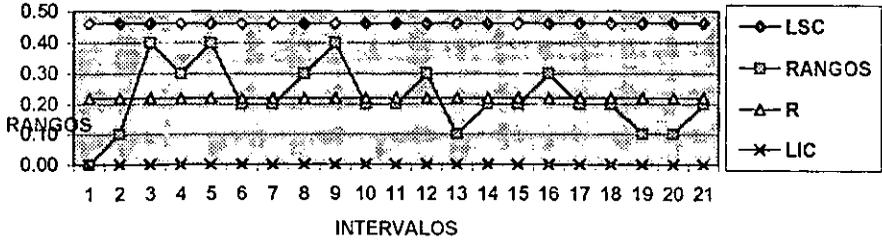
1.50	1.70	1.70	1.80	1.50	1.30	1.70	1.50	2.40	1.50	1.50	1.70	1.70	1.50	2.00	1.40	1.50	1.40	1.10	1.20	1.90
0.30	0.34	0.34	0.36	0.30	0.26	0.34	0.30	0.48	0.30	0.30	0.34	0.34	0.30	0.40	0.28	0.30	0.28	0.22	0.24	0.38
0.00	0.10	0.40	0.30	0.40	0.20	0.20	0.30	0.40	0.20	0.20	0.30	0.10	0.20	0.28	0.30	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20

**CARTA DE CONTROL DE MEDIAS**



= X : 0.32  
 LSC : 0.45  
 X  
 LIC : 0.19  
 X  
 = X

**CARTA DE CONTROL DE RANGOS**



$\bar{R}$  : 0.22  
 LSC : 0.46  
 R  
 LIC : 0.00  
 R  
 R =  $\bar{R}$

#### IV.7.8

### ALCALINIDAD DE LA SOLUCIÓN DE DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)

En este parámetro del proceso se observa un punto fuera de control. La máxima alcalinidad que se permite es del **0.5%**, y si se observa en la **Gráfica de Control**, hay un punto que rebasa el **Límite Superior de Control** y también el porcentaje de alcalinidad permitida, además el proceso no está controlado, porque la **Gráfica de Rangos** muestra una gran dispersión. En este caso se determinó que esto se puede deber a que hay un exceso de medio alcalino en la reacción ó que no se dio el tiempo necesario para que se llevara a cabo ésta.

Lo anterior trajo como consecuencia que se revisaran las formulaciones y también las básculas con las que se pesan las cargas para la elaboración del **SDM**. El problema se encontró en una de las básculas que presentaba un error de **- 3 Kg**, sin embargo también la formulación tenía un exceso del **0.1 % de Hidróxido de Sodio**.

Por otra parte se determino que se revalidara nuestro método de análisis, por lo que se envió a un laboratorio externo, pero el resultado presentaba una diferencia de  $\pm$  **0.01 %**, lo que garantiza que nuestro método de análisis es confiable.

Por lo que se determinó tomando en cuenta el primer estudio estadístico, que el valor máximo de alcalinidad será de  $0.4 \pm 0.01$ . El valor al que se pretende llegar es de  $0.1 \pm 0.01$  % como máximo, para esto hay que optimizar todo el proceso.

PRODUCTO: DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO

AVE: B - 02

TAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL SDM

PARAMETRO DE MEDICIÓN: DENSIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL SDM

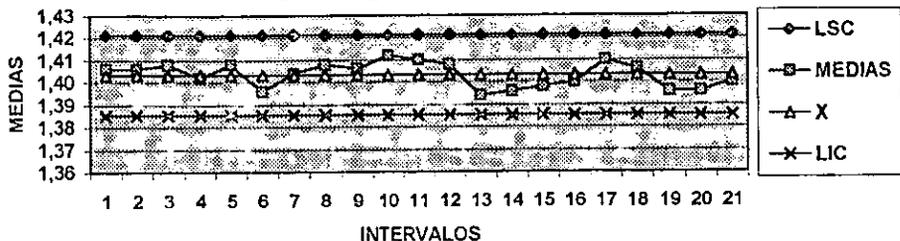
OBSERVACIONES: INTERVALO 1.42 - 1.45 gramos / cm cúbico

TOMA DE MUESTRA

1,41	1,39	1,38	1,39	1,38	1,39	1,39	1,42	1,41	1,42	1,41	1,42	1,39	1,40	1,41	1,39	1,42	1,43	1,40	1,39	1,41
1,39	1,41	1,40	1,40	1,41	1,40	1,40	1,41	1,40	1,41	1,42	1,41	1,38	1,39	1,39	1,41	1,43	1,40	1,41	1,40	1,42
1,40	1,40	1,41	1,41	1,40	1,41	1,41	1,40	1,41	1,42	1,41	1,40	1,41	1,41	1,40	1,38	1,42	1,41	1,39	1,41	1,40
1,42	1,42	1,42	1,40	1,42	1,40	1,40	1,41	1,40	1,41	1,40	1,41	1,40	1,40	1,41	1,40	1,38	1,39	1,40	1,38	1,39
1,41	1,41	1,43	1,41	1,43	1,38	1,42	1,40	1,41	1,40	1,41	1,40	1,39	1,38	1,38	1,42	1,40	1,40	1,38	1,40	1,38

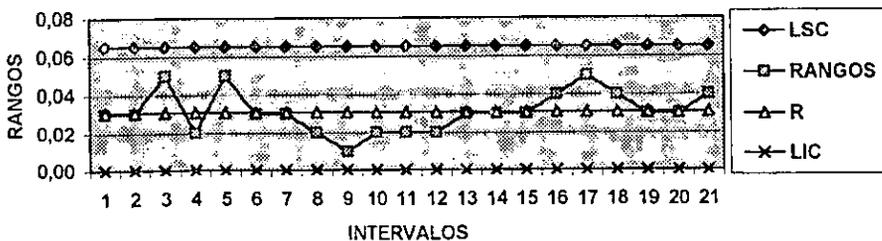
7,03	7,03	7,04	7,01	7,04	6,98	7,02	7,04	7,03	7,05	7,05	7,04	6,97	6,98	6,99	7,00	7,05	7,03	6,98	6,98	7,00
1,41	1,41	1,41	1,40	1,41	1,40	1,40	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,38	1,40	1,40	1,40	1,41	1,41	1,40	1,40	1,40
0,03	0,03	0,05	0,02	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



= X : 1,40  
 LSC : 1,42  
 X  
 LIC : 1,39  
 X  
 =  
 X= X

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



R̄ : 0,03  
 LSC : 0,07  
 R  
 LIC : 0,00  
 R  
 R= R̄

#### IV.7.9

### DENSIDAD DE LA SOLUCIÓN DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)

En la **Gráfica de Control**, la mayoría de los valores están por debajo de las especificaciones, pero esto concuerda con los obtenidos en las gráficas de concentración, ya que ambos parámetros de medición se encuentran directamente relacionados debido a que miden la cantidad de **SDM** en la solución.

Lo anterior hizo necesario que se determinara el error que se está cometiendo al medir la densidad con un **Densímetro Comercial** y que además no siempre se usa este con el mismo rango de densidad. Para revalidar nuestro método se envió a un laboratorio externo, lo que arrojó el siguiente resultado:

Tenemos un error del - **0.025** unidades de densidad, con los resultados que nos envió el laboratorio hicimos una tabla que relaciona la densidad con la concentración, pero tomando en cuenta el error en el análisis que nosotros hacemos rutinariamente.

A continuación se muestra la tabla:

LECTURA DEL DENSÍMETRO COMERCIAL	VALOR REAL DE DENSIDAD	CONCENTRACIÓN DEL DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM)
(GRAMOS/CM <sup>3</sup> )	(GRAMOS/CM <sup>3</sup> )	(%)
1.39	1.415	39.90
1.40	1.425	40.02
1.41	1.435	40.90

TABLA. 2. DENSIDAD DEL DIMETILDITIOCARBAMATO DE SODIO.

De acuerdo a la gráfica de Control el nuevo intervalo de Densidad de la solución del **SDM** es:

**Intervalo:**

**1.414 - 1.435 gramos/cm<sup>3</sup>**

PRODUCTO: PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

AVE: A - 46

ETAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL SDM

PARÁMETRO DE MEDICIÓN: CONCENTRACIÓN EN PORCIENTO

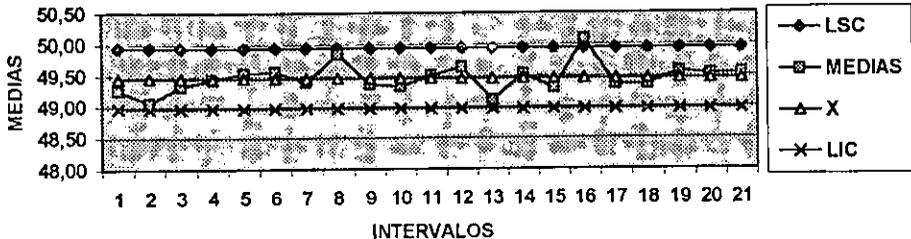
OBSERVACIONES: INTERVALO 48 - 50%

TOMA DE MUESTRA

49,1	49,0	49,2	49,7	49,0	49,5	49,2	49,5	49,5	49,3	49,0	49,6	49,5	49,0	49,0	50,7	49,5	49,6	49,8	49,0	49,5
49,5	50,0	49,3	49,2	50,0	50,0	49,5	49,8	49,6	49,5	50,0	49,5	49,2	49,8	49,5	50,4	49,8	49,8	49,7	49,6	49,8
49,7	49,5	49,5	49,8	49,5	49,2	49,6	49,5	49,2	49,5	49,8	49,8	48,8	49,7	49,2	50,0	49,2	49,2	49,5	49,7	49,4
49,5	48,3	49,6	49,5	49,6	49,6	49,2	50,4	49,3	49,6	49,5	49,8	48,5	49,5	49,3	49,8	49,8	49,5	49,5	49,8	49,5
48,5	48,5	49,0	49,0	49,6	49,5	49,5	50,0	49,2	48,7	49,2	49,5	49,5	49,6	49,5	49,5	48,5	48,7	49,3	49,5	49,5

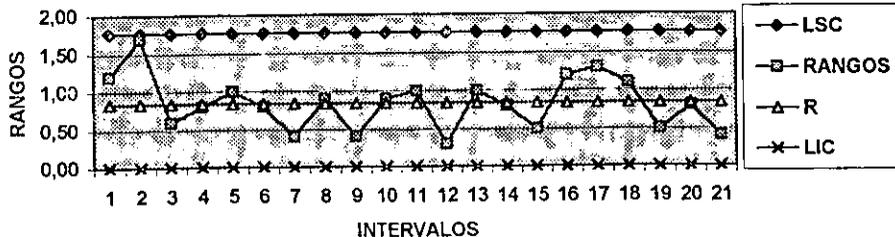
248,3	245,3	248,8	247,2	247,7	247,8	247,0	249,2	248,9	248,5	247,5	248,2	245,5	247,8	248,5	250,4	248,9	246,8	247,8	247,6	247,7
48,26	48,06	48,32	49,44	49,54	49,58	49,40	49,84	49,36	48,32	49,50	49,84	49,10	49,52	49,30	50,08	49,36	48,36	48,56	49,52	49,54
1,20	1,70	0,80	0,80	1,00	0,80	0,40	0,30	0,40	0,90	1,00	0,30	1,00	0,80	0,50	1,20	1,30	1,10	0,50	0,80	0,40

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



=  
 $\bar{X}$  : 49,46  
LSC : 49,94  
 $\bar{X}$   
LIC : 48,97  
 $\bar{X}$   
=  
 $\bar{X} = \bar{X}$

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



$\bar{R}$  : 0,84  
LSC : 1,77  
 $\bar{R}$   
LIC : 0,00  
 $\bar{R}$   
 $\bar{R} = \bar{R}$

#### IV.7.10

### CONCENTRACIÓN DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

Debido de que se trata de una materia prima utilizada para elaborar el **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, se contactó al proveedor y se solicitó de la manera más atenta, el método de análisis químico que utiliza para determinar, la concentración del  $H_2O_2$ , para revalidarlo con el nuestro. Además se le comunicó que tiene un plazo de **6 meses** para empezar a implementar el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en el caso de que no lo esté ya utilizando. En caso contrario nos debe enviar las copias de sus **Cartas de Control**.

Pero si no cumple con la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO** del **Peróxido de Hidrógeno**, se comprará a otra compañía.

También se le indicó que se debe de fijar fecha para hacer una auditoría por nuestro departamento de **CONTROL DE CALIDAD**, para corroborar que se está aplicando ya el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** y que a partir de esta fecha se deben hacer periódicamente. Nunca se ha tenido problemas con esta materia prima. El rango de concentración es de **48 - 50%**.

PRODUCTO: ÁCIDO SULFÚRICO

LAVE: A - 15

TAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL TMT

PARAMETRO DE MEDICIÓN: CONCENTRACIÓN EN PORCENTAJE

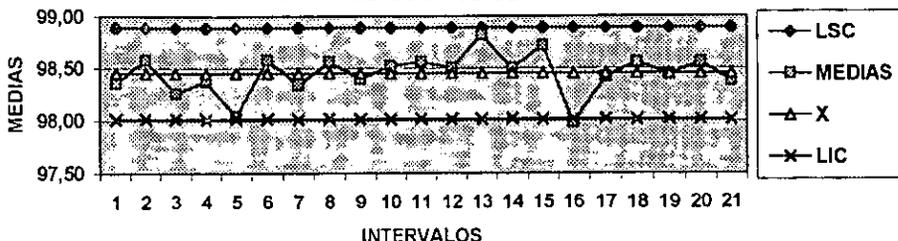
OBSERVACIONES: INTERVALO 97 - 99%

TOMA DE MUESTRA

98,1	97,8	97,5	98,3	98,0	98,5	98,0	98,5	98,5	98,9	98,5	98,6	98,0	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	98,5	97,9	97,8
98,0	98,5	98,5	98,6	97,5	98,7	98,5	98,7	98,4	98,5	98,5	98,5	99,1	98,6	98,2	98,0	98,6	98,7	98,5	98,8	98,8	98,5
98,5	99,1	98,6	98,5	97,8	98,5	98,4	98,4	98,6	98,0	98,6	98,7	99,0	98,4	99,0	98,1	98,5	98,6	98,7	98,8	98,9	98,5
98,5	99,0	98,5	98,5	98,5	98,7	98,5	98,7	98,5	98,7	98,7	98,7	99,5	98,5	99,5	97,5	98,7	98,5	98,5	98,6	98,5	98,5
98,7	98,5	98,2	98,0	98,4	98,5	98,3	98,5	98,0	98,5	98,5	98,0	98,5	98,5	98,4	97,8	97,8	98,5	98,0	98,7	98,2	98,2

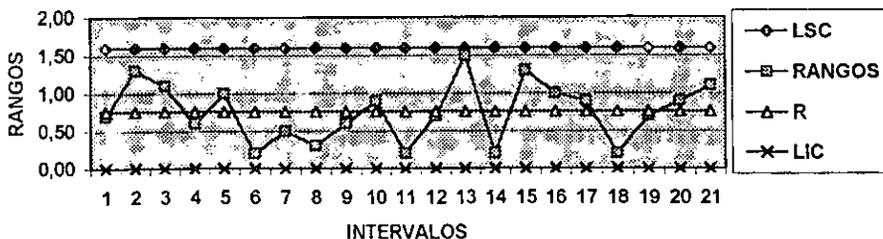
491,8	492,9	491,3	491,9	490,2	492,9	491,7	492,8	492,0	492,8	492,8	492,5	494,1	492,5	493,6	493,9	492,1	492,9	492,2	492,8	491,9
98,36	98,58	98,26	98,58	98,64	98,58	98,34	98,56	98,40	98,52	98,56	98,50	98,82	98,50	98,72	97,98	98,42	98,56	98,44	98,58	98,38
0,70	1,30	1,10	0,80	1,00	0,20	0,50	0,30	0,60	0,90	0,20	0,70	1,50	0,20	1,30	1,00	0,90	0,20	0,70	0,80	1,10

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



=  
 $\bar{X}$  : 98,45  
LSC : 98,89  
 $\bar{X}$   
LIC : 98,01  
 $\bar{X}$   
=  
 $\bar{X}$  =  $\bar{X}$

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



$\bar{R}$  : 0,76  
LSC : 1,60  
 $\bar{R}$   
LIC : 0,00  
 $\bar{R}$   
 $\bar{R}$  =  $\bar{R}$

#### IV.7.11

### CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO

Como se trata de una materia prima, se solicita al proveedor el método de análisis químico que usa para determinar la concentración del  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y poderlo revalidar con el que utilizamos en la compañía.

Se le comunicó que tiene seis meses para implementar el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** en caso de no estarlo aplicando en este momento. Si ya lo usa como herramienta de **Control Estadístico** se le solicita de favor, que nos envíe copias de las **Cartas de Control** y que se fije una fecha para realizar auditorías en su compañía y a partir de que se lleve a cabo la primera, debe hacerse un calendario para posteriores auditorías periódicas.

De acuerdo a lo observado en esta materia prima, no se han detectado alteraciones importantes. El rango de concentración que tenemos para el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  es de:

**97 - 99 %.**

PRODUCTO: DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

PLAVE: C - 02

ETAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL TMT

PARAMETRO DE MEDICIÓN: TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN

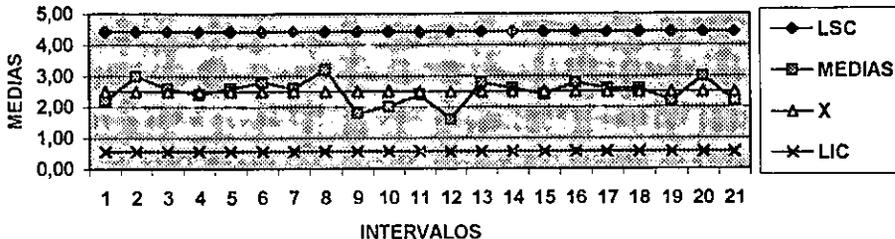
OBSERVACIONES: SE TOMA LA TEMPERATURA EN GRADOS CELSIUS

TOMA DE MUESTRA

4	5	3	3	1	1	3	3	1	1	2	1	4	3	3	4	3	5	1	0	2
1	4	4	1	3	2	2	5	2	0	3	0	3	1	1	5	1	1	4	3	1
3	3	3	2	4	5	1	4	3	3	1	3	1	2	4	3	3	3	3	5	3
2	1	2	4	3	4	3	3	2	4	4	1	2	3	3	1	4	1	2	4	4
1	2	1	2	2	2	4	1	1	2	2	3	4	4	1	1	2	3	1	3	1

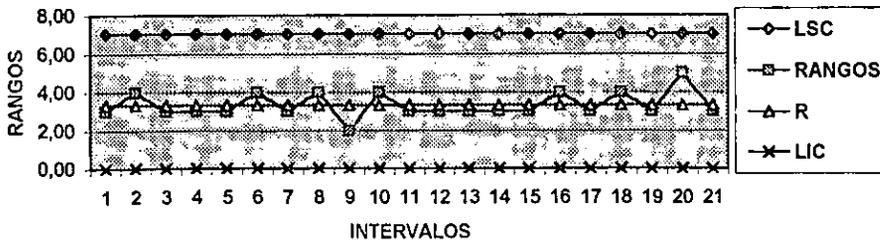
MA	11,00	15,00	13,00	12,00	13,00	14,00	13,00	16,00	9,00	10,00	12,00	9,00	14,00	13,00	12,00	14,00	13,00	13,00	11,00	15,00	11,00
DIA	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	3	2
RANGO	3	4	3	3	3	4	3	4	2	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	5	3

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



= X : 2,50  
 LSC : 4,43  
 X  
 LIC : 0,56  
 X  
 =  
 X= X

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



$\bar{R}$  : 3,33  
 LSC : 7,03  
 R  
 LIC : 0,00  
 R  
 R=  $\bar{R}$

#### IV.7.12

### TEMPERATURA FINAL DE REACCIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (DENTRO DEL REACTOR)

En esta etapa el proceso, es mejor tener una temperatura cercana a **0° C**. Porque se ha observado que si la temperatura es mayor a **5° C**, ese lote de **TMT**, toma una coloración entre crema y amarillo claro y como consecuencia el punto de fusión es menor de **138° C**. Sin embargo las medidas a mejorar la chaqueta del reactor ya se tomaron.

El registro de la temperatura también se llevará a cabo por medio del sensor electrónico. En este caso también se puede determinar que la elevación de la temperatura en la reacción se puede deber a causas originadas por el operador, por lo que el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, como ya se ha mencionado, también nos ayuda a determinar si cada que se presenta algún problema hay una o varias personas que constantemente están interviniendo en la producción del lote.

Como la **Media de Medias** es:

=

$$\bar{x} = 2.50 \text{ °C}$$

Se determinó que el nuevo **Rango de Temperatura** en la reacción es:

$$0 - 3^{\circ} \text{ C}$$

Se hizo una prueba piloto en planta.

PRODUCTO: DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

AVE: C - 02

TAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL TMT

PARAMETRO DE MEDICIÓN: TIEMPO DE REACCIÓN

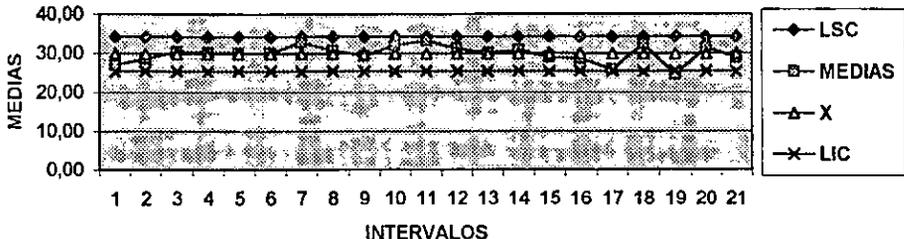
OBSERVACIONES: SE TOMA EN MINUTOS

TOMA DE MUESTRA

31	30	33	27	31	32	33	27	32	33	37	33	30	34	30	27	22	27	22	28	31
32	27	29	25	30	31	31	32	25	32	39	31	29	27	27	31	21	39	23	30	33
25	23	32	31	27	28	35	29	27	29	35	29	27	33	29	33	30	35	25	31	29
23	32	30	33	29	30	37	31	31	31	27	31	31	29	30	27	27	30	26	33	32
24	31	28	35	33	29	28	34	32	35	28	32	33	31	29	25	29	31	27	35	19

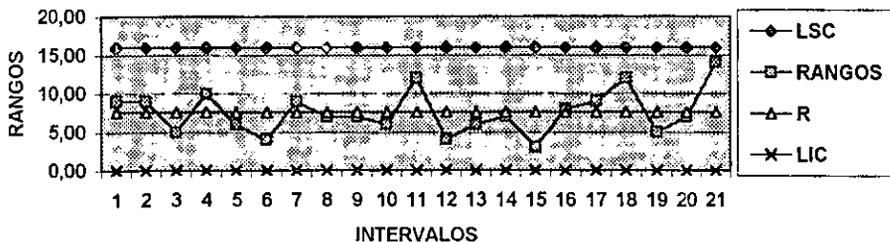
135	143	152	151	150	150	164	153	147	160	166	158	150	154	145	143	129	182	123	157	144
27,00	28,80	30,40	30,20	30,00	30,00	32,80	30,60	28,40	32,00	33,20	31,20	30,00	30,80	29,00	28,60	25,80	32,40	24,60	31,40	28,60
9	9	6	10	6	4	9	7	7	6	12	4	6	7	3	8	9	12	5	7	14

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



$\bar{X}$  : 29,85  
 LSC : 34,24  
 X  
 LIC : 25,46  
 X  
 $\bar{X}$

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



$\bar{R}$  : 7,57  
 LSC : 15,98  
 R  
 LIC : 0,00  
 R  
 $\bar{R}$

#### IV.7.13

### TIEMPO DE REACCIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (DENTRO DEL REACTOR QUÍMICO)

En esta etapa del proceso se toma como base para determinar los intervalos de tiempo, la **Media de Medias** obtenidas en las **Gráficas de Control de Medias**. La **Media de Medias** en el proceso es de:

=

$$x = 29.85 \text{ Minutos}$$

Se observa que el proceso no está controlado por la variabilidad en las **Gráficas de Rangos**.

Por lo que se decidió, tomando en cuenta también la experiencia que se tiene de producir el **TMT**, que el nuevo intervalo de tiempo de reacción es:

**27 - 30 Minutos**

Es necesario mencionar que hay operadores que dejan la reacción dentro del reactor hasta por un período de **39 minutos**, lo que provoca un desgaste mayor en el equipo, así como mayor gasto de energía eléctrica.

Por otra parte se observa que otros dejan la reacción solo **19 minutos**, lo que puede provocar alteraciones en las propiedades físicas y químicas finales del **TMT**, estas variaciones del tiempo de reacción son las que el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, trata de optimizar.

En este caso también se puede sobre la base de los resultados determinar si estas variaciones se deben a los operadores, ya sea de manera intencional o no.

Se llevó a cabo una prueba piloto en planta con el nuevo tiempo de reacción.

Replanteando el hecho de que esto sólo es un primer cambio en el tiempo de reacción, pero que conforme se avance en la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, los cambios serán constantes hasta que se llegue a la optimización de éste.

**PRODUCTO:** DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

**LAVE:** C - 02

**TAPA DE PROCESO:** SÍNTESIS DEL TMT

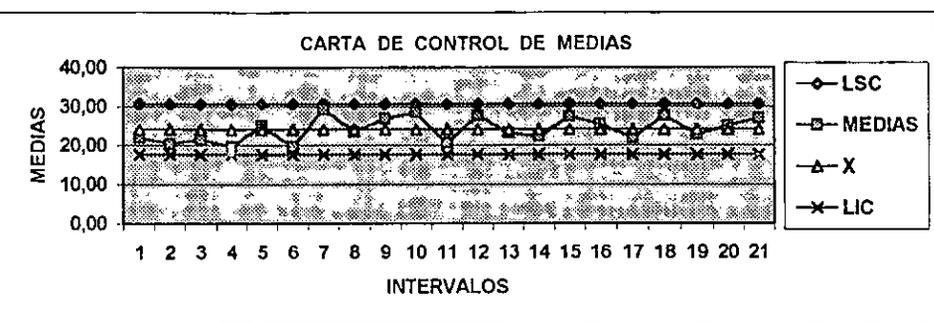
**PARAMETRO DE MEDICIÓN:** TIEMPO DE CENTRIFUGADO DEL TMT

**OBSERVACIONES:** SE REGISTRA EN MINUTOS

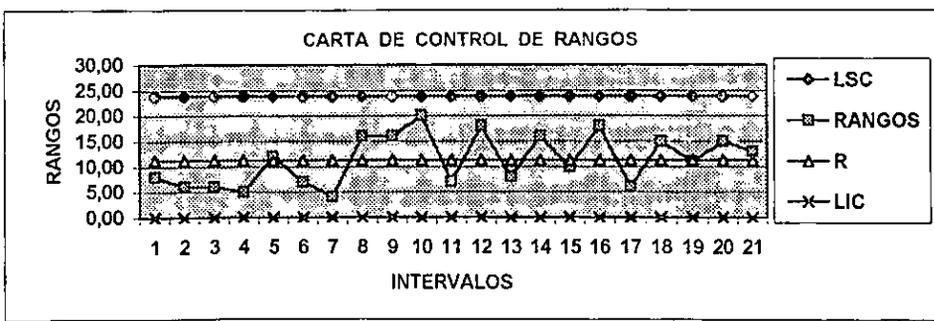
**TOMA DE MUESTRA**

27	17	21	19	18	21	31	33	35	37	21	25	27	17	23	34	21	27	19	33	27
23	21	18	17	30	15	30	28	27	28	22	35	19	19	24	35	19	29	21	30	29
21	19	23	22	28	19	28	17	19	17	17	37	24	21	31	19	21	31	23	19	30
20	23	21	21	27	22	27	19	21	32	19	19	27	33	26	17	23	33	21	18	18
19	22	24	19	22	21	31	21	32	28	24	22	19	21	33	22	25	18	30	25	31

110	102	107	98	125	98	147	118	134	142	103	138	118	111	137	127	109	138	114	125	135
22,00	20,40	21,40	19,80	25,00	19,60	29,40	23,60	28,80	28,40	20,80	27,80	23,20	22,20	27,40	26,40	21,80	27,80	22,80	25,00	27,00
8	6	8	5	12	7	4	16	16	20	7	18	8	16	10	18	6	15	11	16	13



=  
 $\bar{X}$  : 24,13  
 LSC : 30,68  
 $\bar{X}$   
 LIC : 17,59  
 $\bar{X}$   
 =  
 $\bar{X} = \bar{X}$



$\bar{R}$  : 11,29  
 LSC : 23,81  
 $\bar{R}$   
 LIC : 0,00  
 $\bar{R}$   
 $\bar{R} = \bar{R}$

#### IV.7.14

### TIEMPO DE CENTRIFUGADO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

Es necesario determinar el tiempo del primer intervalo de centrifugado del **TMT** obtenido a partir del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.

Para ello se forma el intervalo de la **Media de Medias** obtenida en las **Cartas de Control**.

**Intervalo:**

=

**x = 24.13 Minutos**

Aquí se observa de nuevo que hay operadores que dan un tiempo de centrifugado de **37 minutos** y otros solamente de **15 minutos**. Como la principal y única función del centrifugado es la eliminación de agua, esto no altera las propiedades físicas y químicas del compuesto, porque en la siguiente etapa que es el secado del **TMT**, provoca que haya una variabilidad entre la humedad de un lote y otro, además el tiempo de secado es mayor. Tomando en cuenta el intervalo de **Medias** de las **Cartas de Control** se tomó la decisión de que el nuevo intervalo de **Tiempo de Centrifugado** es:

**23-25 Minutos**

Se llevó a cabo una prueba piloto en planta.

Como consecuencia de la optimización del tiempo de centrifugado, se evitará el desgaste innecesario del equipo y se tendrá un menor gasto de energía eléctrica. Como el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, se aplica

conjuntamente con todos los departamentos de la empresa. El departamento contable después de hacer un estudio de lo anterior, determinó que el ahorro económico que se obtendrá es muy significativo para la compañía.

Es necesario volver a mencionar que es sólo la primera etapa de optimización en el tiempo de centrifugado.

PRODUCTO: DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

LAVE: C -02

ETAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL TMT

PARAMETRO DE MEDICIÓN: TIEMPO DE MOLIDO DEL TMT

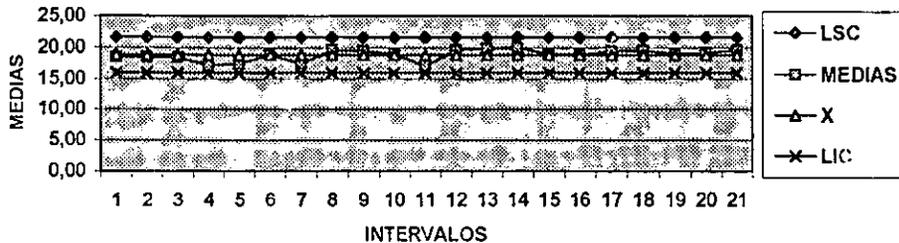
OBSERVACIONES: SE REGISTRA EN MINUTOS

TOMA DE MUESTRA

17	15	15	18	19	20	15	21	23	17	17	21	22	22	21	18	22	17	21	17	17
21	19	17	17	17	21	16	19	19	15	15	22	21	21	20	19	21	19	20	19	19
19	20	19	15	15	17	20	15	17	21	16	19	18	19	19	17	19	21	19	21	21
18	21	21	17	17	19	17	21	20	23	18	17	17	18	18	19	17	22	17	20	22
17	17	20	19	19	17	19	22	18	19	19	19	21	20	17	21	18	19	18	19	19

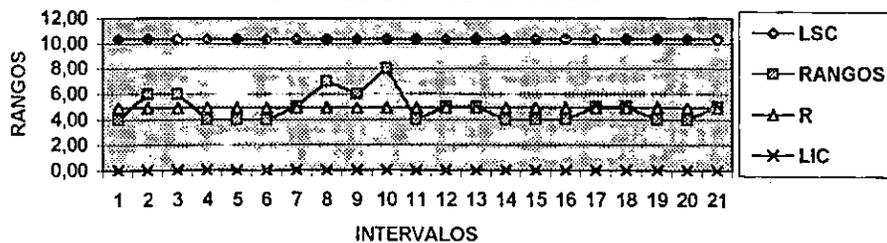
92	92	92	88	87	94	87	98	97	95	85	88	99	100	95	94	97	98	85	88	88
18,40	18,40	18,40	17,20	17,40	18,80	17,40	19,60	19,40	18,00	17,00	19,80	19,80	20,00	19,00	18,80	19,40	18,60	18,00	19,20	19,60
4	8	6	4	4	4	5	7	6	8	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	5

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



=  
 $\bar{X}$  : 18,81  
 LSC : 21,65  
 $\bar{X}$   
 LIC : 15,96  
 $\bar{X}$   
 =  
 $\bar{X}$  =  $\bar{X}$

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



$\bar{R}$  : 4,90  
 LSC : 10,35  
 $\bar{R}$   
 LIC : 0,00  
 $\bar{R}$   
 $\bar{R}$  =  $\bar{R}$

#### IV.7.15

### TIEMPO DE MOLIDO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

En esta operación de planta, se vuelve a observar que hay mucha variación en el tiempo de molido, esto se debe principalmente al operador, por lo que las **Gráficas de Control** nos dan un primer intervalo de tiempo para el molido del **TMT**. Tomando como referencia el valor de la **Media de Medias** se obtiene el siguiente valor:

=

**x = 18.81 Minutos**

Por lo que se determinó un primer intervalo de:

**Intervalo: 18-20 Minutos**

El principal beneficio de que se tenga un tiempo de molido, es que se tiene un menor desgaste del equipo y menor consumo de energía eléctrica.

Todas las mejoras que se hacen al proceso de molido del **TMT**, primeramente se llevan a cabo como prueba piloto en planta.

Es importante volver a mencionar que cada cambio en el proceso se hace en conjunto con todos los departamentos involucrados, como en este caso el **Departamento de Contabilidad** hizo un estudio económico para determinar el ahorro que se obtiene al optimizar el tiempo de molido.

**PRODUCTO:** DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

**AVE:** C - 02

**ETAPA DE PROCESO:** SÍNTESIS DEL TMT

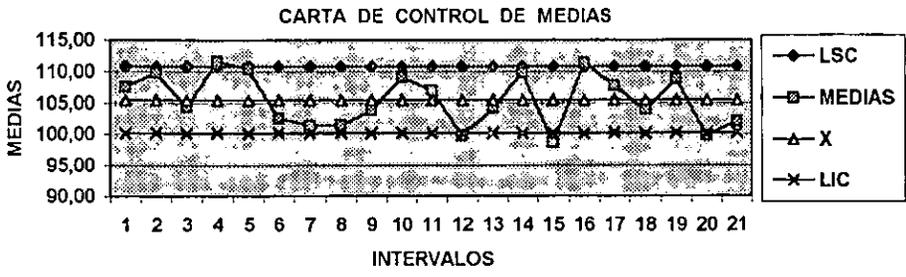
**PARAMETRO DE MEDICIÓN:** TEMPERATURA DE SECADO DEL TMT

**OBSERVACIONES:** REGISTRADA EN GRADOS CELSIUS

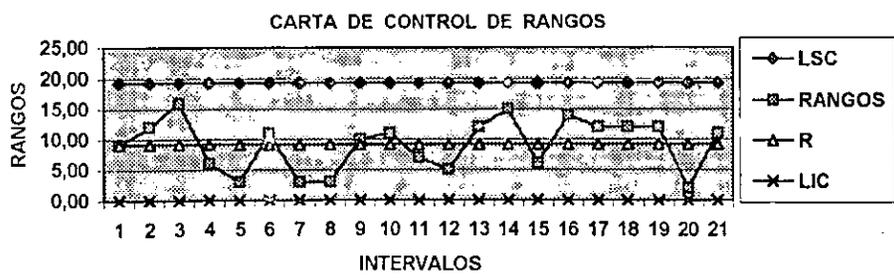
**TOMA DE MUESTRA**

103	108	100	109	110	101	100	100	100	101	110	99	99	113	98	102	111	99	110	99	99
107	112	99	111	109	110	101	101	101	111	109	102	100	114	100	111	112	100	111	101	100
111	111	101	112	110	103	102	101	107	111	107	101	101	115	99	113	111	100	112	100	101
112	115	115	115	111	100	103	102	101	112	106	100	110	107	95	115	105	110	111	99	110
105	103	107	111	112	99	101	103	110	111	103	97	111	100	101	116	100	111	100	100	100

538	549	522	559	552	513	507	507	519	546	535	499	521	549	493	557	539	526	544	489	510
107,6	109,8	104,4	111,9	110,4	102,6	101,4	101,4	103,8	109,2	107,0	98,9	104,2	109,8	98,8	111,4	107,8	104,0	108,8	98,9	102,0
9	12	18	8	3	11	3	3	10	11	7	6	12	15	6	14	12	12	12	2	11



$\bar{X}$  : 105,5  
 LSC : 110,8  
 $\bar{X}$   
 LIC : 100,2  
 $\bar{X}$   
 $\bar{X} = \bar{X}$



$\bar{R}$  : 9,14  
 LSC : 19,29  
 $\bar{R}$   
 LIC : 0,00  
 $\bar{R} = \bar{R}$

#### IV.7.16

### TEMPERATURA DE SECADO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

En esta etapa del proceso es determinante tener la temperatura adecuada, porque de lo contrario el compuesto se puede descomponer y obtenerse un **TMT** fuera de especificación.

Es muy importante utilizar el resultado obtenido de la **Media de Medias**, para ir optimizando la temperatura de secado y conjuntamente se deben ir haciendo pruebas piloto en planta.

El intervalo de temperatura de secado del **TMT** obtenido en las **Cartas de Control** en la **Media de Medias** es:

$$\bar{x} = 105.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Sin embargo, hay un punto fuera de control en la **Gráfica de Medias**, en la columna cuatro.

Lo que indica un excesivo tiempo de secado por parte del operador.

Después de hacer dos pruebas en planta, empleando el intervalo anterior de temperatura se determinó que es de:

$$\text{Intervalo: } 107 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Lo anterior es el primer cambio a la temperatura de secado del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.

Así como el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, debe de aplicarse constantemente; la optimización también.

Es importante mencionar que temperaturas mayores de **110 ° C** en el secado del **TMT**, ponen en riesgo la estabilidad del compuesto.

PRODUCTO: DISULFURO DE TETRTRAMETIL TIURAM

LABORATORIO: C - 02

ETAPA DE PROCESO: SÍNTESIS DEL TMT

PARÁMETRO DE MEDICIÓN: TIEMPO DE SECADO DEL TMT

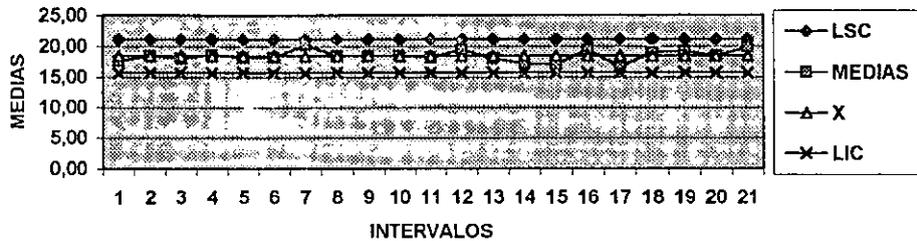
OBSERVACIONES: REGISTRADO EN MINUTOS

TOMA DE MUESTRA

19	14	15	18	20	20	21	17	21	17	17	15	22	15	17	17	18	17	20	15	20
17	17	19	19	20	18	20	19	20	17	19	17	17	19	19	19	19	18	20	17	20
20	21	20	17	17	17	21	17	19	19	21	21	15	17	15	21	15	19	20	19	21
17	19	19	19	19	19	20	19	17	20	20	20	19	20	16	20	14	21	17	21	20
15	21	17	20	15	17	19	20	15	19	14	24	17	15	18	20	17	20	19	20	18

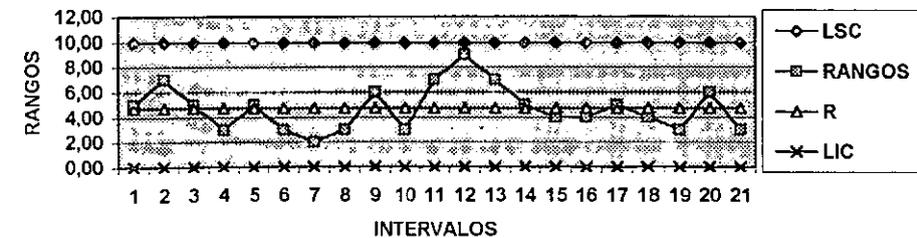
88	92	90	93	91	91	101	92	92	92	91	97	90	88	85	97	83	95	86	92	99
17,60	18,40	18,00	18,60	18,20	18,20	20,20	18,40	18,40	18,40	18,20	19,40	18,00	17,20	17,00	19,40	16,80	18,00	16,20	18,40	19,80
5	7	5	3	6	3	2	3	6	3	7	9	7	5	4	4	5	4	3	6	3

CARTA DE CONTROL DE MEDIAS



=  
 $\bar{X}$  : 18,41  
LSC : 21,14  
 $\bar{X}$   
LIC : 15,68  
 $\bar{X}$   
= X  
 $\bar{X}$

CARTA DE CONTROL DE RANGOS



$\bar{R}$  : 4,71  
LSC : 9,95  
 $\bar{R}$   
LIC : 0,00  
 $\bar{R}$   
 $\bar{R}$   
 $\bar{R}$

#### IV.7.17

### TIEMPO DE SECADO DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

Es importante determinar el intervalo óptimo de tiempo de secado, porque después de la síntesis del **TMT**, en el reactor la etapa más delicada para obtener el **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM** con las características apropiadas es ésta.

Muchas veces se ha observado que un lote que no presentaba problemas, en esta etapa puede convertirse en un compuesto fuera de especificación. Esto se debe a que un tiempo excesivo de secado provoca una coloración crema ó amarilla clara en el **TMT** y como consecuencia el punto de fusión disminuye a menos de **138° C.**

Se tomó como primer intervalo de tiempo de secado el de la **Media de Medias**. A continuación se da el valor:

=

**x = 18.41 Minutos**

Esto se aplicó primeramente en una prueba piloto en planta. Lo anterior dio como primer intervalo de tiempo de secado para el **TMT** dentro de:

**Intervalo 17 - 19 Minutos**

En la compañía, se tienen dos equipos de secado con las mismas características, exclusivamente para este propósito.



#### IV.7.18

### GRAVEDAD ESPECÍFICA A 15° C DEL ACEITE 1EQ - 1552

Debido a que éste se utiliza como aditivo en el **TMT** que se vende comercialmente, para evitar que absorba humedad del aire y que se formen grumos, se tomaron las mismas decisiones que para las materias primas anteriores.

**Solicitando a la empresa de favor, se nos envíe una copia del Método Químico de Análisis que utiliza para determinar la Gravedad Específica del Aceite IEQ-1552 a 15 ° C, para revalidarlo con el nuestro.**

También se le solicitó en caso de que aplique el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, envíe copias de sus **Cartas de Control** y en caso de que no lo esté aplicando tiene como máximo un plazo de seis meses para empezar a implementarlo. Además debe fijar una fecha para realizar una auditoría inicial en sus instalaciones por nuestro **Departamento de Control de Calidad**. Y también fijar fechas periódicas de futuras auditorías.

En caso de no cumplir con lo anterior, el compuesto se comprará en otra compañía. Es importante mencionar que en esta materia prima nunca se ha observado algún problema.

**ODUCTO:** ACEITE IEQ - 1552

**AVE:** A - 143

**APA DE PROCESO:** SÍNTESIS DEL TMT

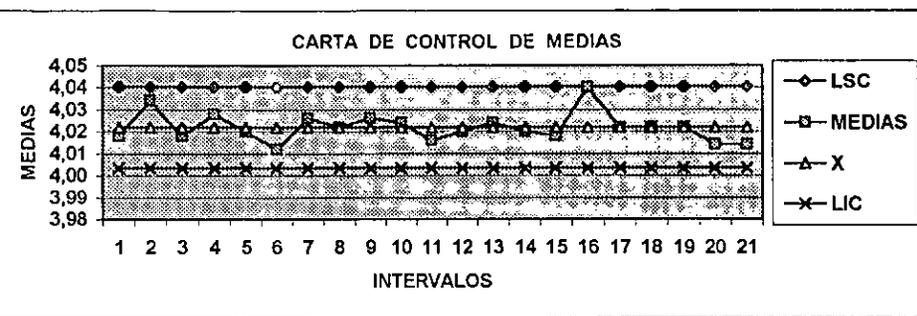
**RAMETRO DE MEDICIÓN:** Kg DE ACEITE IEQ - 1552 (2%)

**SERVACIONES:** 4 Kg ADICIONADOS A CADA LOTE DE TMT (200 Kg)

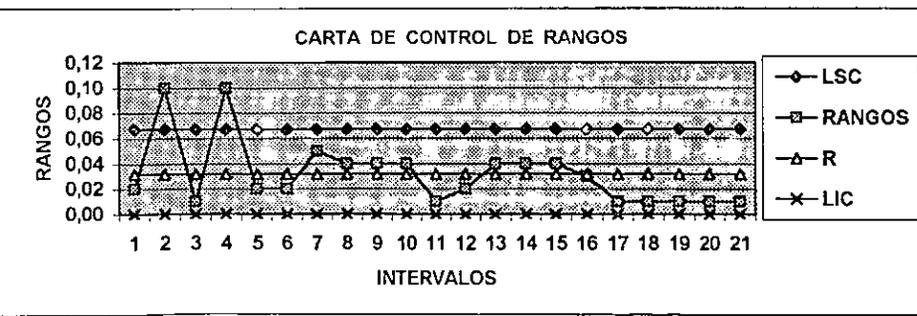
**TOMA DE MUESTRA**

4,02	4,03	4,02	4,10	4,02	4,00	4,05	4,01	4,05	4,02	4,02	4,01	4,01	4,04	4,02	4,05	4,02	4,02	4,02	4,02	4,01
4,01	4,02	4,02	4,00	4,01	4,01	4,05	4,02	4,02	4,01	4,02	4,03	4,02	4,03	4,01	4,03	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02
4,02	4,02	4,01	4,02	4,02	4,02	4,02	4,05	4,03	4,02	4,01	4,02	4,05	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,01
4,03	4,10	4,02	4,01	4,03	4,02	4,01	4,02	4,02	4,05	4,02	4,02	4,02	4,01	4,00	4,05	4,02	4,03	4,02	4,01	4,01
4,01	4,00	4,02	4,01	4,02	4,01	4,00	4,01	4,01	4,02	4,01	4,02	4,02	4,00	4,04	4,05	4,03	4,02	4,03	4,01	4,01

20,09	20,17	20,09	20,14	20,10	20,08	20,13	20,11	20,13	20,12	20,08	20,10	20,12	20,10	20,09	20,20	20,11	20,11	20,11	20,07	20,07
4,02	4,03	4,02	4,03	4,02	4,01	4,03	4,02	4,03	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,04	4,02	4,02	4,02	4,01	4,01
0,02	0,10	0,01	0,10	0,02	0,02	0,08	0,04	0,04	0,04	0,01	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01



= X : 4,02  
 LSC X : 4,04  
 LIC X : 4,00  
 X = X



R̄ : 0,03  
 LSC R : 0,07  
 LIC R : 0,00  
 R = R̄

#### IV.7.19

**KILOGRAMOS DE ACEITE  
IEQ - 1552  
ADICIONADO A CADA LOTE DE 200 Kg  
DE  
DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM  
(TMT)**

El peso del **Aceite IEQ - 1552**, se lleva a cabo en el laboratorio con una báscula electrónica de un valor **Máximo de 10 Kg**

Como se observa en las **Cartas de Control de Medias**, la variación es mínima, sin embargo, falta controlar más esta etapa del proceso, porque en las **Gráficas de Rangos** se ve una variabilidad muy alta.

El valor obtenido para la **Media de Medias** es de:

=

$$x = 4.02 \text{ Kg}$$

El nuevo intervalo que se definió tomando en cuenta a las Cartas de Control es:

**Intervalo: 3.995 - 4.005 Kg**

**DUCTO:** DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

**VE:** C-02

**PA DE PROCESO:** SÍNTESIS DEL TMT

**PARAMETRO DE MEDICIÓN:** TIEMPO DE MEZCLADO ENTRE A - 143 Y TMT

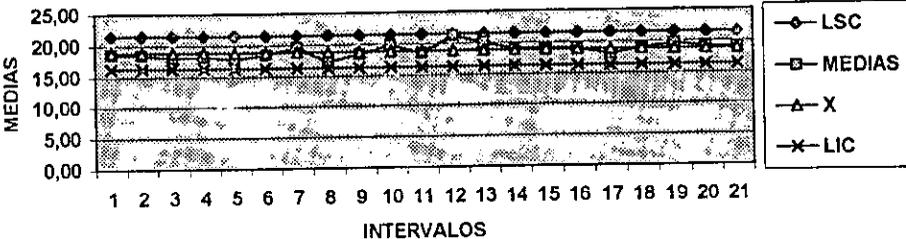
**SERVACIONES:** SE REGISTRA EN MINUTOS

**TOMA DE MUESTRA**

17	19	16	18	22	17	17	19	17	17	21	19	21	19	19	18	17	17	17	17	17
18	17	18	17	19	21	19	16	21	19	17	21	19	18	18	17	19	21	19	19	18
20	20	20	15	17	19	21	17	19	21	18	22	21	19	17	19	20	22	21	21	19
21	19	19	20	15	18	22	15	18	20	19	21	22	22	21	21	18	18	22	20	20
17	17	17	21	16	17	19	19	17	22	17	23	17	17	20	20	16	17	19	19	21

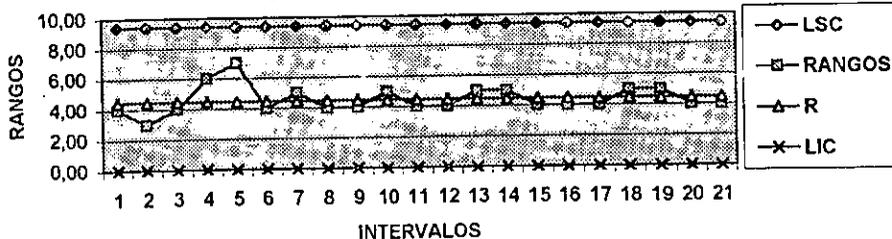
93	92	90	81	89	92	98	86	92	99	92	106	100	95	95	90	95	98	98	95	
18,80	18,40	18,00	18,20	17,80	18,40	19,60	17,20	18,40	18,80	18,40	21,20	20,00	19,00	19,00	18,00	18,00	18,80	19,20	19,00	
4	3	4	6	7	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4

**CARTA DE CONTROL DE MEDIAS**



$\bar{X} =$  18,85  
 LSC  $X =$  21,44  
 LIC  $X =$  16,25  
 $X = \bar{X}$

**CARTA DE CONTROL DE RANGOS**



$\bar{R} =$  4,48  
 LSC  $R =$  9,44  
 LIC  $R =$  0,00  
 $R = \bar{R}$

#### IV.7.20

### TIEMPO DE MEZCLADO ENTRE EL ACEITE IEQ-1552 Y EL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

En esta etapa de producción del **TMT**, es importante el intervalo de tiempo de mezclado entre el **Aceite IEQ - 1552** y el **TMT**, para ahorrar energía eléctrica y también tener un menor desgaste en el equipo.

Se tomó a la **Media de Medias** como parámetro para determinar el primer tiempo de optimización de mezclado.

**Intervalo :**

=

**x = 18.85 Minutos**

Después de hacer una prueba piloto en planta se determinó el nuevo intervalo de tiempo de mezclado.

**Intervalo: 18 - 20 Minutos.**

Se debe mencionar que éste es sólo el primer intervalo de tiempo dentro de la optimización, que sé está haciendo a esta etapa del proceso.

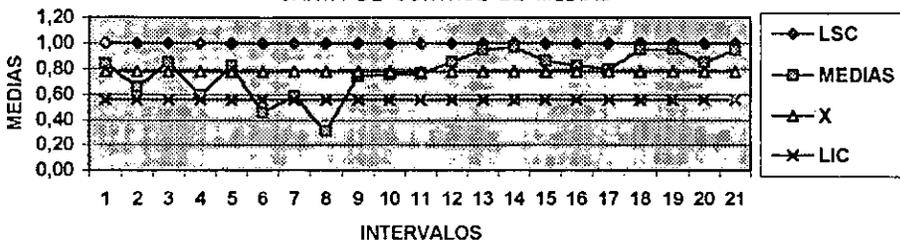
**PRODUCTO:** DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM  
**AVE:** C - 02  
**ETAPA DE PROCESO:** PRODUCTO TERMINADO  
**PARAMETRO DE MEDICIÓN:** PORCENTAJE DE HUMEDAD  
**OBSERVACIONES:** 1 % MÁXIMO

**TOMA DE MUESTRA**

0,81	0,91	0,90	0,30	0,40	0,30	0,92	0,41	0,22	0,91	0,95	0,90	1,00	0,91	0,78	0,79	0,82	0,91	0,92	0,78	0,81
1,00	0,82	0,91	0,19	0,82	0,35	0,91	0,35	0,83	0,45	0,46	0,77	1,10	0,92	0,82	0,81	0,79	0,88	0,88	0,91	0,82
0,75	0,71	0,93	1,00	0,91	0,41	0,31	0,42	0,91	0,82	0,78	0,82	0,91	0,78	0,92	0,88	0,81	0,91	1,05	0,99	0,91
0,82	0,55	0,71	1,20	0,92	0,42	0,42	0,17	0,90	0,79	0,80	0,91	0,82	1,10	0,93	0,79	0,75	0,95	0,95	0,78	1,20
0,83	0,30	0,82	0,30	1,10	0,81	0,41	0,21	0,87	0,82	0,83	0,88	0,90	1,15	0,88	0,87	0,81	1,10	0,98	0,80	1,00

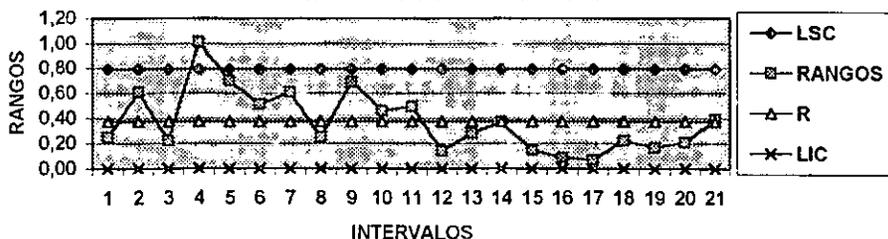
4,21	3,29	4,27	2,99	4,15	2,29	2,97	1,56	3,73	3,79	3,82	4,28	4,73	4,86	4,33	4,14	3,98	4,75	4,78	4,28	4,74
0,84	0,86	0,85	0,80	0,83	0,48	0,59	0,31	0,75	0,76	0,78	0,88	0,85	0,97	0,87	0,83	0,90	0,95	0,96	0,85	0,86
0,25	0,81	0,22	1,01	0,70	0,51	0,61	0,25	0,69	0,46	0,49	0,14	0,28	0,37	0,16	0,08	0,87	0,22	0,17	0,21	0,39

**CARTA DE CONTROL DE MEDIAS**



$\bar{X}$  = 0,78  
 LSC = 1,00  
 LIC = 0,56  
 $\bar{X} = \bar{X}$

**CARTA DE CONTROL DE RANGOS**



$\bar{R}$  = 0,38  
 LSC = 0,79  
 LIC = 0,00  
 $\bar{R} = \bar{R}$

#### IV.7.21

### HUMEDAD FINAL DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

El valor máximo de humedad en el producto final es del 1 %, de acuerdo a las especificaciones anteriores, sin embargo el máximo valor que se permite actualmente dentro de la **Industria Hulera** es de 0.3 %.

Tomando como base el valor obtenido en la **Media de Medias** de las **Cartas de Control**, se obtuvo el siguiente valor:

$$=$$
$$x = 0.78 \%$$

Se observan puntos en la **Gráfica de Medias** con humedades menores a 0.3 %, sin embargo, se encuentran también datos muy por arriba de este valor. Esto se puede comprobar por la gran dispersión que presenta la **Gráfica de Rangos**.

Se especificaron los nuevos intervalo de humedad para la producción del **TMT**.

**Intervalo : 0.5-0.7 %**

Como todo esto es un trabajo de equipo con nuestros proveedores, nosotros tenemos como máximo **2 años** para cumplir con las especificaciones de la **Industria Hulera Mexicana**. Durante este lapso de tiempo estamos sujetos a **Auditorías Trimestrales** por parte de nuestros clientes para que comprueben que estamos aplicando el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, así como nuestras mejoras en proceso.

Es necesario mencionar que cada que tenemos una auditoría por parte de nuestros clientes, hacemos auditorías internas una semana antes. Esto se lleva a cabo en todos los departamentos de la empresa.

**ODUCTO:** DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM

**AVE:** C - 02

**APA DE PROCESO:** PRODUCTO TERMINADO

**RAMETRO DE MEDICIÓN:** PUNTO DE FUSIÓN EN GRADOS CELSIUS

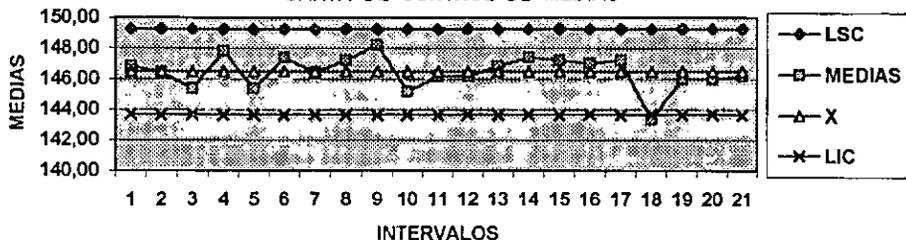
**SERVACIONES:** 145 GRADOS CENTÍGRADOS MÍNIMO

**TOMA DE MUESTRA**

147	149	149	148	148	148	141	147	147	142	147	148	147	147	148	147	148	142	142	141	148
148	148	142	149	142	147	147	148	147	148	142	147	147	148	148	147	147	145	148	142	147
147	140	148	148	141	147	149	147	152	147	147	141	147	147	147	147	142	147	148	145	
145	147	141	147	148	147	147	147	147	149	148	147	146	147	147	147	141	145	150	150	
147	148	147	147	148	148	148	147	148	140	147	148	147	148	146	147	147	148	149	141	

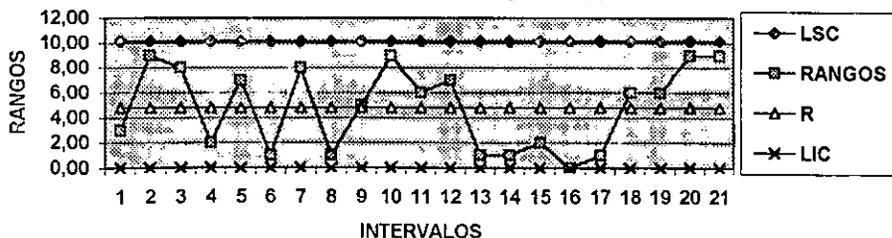
734	732	727	735	727	737	732	736	741	726	737	731	734	737	738	735	736	717	730	730	731
146,8	146,4	145,4	147,8	145,4	147,4	146,4	147,2	148,2	145,2	148,2	146,2	146,8	147,4	147,2	147,0	147,2	143,4	148,0	146,0	146,2
3	9	8	2	7	1	8	1	6	9	8	7	1	1	2	0	1	6	8	8	9

**CARTA DE CONTROL DE MEDIAS**



= X : 146,5  
 LSC X : 149,3  
 LIC X : 143,7  
 X = X

**CARTA DE CONTROL DE RANGOS**



R-bar : 4,81  
 LSC R : 10,15  
 LIC R : 0,00  
 R = R-bar

#### IV.7.22

### PUNTO DE FUSIÓN DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

De todas las especificaciones requeridas para el **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, la que recibe mayor atención es el **Punto de Fusión**, porque éste indica la pureza del compuesto.

Antes de que se empezara a implementar el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, el **Sector Hulero** no tenía un valor mínimo para el punto de fusión de este compuesto y en el caso de nuestra empresa se consideraba un **TMT** dentro de especificación al que tenía un punto de fusión mínimo de **140 ° C**, porque no había problema al venderse.

Pero en la actualidad la compañía **FORD MOTOR COMPANY, S. A.**; es la que verifica que toda empresa que esté dentro del **Sector HULERO MEXICANO** implemente el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** y en cada caso de no hacerlo queda eliminada del mercado.

Las especificaciones que se están solicitando, son iguales a las de la **INDUSTRIA HULERA ESTADOUNIDENSE Y CANADIENSE**. El valor del punto de fusión mínimo requerido es de **152 ° C**.

Para llegar a esta especificación se tiene como plazo dos años y en dado caso de que no se cumpla, se perderá el mercado.

Tomando como base la gráfica de Control, se obtuvo un intervalo del punto de fusión de **Media de Medias** de:

=

$$x = 146.5 \text{ ° C}$$

Sin embargo los puntos fuera de control en la **Gráfica de Medias**, se deben a que el proceso no está controlado y por esto se obtienen puntos de fusión de **140 ° C** hasta **152° C**; lo que confirma que no está controlada la síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, además la gran variabilidad en la **Gráfica de Rangos** es una prueba más para corroborar lo anterior. El nuevo Intervalo del Punto de Fusión es:

**145 °C Mínimo**



#### IV.7.23

### TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT)

En esta especificación del **TMT**, nunca se ha tenido problemas con algún cliente.

El tamaño de partícula es muy importante, porque este compuesto es un vulcanizante y cuando se utiliza en la elaboración de algún objeto de hule, si el tamaño de partícula no es el adecuado, éste puede terminar con pequeños grumos en su superficie.

Lo anterior se ejemplifica con los tapones de hule de los frascos ampula en inyectables, ya que deben de estar perfectamente sellados y no presentar ninguna anomalía en su superficie, porque si hay algún defecto puede facilitar la entrada de aire y también de microorganismos; que pueden contaminar el producto farmacéutico, pudiendo ser la causa de algún daño al paciente que se le esté aplicando, inclusive se le puede causar la muerte por la contaminación del fármaco.

La especificación de la Industria Hulera es del **0.1 % máximo**. En nuestro caso el proceso que se sigue para la elaboración del **TMT** no tiene problema para cumplir con la especificación.

De acuerdo a nuestro estudio estadístico, aún estando dentro de los límites de la especificación, existe mucha variabilidad en el proceso esto se observa tanto en la **Gráfica de Medias y la de Rangos**, esta última nos indica que tanto puede estar controlado el proceso de síntesis del **TMT**.

Como primer intervalo de optimización en el tamaño de partícula se especificó entre:

**0.05 - 0.07 %**

## **CAPITULO V**

# **CONCLUSIONES**

- I. El **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, se aplicó a la síntesis del **DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, comprometiéndolo a todo el **Personal (Directivo, Administrativo, Técnico, de Seguridad y Limpieza)** de la empresa.
- II. Cada una de las etapas **Proceso de Síntesis del TMT**, se han mejorado, controlando las variables críticas en cada una de ellas. Pero es necesario mencionar que esto debe de hacerse constantemente, cuando se aplica el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**.
- III. De acuerdo a los resultados obtenidos durante la implementación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en la **Síntesis del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**, las características de éste, son más estables y homogéneas. Porque los **Intervalos de Control** de las **Variabes Críticas** en cada una de las etapas de producción son más estrictas.
- IV. Como resultado de la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en la **Síntesis del TMT**, se hicieron las siguientes mejoras y cambios en cada una de las etapas del proceso:
  1. **MATERIAS PRIMAS (Hidróxido de Sodio (Sosa Rayón), Dimetil Amina, Bisulfuro de Carbono, Peróxido de Sodio, Ácido Sulfúrico y Aceite IEQ-1552)**
    - i. Se les comunicó a los **Proveedores** que los **Métodos de Análisis**, deben ser **Revalidados** por los **Departamentos de Control de Calidad**.
    - ii. Tienen como máximo **Seis Meses** para implementar el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en sus plantas industriales.

iii. En caso de estar aplicando el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, deben enviar las copias de sus **Cartas de Control**, cuando hagan una entrega de alguna de las materias primas.

iv. Se implementará un **Programa de Auditorías** de nuestro **Departamento de Control de Calidad**, para monitorear los avances de la implementación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, en sus instalaciones.

## **2. Tiempo de Reacción del DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM).**

i. Se estableció un nuevo **Intervalo de Tiempo**, cuyo valor es:  
**38-42 Minutos**

## **3. Temperatura Final de Reacción del DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO (SDM).**

i. Se solicitó presupuesto para mejorar el **Intercambio de Calor del Reactor Químico Vidriado**.

ii. Se instaló un **Sensor Electrónico**, en lugar de un **Termómetro de Contacto**.

iii. Se llevó a cabo un **Estudio Económico** por parte del **Departamento de Contabilidad**, para determinar los beneficios que se obtienen al **Optimizar** esta etapa del proceso.

iv. Se solicitó un presupuesto para la compra de una **Computadora** adaptable al **Sensor Electrónico**.

v. Se determinó un nuevo **Intervalo de Temperatura**, cuyo valor es:

**0-3 °C**

**4. Concentración de la solución del DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO.**

- i. Se **Revalidó el Método de Análisis**.
- ii. Se **Recalibraron las Básculas de 200 Kg** que se utilizan en la planta.
- iii. Se revisaron las **Formulaciones de Síntesis del SDM**.
- iv. Se realizó un **Estudio Económico**, por parte del **Departamento Contable**, para cuantificar los beneficios que obtendrán al optimizar esta etapa del proceso.
- v. Se estableció un nuevo **Intervalo de Concentración** de:

**$40 \pm 0.5 \%$**

**5. Alcalinidad de la Solución del DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO.**

- i. Se revisaron las **Formulaciones de Síntesis del SDM**.
- ii. Se **Recalibraron las Básculas de 200 Kg**, que se usan en la planta.
- iii. Se **Revalidó el Método de Análisis de Alcalinidad**.
- iv. Se determinó un nuevo **Intervalo de Alcalinidad** de:

**$0.4 \pm 0.01$**

**6. Densidad de la Solución del DIMETIL DITIOCARBAMATO DE SODIO .(SDM).**

- i. Se Revalidó el Método de Análisis de Densidad.
- ii. Se creó una Tabla de Equivalencias entre la Lectura del Densímetro y la Concentración del SDM.
- iii. Se estableció un nuevo Intervalo de Densidad de:

**1.414-1.435 gramos/cm<sup>3</sup>**

**7. Temperatura Final de Reacción del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (Dentro del Reactor).**

- i. Se solicitó Presupuesto para mejorar la Chaqueta del Reactor Químico.
- ii. Se cambió un Termómetro de Contacto por un Sensor Electrónico.
- iii. Se utilizó una Planta Piloto para hacer una primera prueba.
- iv. El nuevo Intervalo de Temperatura Final de Reacción del TMT dentro del reactor es de:

**0-3 °C**

**8. Tiempo de Reacción del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (DENTRO DEL REACTOR).**

- i. Se llevó a cabo un prueba en una Planta Piloto.
- ii. Se estableció un nuevo Intervalo de Tiempo de:

**27-30 Minutos**

**9. Tiempo de Centrifugado del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM (TMT).**

- i. Se llevó a cabo una **Prueba en Planta** con un lote de **TMT**.
- ii. El **Departamento de Contabilidad** hizo un estudio económico de los beneficios que se obtendrían al optimizar esta etapa del **Proceso de Síntesis del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM**.
- iii. Se tiene un nuevo **Intervalo de Tiempo de Centrifugado**, que tiene un valor de:

**23-25 Minutos**

**10. Tiempo de molido del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

- i. Se realizó un **Prueba Piloto en Planta**.
- ii. Se llevó a cabo un **Estudio Económico** por parte del **Departamento de Contabilidad**, para determinar que tan redituable es el optimizar el tiempo de molido.
- iii. El nuevo **Intervalo de Tiempo de Molido** es de:

**18-20 Minutos**

**11. Temperatura de Secado del TMT.**

- i. Se llevó a cabo una **Prueba Piloto en Planta**.
- ii. El nuevo **Intervalo de Temperatura de Secado** es:

**107 ± 1°C**

**12. Tiempo de Secado del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

- i. Se realizó una Prueba Piloto en Planta.
- ii. El nuevo Intervalo del Tiempo de Secado es:

**17-19 Minutos**

**13. Kilogramos de Aceite IEQ-1552, adicionado a cada lote de 200 Kg de TMT.**

- i. Se determinó un nuevo Intervalo de Aceite IEQ-1552 adicionado a un lote de 200 Kg de TMT, cuyo valor es:

**3.995-4.005 Kg**

**14. Tiempo de Mezclado entre el Aceite IEQ-1552 y el DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

- i. Se realizó una Prueba Piloto en Planta.
- ii. Se tiene un nuevo Intervalo de Tiempo de Mezclado de:

**18-20 Minutos**

**15. Humedad Final del Vulmic TMT.**

- i. Se determinó un nuevo Intervalo de Humedad Final, cuyo valor es de:

**0.5-0.7 %**

**16. Punto de Fusión del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

i. El Mínimo Punto de Fusión en el Vulmic TMT es de:

**145 °C Mínimo**

**17. Tamaño de Partícula del DISULFURO DE TETRAMETIL TIURAM.**

i. El nuevo Intervalo de Tamaño de Partícula es:

**0.05-0.07 %**

## PROPUESTAS

- I. Se deben impartir **Cátedras de CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** en las **Instituciones de Educación Media Superior y Superior**.
- II. El de **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, debe de ser aplicado dentro de las **Empresas Nacionales** como herramienta para mejorar la **Calidad**.
- III. Se debe involucrar a las **Autoridades Gubernamentales**, para que el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** sea verdaderamente un medio de cambio en el ámbito nacional.
- IV. Se debe de **Instituir un Premio Anual de Calidad**, para las **Empresas** que al aplicar el **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, presenten la mejor **Calidad**.
- V. Se les debe dar **Prioridad** en el **Mercado Industrial** a los ganadores del **Premio de Calidad**, como reconocimiento a su disposición para mejorar.
- VI. **Los Premios de Calidad** deben ser avalados por **Empresas Líderes** a nivel **Internacional** en el **Área Industrial** dada.

## COMENTARIO FINAL

Es necesario mencionar que la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO** dentro de la empresa, ha sido la herramienta que nos ha permitido permanecer dentro del mercado nacional de la **INDUSTRIA HULERA MEXICANA**, así como también poder exportar a varios países de América y Europa.

Creo que sólo es necesario recordar que el milagro Japonés se debe en gran parte a la aplicación del **CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO**, que adoptaron no sólo como la herramienta para mejorar su producción industrial, sino que lo tomaron como una forma de vida que aplicaron a todos los niveles de su sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. González Hernández, A.  
Implementación de los Círculos de Calidad en México  
Calidad  
p. 19-21  
Sep.-Oct. 1976
2. Abernaty, W.; Clark, K.  
La Nueva Era de Competencia Industrial  
Expansión  
p. 282-308  
Agosto 21, 1991
3. Órnelas, V.  
Por una Nueva Estrategia Competitiva  
Expansión  
p. 31-34  
Enero 8, 1992
4. Abud Urbiola, I.  
Calidad Total, La Estrategia en el Mundo de los Negocios  
Transformación  
Vol. XXXV No. 7  
Julio 1991
5. Colunga, S.  
La Importancia de la Calidad Total ante el Tratado de Libre Comercio  
Transformación  
Vol. XXXV No. 7 Julio  
p. 16  
1991
6. MICRO, S. A.  
Catálogo  
San Lorenzo Río Tenco  
Cuautilán Estado de México

7. Arrieta, E. J.  
El Camino Hacia la Calidad Total  
Transformación  
Vol. XXXV No. 7  
p. 12  
Julio 1991
8. Pharmaceutical Manufacturing Association  
Guía de la PMA para la Certificación de Proveedores  
Borrador 4  
E.U.A.
9. Chapman, K. G.  
Pfizer's Drumbeat Program  
Journal of Parenteral Drug Association  
Vol. 34, No. 3  
p. 217- 233  
May-June 1980
10. Helman, José  
Farmacotecnia Teórica y Práctica  
Tomo V  
CECSA  
p. 1549 – 1594  
México  
Noviembre, 1982
11. Giral Barnes, J.  
Estrategia Tecnológica Integral  
2ª Edición
12. González Prado, J. F.  
Evolución del Concepto de Calidad  
Calidad  
p. 4 – 7  
Mayo – Agosto 1987
13. Grant, Eugene, L. Y Leavenworth, Richard  
Control Estadístico de Calidad. 7ª Impresión  
CECSA  
p. 3 – 11  
México, 1984

14. Diario Oficial de la Federación  
Convocatoria a Participar por el Premio Nacional de Calidad  
1993  
Pag. 74  
México, D. F.  
14 de Enero de 1993
15. Valdés, J.  
Calidad para el Comercio Exterior  
Expansión  
p. 229  
Agosto 15, 1990
16. Damm, A.  
La Expansión de los Mercados  
Expansión  
p. 193  
Noviembre 11, 1992
17. Gurza, M.  
"Estamos mal en Tecnología"  
Expansión  
p. 193  
Noviembre 11, 1992
18. Hoefffer, E.  
The Game Plan: Get it Righth the First Time  
AMA Mgmt. Digest  
Vol. V, Mun. 1  
p. 15 - 17  
July 1982
19. Ohmae, K.  
La Mente del Estratega  
Mc Graw - Hill, 1983  
p. 96 - 103
20. Diario Oficial de la Federación  
El Premio Nacional de Calidad  
p. 74  
México, D. F.  
30 de Noviembre de 1989

21. Huerdo, J.  
El Arte de Dominar el Cambio  
Expansión  
p. 91 - 95  
Junio 24, 1992
22. Acle, A.  
Calidad de Vida, Un Punto de Partida  
Expansión  
p. 98  
Junio 24, 1992
23. Informe Especial  
Ante la Globalización, ¿La fusión es la solución?  
Expansión  
p. 229  
Agosto 15, 1990
24. Tratado de Libre Comercio  
Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas  
Vol. 22 / No. 2  
Junio - Julio 1991
25. Acle, A.  
Calidad Total, Riesgos y Retos  
Expansión  
Diciembre 9, 1992  
p. 165 - 169
26. Ouchi, W.  
Going from A to Z - The Steps  
Management Digest  
Vol. III, Num. 11  
Pag. 10 - 16  
México, D. F.  
Mayo, 1981
27. Palencia Escalante, C.  
Total... ¿Calidad Para Que?  
Transformación  
Vol. XXXV, No. 7 Julio  
p. 46  
1991

28. Agraz – Guerana, J.  
Quality in Technology Development  
AT & T Laboratoris  
1991, Cuernavaca, Morelos
29. Acle, A.  
Perspectivas Macro, Desafios Micro  
Expansión  
Enero 8, 1992  
p. 29 – 31
30. Geber, B.  
The IBM Way of Winning  
Training  
p. 39 – 40  
March 1991
31. Benítez, R.  
¿Concepto Nuevo?  
Transformación  
Vol. XXXV, No. 7  
p. 18  
Julio, 1991
32. Solomons, Graham  
Organic Chemistry  
John While & Sons. Inc.  
Second Edition  
p. 808 – 843  
United States of America  
1980
33. Badel, M.  
Quality Assurance and Quality Control  
Chemical Engineering  
p. 87 – 92  
February 11, 1980
34. Barry, T.  
Quality Awareness Programme  
Syntex  
April, 1989

35. Bader, M.  
Quality Assurance, The Quality Control Laboratory  
Chemical Engineering  
p. 89 – 93  
April 7, 1980
36. American society for Quality Control  
American National Standard  
Quality Systems - Model for Quality Assurance Standards –  
Guidelines for Selection and Use  
Selection and Use  
ANSI / ASQC Q92 – 1987
37. Banks, J.  
Principies of Quality Control  
John Wiley & Sons  
1989
38. Aguilar, O.  
"Cuento ó Relaidad"  
Expansión  
p. 52 – 55  
Enero 22, 1992
39. Bordhart, J.  
Improve In – House Communications  
Chemical Engineering  
p. 135 – 138  
March 1990
40. Cole, R. E.  
The Japanese Lesson in Quality  
Technol. Rev.  
Vol. 83, Num. 7  
p. 29 – 36  
Jul. 1981
41. Lachman L.; Lieberman H.; Kaning J.  
The Theory and Practice of Industrial Pharmacy  
Lea & Febiger Second Edition  
1976

42. Tait, M. J.  
Security and Quality in the Pharmaceutical Industry thaw  
Supplier and Audit  
Quality Assurance  
Vol. 10, No. 3  
September 1984
43. Programa Nacional de Modernización Industrial y del Comercio  
Exterior  
Revista Mexicana de Ciencias Framacéuticas  
Vol. 20 No. 6  
p. 43 – 551  
Febrero – Marzo 1990
44. Modarres, B.  
Quality Control Techniques in USA Firms: A Survey  
Production and Inventory Managment Journal  
Second Quarter
45. Farber, B. & Wycoff, J.  
Bringing the Costomer Into Focus  
Training  
p. 41 – 44  
May 1991
46. Turati, Pérez  
El Kaizen en México  
Expansión  
p. 52  
Noviembre 13, 1991
47. Lee, C.  
The Customer  
Training  
p. 21 – 26  
July 1991
48. Zemke, R.  
Bashing The Baldrige  
Training  
p. 79 – 80  
February 1991

49. Carbonel, D.  
Despropósito de Propósito  
Expansión  
p. 115 – 119  
Octubre 14, 1992
50. Geber, B.  
Improving the Quality of White – Collar Work  
Training  
p. 29 – 34  
September 1990
51. Monjarás Moreno, J.  
"Con la Apertura ha Mejorado la Calidad"  
Expansión  
p. 51 – 53  
Noviembre 7, 1991
52. Ranade, S. Y Clark, A.  
Foster Excellence in your Wokplace  
Chemical Engineering  
p. 161 – 163  
September 1992
53. Regalado, R.  
Apertura y Globalización  
Expansión  
p. 31  
Septiembre 13, 1991
54. Lee, B.  
The 3c' c of Quality  
Quality  
p. 28 – 30  
December 1982
55. Rivero Morales, S.  
La Empresa Nacional ante la Globalización Mundial  
Transformación  
Vol. XXXV No. 7  
p. 64  
Julio 1991

56. Weiss, J.  
La pequeña Empresa no esta bien Atendida  
Expansión  
p. 84 – 92  
Noviembre 11, 1992
57. Meana, S.  
Compromiso: La Calidad Total  
Transformación  
Vol. XXXV No. 7 Julio  
p. 15  
1991
58. Müller, E.  
Por una Nueva Cultura de Servicio  
Expansión  
p. 233 – 238  
Agosto 15, 1990
59. Rico, G.  
Tequila Sauza, un Brindis por la Calidad  
Expansión  
p. 140 – 144  
Diciembre 22, 1992
60. Filipczak, B.  
Training Today  
Training is ticket Abroad  
Training  
p. 12  
September 1990
61. Carbajo, A. y Rojo, L.  
Los Determinantes del Crecimiento Económico  
Investigación y Ciencia  
Num. 50  
p. 16 – 25  
Nov. 1980

62. Ashok, T.  
Mini – Companies: A Novel Approach to Employee Participation  
Quality Progress  
Vol. 15, Num. 8  
p. 20 – 23  
Ago. 1982
63. Avila Espinoza, R.  
Los Fundamentos de la Calidad base del Mantenimiento  
XVII Congreso de Control de Calidad y VIII Convención  
Nacional de Círculos de Calidad  
p. 75 – 83  
México, Oct. 1989
64. Annamalai, N.  
Dismantle The Roadbloks to Creativity  
Chemical Engineering  
p. 151 - 155  
October 1991
65. Buen Lozano, N.  
Recapacitar Acerca de la Capacitación  
Expansión  
p. 43 – 46  
Enero 8, 1992
66. Karabastos, N.  
The State of Quality what the Numbers Say  
Training  
March, 1991  
p. 27 – 33
67. Diario Oficial de la Federación  
Programa Nacional de Capacitación y Productividad 1991 – 1994  
Junio 20, 1991
68. Hernández, R.  
La Actitud ante el Cambio  
Expansión  
p. 167 – 168  
Agosto 19, 1992

- 69 **Diario Oficial de la Federación**  
**El Sistema de Calidad – Gestión de la Calidad y Elementos de**  
**Un Sistema de Calidad. Directrices Generales**  
p. 13 – 35  
8 de Enero de 1991
- 70 **Kasunga de Yamasaki, L.**  
**La Ruta hacia la Competitividad**  
**Transformación**  
Vol. XXXV No. 7  
p. 22 – 23  
Julio 1991
- 71 **Acle, A.**  
**Capacitación, Asunto Estratégico**  
**Expansión**  
p. 139 – 140  
Noviembre 25, 1992
- 72 **Rausepp, E.**  
**Maximizing your Potencial for Creativity**  
**Machine Design**  
Vol. 53 Num. 3  
p. 93 – 96  
February 12, 1981
- 73 **Mc Gehee, W.**  
**Capacitación**  
Ed. LIMUSA  
Febrero, 1986
- 74 **American Society for Quality Control**  
**American National Standard**  
**Quality Systems – Model for Quality Assurance in final**  
**ANSI / ASQC Q92 – 1987**
- 75 **Devore, G.**  
**Química Orgánica**  
**Publicaciones Culturales, S. A.**  
**7ª Reimpresión**  
p. 567 – 570  
México, 1977

- 76 **Diario Oficial de la Federación**  
**El Premio Nacional de Calidad 1991**  
**SECOFI, Convocatoria**  
**México, D. F.**  
**8 de Febrero de 1991**
- 77 **Casares, P. y Mier, J.**  
**Liderazgo para la Productividad**  
**Expansión**  
**p. 104**  
**Junio 10, 1992**
- 78 **Main, J.**  
**The Curmudge Who Talks Thoug**  
**Fortune**  
**p. 122**  
**June 25, 1984**
- 79 **González Hernández, A.**  
**Características de los Círculos de Calidad Mexicanos**  
**Calidad**  
**p. 36 - 41**  
**Sep. - Oct. 1976**
- 80 **American Society for Quality Control**  
**American National Standard**  
**Quality Systems - Model for Quality Assurance in Final**  
**ANSI / ASQC Q92 - 1987**
- 81 **Demar, D. / Sheldom, G.**  
**Introduction to Quality Control**  
**Wet Publishing Company**  
**p. 1 - 14**  
**1988**
- 82 **Ishikawa, K.**  
**¿Qué es s el Control Total de Calidad? La Modalidad Japonesa**  
**Editorial Norma, Columbia**  
**1986**

- 83 Casares, P. y Mier, J.  
Liderazgo para la Productividad  
Expansión  
p.104  
Junio 10, 1992
84. Okamoto, H  
Control de Calidad  
Transformación  
Vol. XXV No. 7  
p. 25 – 26  
Julio 1991
- 85 Deming, W. E.  
Quality, Productivity and Competitive Position  
Massachusetts Institute of Technology  
Center for Advanced Engineering Study  
Cambridge, M. A.  
1982
- 86 Wooddruf, L. y Phillips, f.  
The Pareto Chart... Toll for Problem Solving  
Chemical engineering  
p. 111 – 114  
April 14, 1986
- 87 Clark, W. & Houser, H.  
The Supervisor's Rol Under Theory Z  
Supervisory Management  
p. 24 – 25  
May 1984
- 88 Alamo, Memorias  
Total Quality  
Executive Overview  
1991, Cuernavaca Morelos
- 89 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Control Estadístico de Proceso (Programa FORD – ITESM)  
Centro de Calidad  
Modulo 1  
1986

- 90 Ichicawa, K.  
Administración Japonesa de la Calidad  
Seminario de Alta Gerencia, Memorias  
Enero 12, 1988
- 91 Broadhead, J.  
The Post - Deming Diet  
Training  
p. 41 - 43  
February 1991
- 92 Feigenbaum, A.  
Control Total de la Calidad  
Ed. CECSA  
México, 1980
- 93 Siliceo, A.  
Vitalidad Organizacional  
Expansión  
p. 99 - 103  
Noviembre 11, 1992
- 94 Handfiels, R.  
Quality Managment in Japan Versus the United States: An  
Overview  
Prod. & Inv. 2  
p. 79 - 84
- 95 Iacocca, L.  
Iacocca, Autobiografía de un Triunfador  
Ed. Grijalbo  
México, 1989
- 96 Harless, J.  
Is There Quality in Quality?  
Training  
p. 130
- 97 Huerta, I. J.  
Control de Calidad  
Programa de Apoyo Integral a la Microindustria  
Nacional Financiera  
p. 1 - 59

- 98 Mayen González, Jorge  
Conceptos de Calidad Total y Grupos de Trabajo 1ª Edición  
Universidad Autónoma Metropolitana  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería Departamento de  
Sistemas  
p. 7 – 48  
México, 1993
- 99 Reygadas, A.  
Servidor Hasta el Extasis  
Expansión  
p. 68 – 72  
Enero 22, 1992
- 100 Bernillon, A. / Cerutti, O.  
Implantar y Gestionar la Calidad Total  
Ediciones Gestión 2000, S. A.  
1988  
p. 207
- 101 Roberts, G.  
Managing Research Quality  
Research Technology Management  
p. 28 – 34  
January – February 1991
- 102 Small Bus. Rep.  
Quality vs Cost  
Vol. 6, No. 3  
p. 11 – 14  
March 1981
- 103 Gallant, R.  
Make Training More Than a Stepchild  
Chemical engineering  
p. 161 – 164  
August 1989

- 104 **Garin, R. H. & Cooper, J.**  
**The Morale – Productivity Relationship: How Close?**  
**Personnel**  
**Vol. 58, Num. 1**  
**p. 57 – 62**  
**Enero – Febrero 1981**
- 105 **Bierna, A. E.**  
**Sistema de Gestión de la Calidad Total**  
**ASADEC**  
**Argentina – México**  
**p. 113 – 118**
- 106 **Borghino, M.**  
**La Revolución del Cliente**  
**Expansión**  
**Enero 8, 1992**  
**p. 35 – 37**
- 107 **Buffa, E. S.**  
**Meeting the Competitive Challenge**  
**Dow Jones – Irwin**  
**Richard D. Irwin, Inc.**  
**p. 131**  
**1984**
- 108 **Chynoweth, E.**  
**Quality in the European Community**  
**Chemical Week**  
**p. 36 – 41**  
**April 29, 1992**
- 109 **Bojalil Soto, J.**  
**¿Qué hay más allá del Aseguramiento de la Calidad?**  
**Comisión Federal de Electricidad**  
**p. 99 – 111**  
**México, 1989**
- 110 **Business Week**  
**p. 135**  
**June 8, 1987**

- 111 Tanner, R. & Athos, A.  
The Art of Japanese Management  
Simon and Schuster New York  
p. 221
- 112 Juran, J. M.  
Manual de Control de Calidad  
Editorial Reverte, S. A.
- 113 Lefton, R.  
Trainers, Learners and Training Results  
Training and Development Journal  
p. 12 – 18  
November 1980
- 114 Parra, E.  
El Reto del Siglo XXI, Rediseñar la Empresa  
Expansión  
p. 247 – 250  
Agosto 15, 1990
- 115 Peón, J.  
¿Todos Estamos Bien?  
Expansión  
p. 161 – 163  
Diciembre 9, 1982
- 116 Zamora Baltazar, J.  
Calidad Total: La Gran Diferencia  
Transformación  
Vol. XXXV, No. 7  
p. 20  
Julio, 1991
- 117 Fuchsberg, G.  
Total Quality is Termed Only Partial Success  
Wall Street Journal  
Management  
01 / Octubre /92

- 118 Gabel, N.  
Is 99.9 % Good Enough  
Training  
p. 40 - 41  
March 1991
- 119 Carr. C.  
Total Quality Training  
Training  
p. 59 - 65  
November, 1999
- 120 Casares, P. y Mier, J.  
Dos Ejes Expansión  
p. 199  
Agosto 19, 1992
- 121 Mc Sween, T.  
Creating a Positive Work Environment  
Chemical Engineering  
p. 135 - 138  
June 1990
- 122 Chase, C.  
Productividad de los Directivos, una Perspectiva Internacional  
Alta Dirección  
p. 299 - 316
- 123 Cowan, N.  
What Employees Need to Know  
Mgt. Decisión  
Vol. 20, No. 5,6  
p. 3 - 7  
1982
- 124 Crosby, P. B.  
Hablemos de Calidad  
MC. Graw - Hill  
p. 1 - 235  
1990

- 125 **Cubero Marin, J. J.**  
**La Calidad como Norma**  
**Novamaquina No. 140**  
**Abril 1988**
- 126 **Campanella, J. Editor**  
**Quality Costs: Ideas & Applications**  
**Quality Press Milwaukee**  
**p. 1 - 485**  
**1989**
- 127 **Oppenheim, C.**  
**Entrevista del Editor, Pedro Noyola**  
**Expansión**  
**p. 7 - 11**  
**Enero 22, 1992**
- 128 **Mullin, R.**  
**ISO - 9000: Providing the Basis for Quality**  
**Chemical Week**  
**April 29, 1992**
- 129 **Barret, D.**  
**Programas de Productividad: Fomentando el Clima para la**  
**Creatividad y la Innovación**  
**Administración de Empresas**  
**Tomo XIV**  
**p. 811 - 821**
- 130 **B. T.**  
**Workers Judge Their Companies Quality Efforts**  
**Training**  
**January 1991**  
**p. 112**
- 131 **Levine, E. L.**  
**Tools for Spotting and Correcting Communication Problems**  
**Supervisory Management**  
**p. 225 - 235**  
**July 1980**

- 132 Pfaudler  
Seminario de Mantenimiento Preventivo  
México  
Mayo 21 – 22, 1987
- 133 Garbin, D. A.  
Managing Quality  
The Strategic and Competitive Edge  
Harvard Business School  
The Free Press  
1988
- 134 Chiclets Adams  
Curso de Introducción a la Calidad para el Personal Nuevo  
Ingreso  
1987
- 135 Fawzi, F. M.  
The Modern Concept of Total Quality Control  
International Centre for Quality and Management Sciences
- 136 Page, H. S.  
A Quality Strategy for the 80's  
Quality Progress  
Nov. 1983
- 137 Juran, J. M.  
El Fenómeno de los Círculos de Control de Calidad 1ª Parte  
Calidad  
p. 9 – 13  
Sep. – Oct., 1976
- 138 Juran, J. M.  
El Fenómeno de los Círculos de Control de Calidad 2ª Parte  
Calidad  
p. 15 – 18  
Sep. – Oct., 1976

- 139 Yuso, Yasuda  
40 Years, 20 Million Ideas  
A Secret of Toyota Success  
Soundview Executive Book Summaries  
Vol. 13; Num. 7, Parte 2  
July 1991
- 140 Oppenheim, C.  
Entrevista del Editor a Rafael Piccolo  
Expansión  
p. 7 – 8  
Octubre 2, 1991
- 141 Oppenheim, C.  
Entrevista del Editor  
Expansión  
p. 7 – 8  
Septiembre 16, 1992
- 142 Vaughn, R. C.  
Control de Calidad  
Ed. LIMUSA  
p. 191 – 193  
México, 1983
- 143 Goodfellow, M.  
Quality Control Circle Programs – What Works and What?  
Doesn't  
Quality Progress  
Vol. 14, Num. 8  
p. 30 – 33  
August 1981
- 144 Schaff, D.  
Beating the Drum for Quality  
Training  
p. 5 – 12  
March 1991

- 145 González Hernández, A.  
Características de los Círculos de Calidad Mexicanos  
Calidad  
p. 36 – 41  
Sep. – Oct., 1976
- 146 González Hernández, A.  
Un Nuevo Estilo Gerencial para el Éxito de los Círculos de  
Control de Calidad  
Calidad  
p. 52 – 58  
Sep. – Oct., 1976
- 147 Carnegie, D.  
How to Win Friends and Influence People  
Simon and Schuster  
New York  
1981
- 148 Harmon, J. F.  
The Supervisory and Quality Control Circles  
Supervisory Management  
p. 38 – 43  
March 1984
- 149 Kaeter, M.  
Quality Training  
Training  
p.22  
March 1991
- 150 Colunga, S.  
¡Y se hizo la Calidad!  
Expansión  
p. 190  
Diciembre 9, 1992
- 151 Main, J.  
Under the Apell the Quality Gurus  
Fortune  
p. 24 – 27  
August 18, 1986

- 152 Juran, J. M.  
Calidad del Producto – Prescripción para Occidente  
Calidad  
p. 5 – 13  
Jul. – Oct. 1981
- 153 Juran J. and Gryna F.  
Quality Planing and Analysis  
New York: Mc Graw – Hill  
p. 183 – 187  
1964
- 154 Urriza, A. R.  
Círculos de Calidad. Una Realidad de la Alta Dirección del Siglo  
XX  
Vol. 18, No. 106  
p. 129 – 136  
Nov. – Dic. 1982
- 155 Dalton, J. O.  
The “Rights” of Management  
Chemical Engineering  
October, 1989
- 156 Pascaella, P.  
Quality Circles  
Industry Week  
Vol. 213, Num. 7  
Pag. 50 – 55  
28 de Junio de 1982
- 157 Zanetti, R.  
Quality Should be Everybody's Business  
Chemical Engineering  
p. 5  
October 1989
- 158 González Hernández, A.  
Implementación de los Círculos de Calidad en México  
Calidad  
p. 19 – 21  
Sep. – Oct. 1976

- 159 Collins, D. & Dannenhoffer, J.  
Certifiable Quality  
Pharmaceutical Engineering  
Vol. 9, No. 5  
p. 31 – 33  
September / October, 1989
- 160 Crosby, P. B.  
Calidad sin Lagrimas  
CECSA  
p. 1 – 207  
México, 1988
- 161 Zemke, R.  
Cost of Quality: Yes, You can Measured it  
Training  
p. 62 – 63  
August 1990
- 162 Cloer, W. C.  
Objetivo: Zero Defects Suppliers  
Quality Progress  
Vol. 17, Num. 11  
p. 20 – 22  
November 1984
- 163 Butterfield, R.  
Deming's 14 Points Applied to Service  
Training  
p. 50 – 59  
March 1991
- 164 Grote, R. C.  
When Motivation Fails  
Chemical Engineering  
p. 135 – 138  
Dec. 8, 1986

- 165 Crosby, P.  
Quality Improvement Through Defect Prevention  
A Practical Guide for Management  
ITT  
p. 1 – 16  
1982
- 166 Grensing, B.  
Customer Service: How the Masters Do It  
Training  
p. 14 y 50  
August 1991
- 167 Inst. Tec. y Est. Sup. Monterrey  
Seminario de Actualización Directiva  
Módulo V: Productividad y Competitividad  
1990
- 168 Gunneson, A.  
Communicating Up and Down the Ranks  
Chemical Engineering  
p. 135 – 140  
June 1991
- 169 Esponda, A.  
Calidad Total, Una Vida Mejor  
Expansión  
p. 73 – 81  
Junio 26, 1991
- 170 Filipczak, B.  
An Autopsy of your Commitment to Quality  
Training  
p. 12  
April 1991
- 171 Crosby, P. B.  
Quality is Free  
New American Library  
New York 1979

- 172 **García - Pelayo, R.**  
**Edades Primitivas Enciclopedia Metódica Larouse**  
**Tomo I**  
**p. 223**
- 173 **Nueva Enciclopedia Temática**  
**La Era de los Invevtos**  
**Tomo VII**  
**p. 425 - 433**  
**1987**
- 174 **Small Business Report**  
**Teamwork for Productivity**  
**Vol. 6, No. 2**  
**p. 11 - 12**  
**February 1981**
- 175 **Nueva Enciclopedia Autodidáctica Quillet**  
**Historia General**  
**Editorial Cumbre**  
**Tomo IV**  
**p. 339 - 361**  
**1989**
- 176 **Nueva Enciclopedia Temática**  
**El Arte Exquisito de la Cerámica**  
**Tomo VI**  
**p. 15 - 38**  
**1989**
- 177 **Nueva Enciclopedia Temática**  
**El Delicado Arte de la Talla**  
**Tomo VI**  
**p. 1 - 13**  
**1987**
- 178 **Martínez, J.**  
**Industria Llantera: El Zapato Remendón**  
**Expansión**  
**p. 78 - 81**  
**Septiembre 13, 1989**

- 179 **Statcal Quality Control**  
**Pharmaceutical Technology**  
**September, 1987**
- 180 **Eglin, M.**  
**Quality in Pharmaceutical Operations**  
**Newsletter, Syntex**  
**p. 1 – 2**  
**January 1986**
- 181 **American NationalStandard**  
**Quality Management and Quality Assurance Standars – Guidelines**  
**for Selection and Use**  
**Selection and Use**  
**ANSI / ASQC Q92, 1987**
- 182 **American Society for Quality Control**  
**American National Standard**  
**Quality Management and Quality Systems Elements – Guidelines**  
**ANSI / ASQC Q92 – 1987**
- 183 **Stebbing, L.**  
**Aseguramiento de la Calidad**  
**CECSA**  
**p. 43 – 50**  
**1991**
- 184 **Subsecretaria "B", Dirección General de Capacitación y**  
**Productividad**  
**Programa Nacional de Capacitación y Productividad**  
**Transformación**  
**Vol. XXXV, No. 7**  
**p. 28 – 29**  
**Julio 1991**
- 185 **Filipzak, B.**  
**Training Today, Training or Education?**  
**Training**  
**p. 76**  
**April 1991**

- 186 Bader, M.  
Quality Assurance, Using Statistics  
Chemical Engineering  
p. 123 – 129  
June 16, 1980
- 187 Nadkarni, R. A.  
The Quest for Quality in the Laboratory  
Analytical Chemistry  
Vol. 63, Num. 13  
July 1, 1991
- 188 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Herramientas Básicas 1 (Programa FIRD – ITESM)  
División de Graduados e Investigación de Control de Calidad  
Módulo 3  
1986
- 189 Ayres, H. Gilbert  
Análisis Químico Cuantitativo  
HARLA  
p. 323 – 327; 649 – 650  
México, Junio 1979
- 190 Orozco, Fernando  
Análisis Químico Cualitativo  
PORRUA, S. A.  
p. 325  
México, D. F.  
Septiembre, 1983
- 191 Brewster, R. Q. Et. Allí.  
Curso Práctico de Química Orgánica  
Alahambra 2ª Edición  
p. 4 - 5  
España, 1979
- 192 Nadkarni, R. A.  
ISO 9000  
Analytical Chemistry  
Vol. 65, No. 8  
p.387 – 395  
April 15, 1993

- 193 Helman, José  
Farmacotecnia Teórica y Práctica  
Tomo III  
CECSA p. 809 – 824; 927 – 958  
México  
Noviembre 1982
- 194 Helman, José  
Farmacotecnia Teórica y Práctica  
Tomo IV  
CECSA  
P. 1147 – 1215  
México  
Febrero, 1982
- 195 Martínez, J.; Ortega, L.  
De la Administración por Objetivos al Servicio Total  
Expansión  
p. 58 – 65  
Junio 12, 1991
- 196 Wright, G.  
Quality, an Individual Contribution  
Newsletter, Syntex  
p. 1 – 2  
June 1985
- 197 Wyss, S. E.  
The ABC of Specification Writing  
Chemical Engineering  
p. 87 – 89  
May 9, 1988
- 198 Sanchez, A.  
La Inspección y el Control de la Calidad  
Editorial LIMUSA  
p. 15  
1987

- 199 Zemke, R.  
The Learning Organization  
Training  
p. 79 – 80  
March 1991
- 200 Schmenner, R. W.  
Production / Operation Management  
Mc Millan Publissing Company  
Fourth Edition  
p. 346 – 348
- 201 Wolff, F. M.  
Quality in R. & D., it Starts with You  
Research Technology Management  
p. 9 – 11  
January / February 1991
- 202 Martínez, J.  
"Practicar la Creatividad"  
Expansión  
p. 124 – 126  
Junio 12, 1991
- 203 Juran, J. M  
Calidad del Producto – Prescripción para Occidente  
Calidad  
p. 5 – 13  
Jul. – Oct. 1981
- 204 Turnbull, D. & Higby, C.  
Writing Quality Procedures  
Quality Progress  
February 1985
- 205 Jones, J. M.  
Design Lab. Experiments to Assure Product Quality  
Research & Development  
p. 54 – 57  
December 1987