



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS, MEDIANTE
BPM'S QUE MEJOREN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS TINTAS BASE SOLVENTE PARA LA
FLEXOGRAFÍA DE ALTO DESEMPEÑO**

Delis Amos Orozco Velásquez

Asesorado por la Mse. Inga. Emilia María Ruiz Castro

Guatemala, octubre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS, MEDIANTE
BPM'S QUE MEJOREN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS TINTAS BASE SOLVENTE PARA LA
FLEXOGRAFÍA DE ALTO DESEMPEÑO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DELIS AMOS OROZCO VELÁSQUEZ

ASESORADO POR LA MSE. INGA. EMILIA MARÍA RUIZ CASTRO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADORA	Inga. Rosa María Girón Ruiz
EXAMINADOR	Ing. Federico Guillermo Salazar Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANALISIS DE PUNTOS CRÍTICOS, MEDIANTE
BPM'S QUE MEJOREN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS TINTAS BASE SOLVENTE PARA LA
FLEXOGRAFÍA DE ALTO DESEMPEÑO**

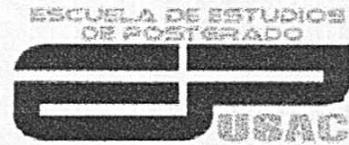
Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 26 de mayo de 2014.



Delis Amos Orozco Velásquez



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
 Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226

AGS-MGIPP-0023-2014

Guatemala, 26 de mayo de 2014.

Director
 Víctor Manuel Monzón
 Escuela de Ingeniería Química
 Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Delis Amos Orozco Velásquez** carné número **1996-15899**, quien optó la modalidad del **"PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO"**. Previo a culminar sus estudios en la **Maestría de Gestión Industrial**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

"Id y enseñad a todos"

Ingeniera Emilia Ruiz Castro
 QUIMICA
 No. 1163

Emilia Ruiz Castro

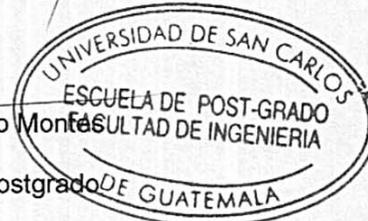
MSc. Inga. Emilia María Ruiz Castro
 Asesor(a)

Ingeniera Emilia Ruiz Castro
 INGENIERA QUIMICA
 Colegiada No. 1163

César Akú Castillo MSc.
 INGENIERO INDUSTRIAL
 COLEGIADO No. 4,073

MSc. Ing. César Augusto Akú Castillo
 Coordinador de Área
 Gestión y Servicios

Mayra Virginia Castillo Montés
 Dra. Mayra Virginia Castillo Montés
 Directora
 Escuela de Estudios de Postgrado



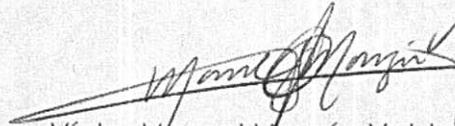
Cc: archivo
 /la



Ref.EIQ.TG.198.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el informe de la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería del estudiante, **DELIS AMOS OROZCO VELÁSQUEZ**, ha optado por la modalidad de estudios de postgrado para el proceso de graduación de pregrado, que para ello el estudiante ha llenado los requisitos establecidos en el normativo respectivo y luego de conocer el dictamen de los miembros del tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el **Informe del Diseño de Investigación del Programa de Maestría en GESTIÓN INDUSTRIAL** titulado "DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS, MEDIANTE BPM'S QUE MEJOREN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS TINTAS BASE SOLVENTE PARA LA FLEXOGRAFÍA DE ALTO DESEMPEÑO". Procede a **VALIDAR** el referido informe, ya que reúne la coherencia metodológica requerida por la Escuela.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, septiembre de 2014

Cc: Archivo
Copia: Colegio de Ingenieros Químicos de Guatemala
VMMV/ale





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS, MEDIANTE BPM'S QUE MEJOREN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS TINTAS BASE SOLVENTE PARA LA FLEXOGRAFÍA DE ALTO DESEMPEÑO**, presentado por el estudiante universitario: **Delis Amos Orozco Velásquez** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, octubre de 2014

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** El ser supremo que me ha dado la dicha de vivir y disfrutar de todo lo que me rodea, su infinita misericordia, amor y sabiduría incomparable.
- Mis padres** Amor Ebeo Orozco y María Oralia Velásquez, sus consejos, cuidados y esfuerzos han sido y serán siempre mi inspiración en la vida.
- Mi esposa** Emilia María Ruíz de Orozco, por ser mi complemento, importante influencia en mi carrera y soporte incondicional en todas las áreas de mi vida.
- Mis hijos** María Jimena y Héctor Amós Orozco Ruíz, por ser el regalo más preciado dado por Dios y darles un ejemplo digno a seguir.
- Mis hermanos** Henry, Emanuel y Junior Orozco Velásquez, por apoyarme, tenerme paciencia y compartir momentos de dolor, felicidad y triunfos.
- Mi familia** Por los buenos deseos, consejos y apoyo cuando realmente se necesitan.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Primeramente a él, porque es la mejor fuente de sabiduría, y por que fue, es y será por siempre, todo pasará pero él permanecerá.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser una de las mejores casas de estudio en Guatemala, que se ha esforzado por forjar profesionales y personas para un mejor país.
Facultad de Ingeniería	Por sus programas de estudio, que ayudan a tecnificar, preparar y dignificar a profesionales y personas para este mundo tan cambiante.
Mis amigos de la Facultad	Que me acompañaron y me brindaron su amistad y ayuda durante la carrera, Dios les bendiga.
Mis padres	Porque desde pequeño me enseñaron buenos principios morales y cristianos, nunca me negaron nada que fuera necesario. Me enseñaron a nunca darme por vencido y crearon un espíritu de superación y lucha por la vida.

Mi suegra y cuñados

Por que siempre han deseado lo mejor en mi carrera profesional, por dejarme ser parte de ellos y aceptarme tal y como soy.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
INTRODUCCIÓN	IX
ANTECEDENTES.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVII
JUSTIFICACIÓN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	XXV
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	XXIX
ALCANCES	XXXI
1. TINTA FLEXOGRÁFICA	1
1.1. Origen de las tintas flexográficas.....	1
1.2. Definición de las tintas flexográficas.....	2
2. SISTEMAS DE GESTIÓN EN PROCESOS DE ALTA PRODUCTIVIDAD.....	3
2.1. ¿Qué es un sistema?.....	3
2.1.1. ¿Qué es gestión?.....	3
2.1.2. Gestión como mejora continua en la fabricación de tintas	4
3. GESTIÓN PARA LA MEJORA DE RESULTADOS	5
3.1. Elementos de eficiencia en el proceso de igualación de colores	6
3.2. Colorantes y pigmentos de alto desempeño.....	6

3.2.1.	Pigmentos orgánicos	7
3.2.1.1.	Propiedades y consideraciones.....	7
3.2.2.	Pigmentos inorgánicos	8
3.2.2.1.	Propiedades y consideraciones.....	8
3.3.	Sistemas de resinas vehículos basados en solventes para alta productividad	8
3.4.	Solventes de alto rendimiento	10
3.4.1.	Alcoholes.....	10
3.4.2.	Ésteres	11
3.4.3.	Misceláneos.....	11
3.5.	Aditivos de mejora en la formulación.....	12
4.	ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE TRABAJO	15
4.1.	Flujograma	15
4.2.	Como definir proceso críticos de control	17
4.3.	Procedimiento Operacional Estándar (Standard Operation Procedure) (SOP).....	18
5.	SISTEMA DE GESTIÓN MEDIANTE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)	21
5.1.	Buenas Prácticas de Manufactura BPM.....	22
5.2.	Las BPM's.....	22
5.3.	Consideración de Buenas Prácticas de Manufactura para la clasificación de las tintas de acuerdo a la aplicación.....	22
5.3.1.	Tintas de impresión superficie	23
5.3.2.	Tintas de impresión reverso-laminación	24
5.4.	Procedimientos para la selección de tintas flexográficas en empaques de alimentos	25

5.4.1.	Aplicación de las tintas en empaques de alimentos	25
5.4.2.	Los seis pasos y responsabilidades para un embalaje alimentario perfecto.....	25
6.	BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO (BPL), ESTABLECIDAS EN ASTM's	29
6.1.	Aspectos de verificación de los puntos críticos por un programa de BPM's, BPL's y ASTM's	29
6.1.1.	¿Qué es un BPL?	30
6.1.2.	Consideraciones en la reología de las tintas	30
6.1.2.1.	Valor de elasticidad.....	30
6.1.2.2.	Tixotropía.....	31
6.1.2.3.	Pegajosidad	31
6.2.	BPM's, método de control de propiedades de la tinta virgen.....	32
6.2.1.	Grado de molienda	32
6.2.2.	Viscosidad	32
6.2.3.	Gravedad específica	33
6.2.4.	Color	33
6.2.5.	Formación de espuma	34
6.2.6.	Sólidos de la tinta (contenido no volátil).....	35
6.2.7.	Rangos de secado y de curado	35
6.3.	BPM's, método de control de las tintas impresas de alto rendimiento flexográfico.....	35
6.3.1.	Adhesión a los sustratos no porosos	36
6.3.2.	Brillo de la superficie del producto impreso	36
6.3.3.	Bloqueo o desprendimiento de la tinta	36

6.3.4.	Resistencia al frote/abrasión para todos los sustratos impresos	37
6.3.5.	Opacidad/transparencia	37
6.4.	BPM's para la determinación propiedades y pruebas críticas en las tintas flexográficas de alto desempeño	37
6.4.1.	COF/ángulo de deslizamiento	38
6.4.2.	COF/resistencia al calor	38
6.4.3.	Formación de arrugas o flexibilidad.....	39
6.4.4.	Olor y contaminación.....	39
6.4.5.	Fuerza de unión de laminación.....	39
6.4.6.	Resistencia al agua	40
6.4.7.	Resistencia química o al producto.....	40
6.4.8.	Resistencia a la luz.....	41
7.	MONITOREAR LOS RESULTADOS DE LOS PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS DE CONTROL.....	43
7.1.	Monitorear resultados o puntos críticos que desea mantener	43
7.2.	Monitorear resultados o puntos críticos que desea mejorar	44
7.3.	¿Cómo armar los gráficos?	45
7.4.	Significado de Control Estadístico de Proceso (CEP)	45
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	49
9.	METODOLOGÍA	53
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	59
11.	CRONOGRAMA	63
12.	FÁCTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	65

BIBLIOGRAFÍA.....69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Alcoholes comunes	11
2.	Ésteres comunes.....	11
3.	Líneas básicas para la mejora en la gestión de procesos.....	17
4.	Proceso de establecimiento y modificación del SOP	20
5.	Gráfico secuencial.....	44
6.	Gráfico secuencial de ítem de control	46

TABLAS

I.	Esquema de solución	XXVI
II.	Elementos principales en los vehículos de resinas	9
III.	Valores de COF obtenidos en muestras variando la cantidad de aditivos	61
IV.	Herramientas estadísticas de comparación de más de dos muestras. (ANOVA).....	62
V.	Cronograma de actividades.....	63
VI.	Recurso humano	65
VII.	Recurso de tecnología	66
VIII.	Recurso financiero	66
IX.	Presupuesto de materiales y asesoría	67

INTRODUCCIÓN

En países de Norte, Centro y Sur América, las empresas productoras de tintas base solvente que se utilizan en el proceso de conversión de empaque flexible, tales como bolsas, empaques plásticos para alimentos, utensilios, etc., han identificado la necesidad de mejorar los controles y establecer puntos críticos de mejora para la demanda actual de la industria del empaque de alto desempeño. El contar con productos de alto rendimiento y calidad se ha vuelto una necesidad para poder competir con empresas locales y transnacionales, que ofrecen mejores alternativas. El principal problema es que en la empresa no se cuenta con un sistema de Buenas Prácticas de Manufactura completo que ayude a identificar y controlar variables críticas físico-químicas en el proceso de elaboración y revisión de tintas.

En los capítulos 2, 3 y 4 se describirán sistemas de gestión, estandarización de procesos de trabajo BPM's, además se describirán principios generales de formulación de tintas, tipos de tintas flexográficas utilizadas en los empaques de alimentos. El uso de controles de variables críticas principalmente físico-químicas y el buen manejo de tintas, ofrecen mejoras en los procesos de operación de la empresa y también con los clientes que utilizan el producto en los procesos de conversión de material de empaque de productos, alimenticios, industriales, agroquímicos, promocionales, y principalmente en el mercado de envasados automáticos de productos de alto desempeño.

En la parte del estudio metodológico se establecerán los antecedentes de algunos estudios y requerimientos para implementar el diseño de investigación.

Analizando cuáles han sido las mayores dificultades y factores que intervienen en los procesos de evaluación de las tintas. Se trabajó en la descripción del problema, como la necesidad de conocer puntos críticos (físico-químicos) por parte de la empresa interesada en la evaluación, medición y control de las tintas base solvente, para poder tomar decisiones en la adquisición de recursos tecnológicos, adopción de métodos y en la implementación de productos con mejoras o nuevos desarrollos. Aunque las empresas cuentan con procedimientos de evaluación y control, existe la necesidad de ir actualizando dichos procesos e implementar nuevos para ir de la mano con los avances y los desarrollos de productos de alto desempeño en la industria de fabricación de tintas, mediante la identificación de variables, que definen las propiedades de una tinta, y el desempeño de una línea de tintas en el negocio de la flexografía.

El proyecto de investigación se justifica para encontrar el método adecuado de control que permita al fabricante de tintas base solvente identificarse como un proveedor vanguardista, de calidad y buen servicio técnico; así como, también encontrar nuevas áreas de comercialización industrial a través de nuevas propuestas o desarrollos de líneas de tintas que vienen a satisfacer las necesidades de los convertidores de empaque flexible y también por necesidades de actualización.

En el capítulo 5 se describirán sistemas de control de puntos críticos mediante herramientas de procesos como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que son parte fundamental para las empresas o centros de color que se dedican a la producción y distribución de las tintas flexográficas base solvente. Los sistemas tienen como objetivo principal hacer del proceso de evaluación, desarrollo y producción, un proceso de alta productividad para la empresa así como para los consumidores del producto en el proceso de impresión.

La metodología a seguir es a través de Buenas Prácticas de Manufactura, la utilización de normas estándar como lo son las Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM), cuyos datos serán registrados por medio de procedimientos de manufactura, evaluación y desarrollo.

Un nivel más profundo de la investigación pretende llegar a la explicación de los fenómenos que se dan; por ejemplo, si se desarrolla un nueva línea de tinta nitrocelulosa o se mejora la que en el 2013 se está produciendo, ¿qué compatibilidad tiene con el sustrato de aplicación o material de empaque?, ¿en qué puede afectar la no compatibilidad? ¿Cómo se ven afectadas las propiedades mecánicas y químicas de la tinta y el empaque?

El alcance del presente trabajo llega hasta la implementación y producción a escala industrial de la tinta la cual tiene que cumplir con los requerimientos de los productores de empaque, así como el favorecer al cliente final que llena o envasa los productos.

ANTECEDENTES

La implementación de sistemas de calidad y la alta productividad en las empresas e industria guatemalteca va en constante crecimiento y cada día cobra mayor exigencia cuando las empresas quieren certificarse o participar en mercados donde la competitividad y requerimientos son mayores, sin importar el tipo de producto o servicio que se ofrezca. En Guatemala la industria de tintas flexográficas y el control mediante BMP's, es un tema implementado pero manejado con poco avance, a pesar de la necesidad y de los buenos resultados que se puedan obtener.

Por ejemplo Impastato Michael, (2012, p. 2) menciona que “dentro de la industria de las tintas flexibles para el mercado de los empaques, la exigencia se da debido al alto porcentaje de inconvenientes o problemas en el desempeño de estos empaques de productos (alimenticios, farmacéuticos, corrugados, tabaco, ropa, etc.) que ocurren en el proceso de llenado o de empaque automático en las líneas de producción de las empresas, o durante el almacenamiento y uso final de dicho empaque”. Los inconvenientes o problemas pueden surgir por varios motivos como una formulación no adecuada del sustrato (corrugado, papel, plástico), también puede darse por el desempeño de una tinta que se imprime sobre dicho sustrato que no posee las características físico-químicas requeridas; por ejemplo, la propiedad física del coeficiente de fricción; esto quiere decir, que la oposición que ofrece el material al desplazamiento del material flexible en la máquina de conversión terminada influyendo en el desempeño final de las tintas, otro ejemplo, puede ser la propiedad de resistencia química a las sustancias o al producto que se encuentra dentro del empaque impreso.

En Latinoamérica, Europa y Asia existen estudios, una serie de directrices, especificaciones y también publicaciones de revistas que abordan el tema de la determinación de puntos críticos en los procesos de control, formulación de las tintas, que pueden ser manejadas con BMP's.

Impastato Michael, (2011, p. 1) dice que “Es imperativo revisar la compatibilidad entre el sustrato y la tinta para cada aplicación. La selección de la tinta depende principalmente del sustrato, luego del entorno de las salas de impresión, del cumplimiento de las reglamentaciones, además de los requerimientos de uso final y gráficos”

A demás de las publicaciones, existen, discusiones, sobre el papel que juegan las tintas en el proceso de conversión de empaques se han realizado y se continúa investigando elementos de tecnología adecuada para que la productividad de una tinta vaya de la mano con una flexografía de alto desempeño.

En Latinoamérica la Fundación de la Asociación Técnica de Flexógrafos (FFTA), reúne información de la investigación de puntos críticos en el proceso de formulación de una tinta, que ayudan a mejorar el desempeño de un empaque impreso en las líneas de envasado automático a altas velocidades industriales, que está relacionado a una propiedad física de la tinta como lo es el grado de deslizamiento en máquina y que se mide por medio del coeficiente de fricción. En el 2013 se han estado estudiando Normas ASTM, que contribuyen a evaluar o a determinar el desempeño de las tintas base solvente durante el desarrollo y también en la producción y que se está adoptando en las empresas guatemaltecas como aporte fundamental en sus procesos de manufactura. También la Foundation of Flexographic Technical Association FFTA (1991, p. 587) afirma: “El coeficiente de rozamiento o coeficiente de

fricción (COF) expresa la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto.” Es un coeficiente adimensional, usualmente se representa con la letra griega μ .

Los problemas críticos más comunes son un alto frenado del material impreso o sin impresión en las líneas automáticas de empaque provocando atrasos ya sea por paros no programados, disminución de velocidad de trabajo, pérdidas por generación de desperdicios durante el llenado de productos por ejemplo agua, azúcar, leche, ropa, productos farmacéuticos, etc.; es decir, afecta la productividad del proceso.

La FFTA (1980, p. 299) “El bloqueo es un fenómeno en el que dos cuerpos en contacto (sustratos) quedan pegados uno a otro por falta de deslizamiento entre ellos.” Este es otro de los problemas que podría generar un material impreso o no impreso, el bloqueo del material de empaque desde el almacenamiento o durante el uso en las líneas de producción y esto es muy común en la industria. Además se tiene que tomar en cuenta los problemas de resistencia química de las tintas a los productos contenidos dentro de los empaques a los que se puedan exponer durante el manejo en el cual se ha tenido mucho avance con tintas a base de pigmentos de alta resistencia.

En la industria de las tintas flexográficas se ha estudiado muchos sustratos, particularmente el polietileno (PE), y ha aportado valiosa información en la que define que este tipo de sustratos contienen agentes antideslizantes o sustancias antibloqueo adicionadas a la superficie. La FFTA (1980, p. 270) afirma que “los agentes antideslizantes migran a la superficie de la película o sustrato y modifican el coeficiente de fricción COF,” normalmente estos agentes grasos o cerosos pueden crear una barrera en la interface entre la tinta y sustrato, que previene que la tinta haga contacto íntimo con la superficie de la

película y pueden resultar problemas de adhesión y en defectos de impresión de los empaques.

Con la determinación de los puntos críticos que han estudiado y desarrollado los expertos y las experiencias propias manejadas dentro de la empresa, se espera obtener un correcto sistema de control por medio de BPM's que ayuden a mejorar la productividad y el desarrollo de las líneas de tinta base solvente, y que también se beneficie a las empresas de conversión en la industria del empaque guatemalteco y centroamericano de alto desempeño.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el 2013 la empresa local trabaja con procedimientos que ayudan a evaluar propiedades físico-químicas de las tintas; pero, ¿existe un método de control de los puntos críticos físico-químicos, mediante Buenas Prácticas de Manufactura para la mejora de la productividad en las tintas base solvente para la flexografía?

Con una línea de tintas base solvente adecuada se puede lograr muchos avances en el desenvolvimiento de los productos de empaques impresos. Sin embargo, se pueden presentar problemas que afecten las velocidades de llenado con dichos empaques, ya que no solo de la tinta depende el correcto desempeño del producto impreso en los sistemas de empaques automatizados, que día a día están cobrando más importancia y presencia en los mercados industriales del país y en las empresas de conversión que se dedican exclusivamente a la producción y desarrollo de empaques flexibles comerciales, alimenticios, agrarios etc.

La pregunta central de la investigación se formula de la siguiente forma ¿Cuál es la influencia de un sistema o método de control de puntos críticos físico-químicos, mediante Buenas Prácticas de Manufactura para mejorar la productividad de las tintas base solvente, en la flexografía de alto desempeño? Se están desarrollando líneas de tintas flexográficas que ofrezcan dentro de todas las bondades un plus en la productividad de los empaques sistematizados a altas velocidades.

Con los avances que se esperan lograr con los procedimientos y las tintas con un desempeño adecuado o ideal en los sustratos surgen las siguientes preguntas de investigación secundarias.

¿Qué serie o línea de tinta flexográfica base solvente es recomendable tener dentro de los productos para empaques en líneas automatizadas, con un coeficiente de fricción adecuado, que sea productiva y rentable?

¿Cuáles son los puntos críticos que se están midiendo y en qué se está fallando durante el proceso de formulación, y producción de las tintas? Pueden establecerse índices de productividad.

Uno de los puntos críticos en las propiedades físicas de las tintas lo es el Coeficiente de Fricción (COF), ¿cómo afectará la modificación del COF a otras propiedades físicas como la resistencia al rayado, o la resistencia química de la tinta?

- Delimitaciones.

El trabajo está orientado a proponer una serie de tintas de nitrocelulosa y poliamida o a mejorar formulaciones actuales, con un proceso adecuado de producción y medición que mejore la productividad en la empresa que se dedica a fabricar este producto así como las empresas que lo utilizan en los procesos de conversión; es decir la flexografía para empaques que se encuentra en el área industrial, agroquímico y alimenticio. Por razones de confidencialidad se omitirá el nombre de la empresa estudiada, refiriéndose a la misma como centro de color.

- Alcances.

El alcance del presente trabajo llega hasta la implementación y producción a escala industrial de la tinta, la cual tiene que cumplir con los requerimientos de los productores de empaque así como el favorecer al cliente final que llena o envasa los productos.

La investigación y estudio del problema se realizará del período comprendido entre abril de 2013 a julio de 2014. En el cual se utilizan recursos de la empresa (Centro de Color), tanto humanos como equipo especial para la medición de las propiedades físicas o puntos críticos a evaluar en el desarrollo de una nueva línea de tinta flexográfica y los respectivos procedimientos.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la investigación integrada a la línea de productividad es necesario contar con tecnología actualizada, buenas prácticas de manufactura para gestionar de manera eficiente los procesos haciendo uso de herramientas de control de calidad que contribuyan a los resultados en los procesos de desarrollo y formulación de tintas como productos terminados.

La importancia de la producción de tintas base solvente en Guatemala, que se utilizan en empaques flexibles y que también se exportan a países centroamericanos, buscan mayor participación en el mercado y también competir con otros proveedores que se encuentran dentro de la región. La competencia con otras compañías ha obligado a buscar alternativas que marquen la diferencia en precio, calidad y sobre todo en un servicio técnico que constituye una herramienta posicionadora de mercado.

En la producción de tintas base solvente, existen varias líneas de aplicación de acuerdo a los tipos y usos finales del empaque, las cuales requieren a la vez ser evaluadas para cumplir con los requisitos y estándares críticos físico-químicos solicitados por los clientes o la flexografía de maquinaria de alto desempeño.

Es importante mencionar algunos de los problemas más comunes que se pueden dar por la falta de determinación de los puntos críticos en el proceso de producción y aprobación de una tinta base solvente. Por ejemplo, un factor crítico importante que determina el mal desempeño de una tinta en un empaque impreso, es el coeficiente de fricción o frenado en las superficies del material

de empaque impreso en las líneas automáticas de envasado de productos durante el manejo o almacenamiento, viene a incidir directamente en gastos no deseados para las empresas, reclamos de productos fuera de especificaciones, baja productividad en el área operativa e incluso pérdidas de clientes.

Debido a la necesidad de un correcto desempeño o funcionalidad de los materiales de empaque impresos así como los requerimientos especiales de parte de los clientes que utilizan estas tintas, surge el desarrollar tintas que puedan contribuir a mejorar y/o solucionar el problema que se dan en los empaques con un alto valor de coeficiente de fricción, haciendo mención que otro punto importante en el desempeño se debe a una correcta formulación y producción de los sustratos o empaques flexibles antes del proceso de impresión.

La iniciativa y/o motivación del proyecto de investigación es encontrar el método adecuado de control que permita identificar al fabricante de tintas base solvente como un proveedor vanguardista, un proveedor de calidad y con un buen servicio técnico que va de la mano con la tecnología, así como también encontrar nuevas áreas de comercialización industrial a través de nuevas propuestas o desarrollos de líneas de tintas que vienen a satisfacer las necesidades de los convertidores de empaque flexible. Esto culmina con el aumento de la productividad, tanto del convertidor de empaque flexible como del usuario en las líneas de empaque automatizado; es decir reducción de paros de máquinas, reducción de mermas y reducción de reclamos.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un método de control de los puntos críticos físico-químicos, mediante Buenas Prácticas de Manufactura que mejoren la productividad de las tintas base solvente, para la flexografía de alto desempeño.

Específicos

1. Desarrollar una serie de tinta flexográfica base solvente con un coeficiente de fricción adecuado para empaques en líneas automatizadas que puedan ser de productividad y rentabilidad para el fabricante.
2. Determinar qué puntos críticos se están midiendo y en qué se está fallando, para el proceso de formulación y/o producción de las tintas y poder establecer índices de productividad que permitan mejorar los procesos.
3. Describir el comportamiento de una tinta flexográfica cuantificando la resistencia al rayado, resistencia química, si se modifica el coeficiente de fricción mediante un sistema de gestión como las Buenas Prácticas de Laboratorio BPL.

NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Ante la falta de actualización de medición y control en los procesos de fabricación y distribución de las tintas base solvente se busca determinar las variables críticas físico-químicas, utilizando la tecnología y el soporte que brindan otros países y también la empresa en las áreas técnicas. Las necesidades que el estudio de investigación cubrirá dentro de la empresa son:

- Para el Área Operativa.
 - Información de consulta mediante BPM's, durante el proceso de fabricación de las tintas.
 - Capacitación en los temas relacionados con las propiedades de las tintas.
 - Productividad al momento de fabricación de las tintas.
 - Alcance y visibilidad de los daños que se pueden presentar si no se controlan los puntos críticos físico-químicos en la producción.

- Para el Área de Control de Calidad.
 - Información de consulta mediante BPM's, durante el proceso de revisión y aprobación de las tintas.
 - Análisis e interpretación de la información obtenida durante la revisión de los productos fabricados.
 - Productividad al momento de estar validando o desarrollando una tinta base solvente.

- Para la empresa.
 - Fiabilidad de contar con productos que puedan ser competitivos en la industria flexográfica.
 - Mejorar el servicio técnico, para satisfacer las necesidades y exigencias de los clientes.
 - Evitar productos con reclamos o fuera de especificaciones de parte de los clientes.

Tabla I. **Esquema de solución**

No.	Proceso	Acción	Metodología
1	Análisis de los resultados obtenidos en el período 2012-2013 dentro de la empresa.	Recopilación de información.	Gráficas Causa-Efecto.
2	Método de medición y control actual.	Revisión del proceso.	Pareto.
3	Investigación y desarrollo.	Pruebas a nivel laboratorio.	Comparación del método estándar con el método actualizado o propuesto.
4	Gestión del cambio.	Implementación de BPM's, y/o laboratorio. Propuesta de nueva línea de producto.	Estandarización. Utilización de ASTM's. Formulaciones físico-químicas.

Fuente: elaboración propia.

Con dicho estudio, procesos y metodologías la empresa podrá mejorar la productividad en los productos, también se podrá brindar información y soporte

técnico al Área Comercial para que atiendan a las necesidades locales de los clientes, en Centroamérica y el Caribe.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La productividad y el desempeño de las tintas base solvente en la industria de empaques flexibles podría verse afectada por variables o puntos críticos.

- H_1 : la formulación y producción de tintas base solvente, siguiendo buenas prácticas de manufactura y puntos críticos de control físico-químicos, permitirá mejorar la productividad en los centros de color.
- H_0 : la formulación y producción de tintas base solvente, siguiendo buenas prácticas de manufactura y puntos críticos de control físico-químicos, no mejorará la productividad en los centros de color.
- Variables Independientes: volumen, apariencia, gravedad específica.
- Variables Dependientes: capacidad de deslizamiento, resistencia química (grasas, álcali, agua, cloro, etc.), secado de las tintas, adherencia de las tintas, resistencias físicas, viscosidad, concentración de sólidos en las tintas.
- Indicadores: coeficiente de fricción, tiempo de secado de las tintas, resistencia a la abrasión-rayado, resistencia al ácido cítrico, resistencia al ácido láctico, resistencia al álcali, porcentaje de sólidos, delta ΔE espectrofotometría.

ALCANCES

El proceso de investigación por medio de procedimientos que ayudarán a buscar la solución del problema propuesta tiene un alcance descriptivo, ya que se realizarán mediciones específicas que permitirán la selección de los puntos críticos físico-químicos importantes de las tintas base solvente en los distintos medios de aplicación como sustratos o materiales de empaque, necesarios para el aumento de la productividad en la flexografía de alto desempeño.

Por el grado de profundidad e importancia también se combina con un enfoque explicativo y correlacional, los indicadores que se obtendrán permitirán realizar el análisis comparativo y determinar la dependencia entre cada una de las propiedades físicas que se están midiendo durante la fabricación y la evaluación final siguiendo las Buenas Prácticas de Manufactura. Las tintas tienen que cumplir con un requisito importante, el alto desempeño en la industria de los empaques, que empieza con un control y medición adecuada desde el desarrollo y producción de la tinta a nivel laboratorio y posteriormente trasladado a la producción industrial lo que lo hace también un trabajo deductivo.

La investigación está orientada a proponer o mejorar una serie de tintas de nitrocelulosa o poliamida con un proceso adecuado de producción y medición que mejore la productividad de la empresa que se dedica a fabricar este producto, así como las empresas que lo utilizan en los procesos de conversión es decir la flexografía que se encuentra en el área agroindustrial y alimenticio.

¿Qué avances se han tenido? Se han estado estudiando Normas ASTM que ayudan a controlar los puntos críticos físico-químicos de las tintas, con los cuales se ha empezado a generar procedimientos de evaluación, desarrollo y producción. Además se ha estado trabajando con el Departamento Técnico de Estados Unidos de la corporación para corregir algunos procedimientos que se están realizando actualmente. También se ha identificado la necesidad de adquirir equipo especializado para medir uno de los puntos críticos en la producción de tintas, a través de un medidor de coeficiente de fricción de cama plana que se rige bajo la Norma ASTM D 1894/95.

Este estudio servirá como referencia para los directivos y gerentes de la empresa fabricante de tintas, y principalmente para que el Departamento Técnico Comercial pueda disponer y promover productos de alto desempeño, en la Industria Flexográfica.

1. TINTA FLEXOGRÁFICA

Es necesario conocer acerca del origen de las tintas flexográficas y también la definición para conocer un poco mas de esta industria.

1.1. Origen de las tintas flexográficas

Las tintas flexográficas son el resultado de mucha investigación, ensayos de campo y largos períodos de experiencia y práctica. Las tintas tienen una historia de milenios y no es sino hasta la China, donde las antiguas civilizaciones descubrieron como imprimir la escritura por vez primera, con técnicas muy rudimentarias, que más bien se parecen al grabado.

La anilina introducida en los Estados Unidos en los años 20, las primeras máquinas que utilizaban esta tinta fueron importadas de Alemania donde el proceso aún conserva el nombre de Gummidruck, Foundation of Flexographic Technical Association FFTA (1991, p.1) afirma: Anilina, debido a que en ese tiempo colorantes con base de alquitrán de la misma familia de los aceites de anilina, eran empleados como ingredientes colorantes en las tintas.

Durante los 20 muy poca información técnica se tenía disponible para formular una tinta anilina. Muchos de los problemas provocados por estas tintas se redisolvían o sangraban y se corrían cuando había mucha humedad, una baja resistencia del pigmento a la luz, la vida útil de la tinta también era muy corta y no podían ser guardadas para trabajos futuros. En resumen se puede decir que muchos de los problemas encontrados en el proceso de la anilina, era indudablemente la tinta.

1.2. Definición de las tintas flexográficas

La Foundation of Flexographic Technical Association FFTA (1991, p.3) dice que “en 1952 durante el 14^o. Foro del Instituto de Empaques se empezó a manejar el término de flexografía y por ende tintas flexográficas, que viene de empaques flexibles, con tintas más apropiadas para el almacenamiento, fluidas y de rápido secado, acondicionadas para poder manipularla con mayor facilidad a los requerimientos de las máquinas impresoras o conocidas”.

2. SISTEMAS DE GESTIÓN EN PROCESOS DE ALTA PRODUCTIVIDAD

En este capítulo se explicará y definirá conceptos acerca de sistema, gestión y como contribuye en el proceso de mejora continua.

2.1. ¿Qué es un sistema?

A menudo en las empresas o compañías se efectúan una serie de actividades o pasos que toman en cuenta conjuntos de elementos en coordinación con recursos, procedimientos, información, estructura y estrategias, para lograr calidad de los productos o servicios destinados a la satisfacción del cliente, a esto se le llama sistema. Evans, J. (2008, p. 10) afirma que “conforme las organizaciones empezaron a integrar principios de calidad en los sistemas administrativos, se volvió popular la idea de una gestión o Administración de la Calidad Total o TQM (Total Quality Management), más que una disciplina técnica estrecha basada en la ingeniería o la producción, la calidad asumió un nuevo papel que permeó cada aspecto en el funcionamiento de una empresa”.

2.1.1. ¿Qué es gestión?

La consecución o ejercicio de responsabilidades sobre la secuencia de actividades o procesos que conforman un sistema se conoce como gestión. Con esto nacen distintos sistemas de gestión, en la calidad, productividad, recurso humano etc.

2.1.2. Gestión como mejora continua en la fabricación de tintas

El mejoramiento continuo se refiere a los cambios que van en crecimiento, pequeños y graduales, como nuevos desarrollos, productos o servicios en innovación, mejoras grandes y rápidas, que al final se pueden traducir en cualquiera de las siguientes formas.

- Aumentan el valor en la satisfacción para el cliente, a través de nuevos desarrollos en productos y servicios o simplemente mejorados.
- La reducción de errores, fallas, desperdicios y los costos implicados.
- Aumentar la productividad y la eficiencia con la correcta gestión de los recursos involucrados.
- Incremento en efectividad a las respuestas y/o el desempeño de un recurso muy importante como lo es el tiempo, para resolución de quejas, implementación de procesos, o incluso introducción de nuevos productos, (innovación).

Lo anterior descrito se basa en algo importante: la mejora continua que en 1950, Edwards Deming expone según Evans, J. (2008, p. 22), “Las principales mejoras en el tiempo de respuesta pueden requerir significación importante de los procesos de trabajo y con frecuencia impulsan mejoras simultaneas en la calidad y la productividad.”

3. GESTIÓN PARA LA MEJORA DE RESULTADOS

Si se está comenzando es siempre bueno empezar estableciendo una meta, establecer un plan de acción y mientras se va implementando el plan se pueden realizar otras actividades. La función principal en esta etapa inicial es alcanzar metas, gestión principal de un gerente.

Falconi V. (2008, p. 47) menciona que: “el secreto de la gestión radica en la observación de secuencias de pasos durante el proceso de planificación.

- Establezca con nitidez donde quiere llegar (meta, finalidad, resultado, efecto,...) con el ítem de control.
- Recoger información sobre el tema en cuestión.
- Verificar las causas que están impidiendo llegar a la meta u objetivo (analice).
- Proponer acciones o contramedidas contra cada causa importante (esto es el plan)”.

Lo importante de estos pasos es que es válido para cualquier nivel gerencial, incluso directivos. Uno de los requisitos importantes es que el gestor tiene que saber planificar y significa que toda meta de mejora genera un plan de acción. Lo que lleva a la conclusión de que si el plan de acción es bueno, la meta de mejora es alcanzada, por lo tanto; se pueden alcanzar metas como establecer puntos críticos de control y aumento de la productividad en el proceso de fabricación de tintas o en caso contrario no.

Para poder proponer planes de acción es necesario considerar puntos muy importantes en el proceso de fabricación de tintas para poder aportar métodos, prácticas o procedimientos como también acciones correctivas y son los siguientes:

3.1. Elementos de eficiencia en el proceso de igualación de colores

El entendimiento de los conceptos básicos de color e igualación de colores, provee un medio para mejorar la eficiencia y el desempeño de la máquina impresora, también ayuda a mejorar las relaciones entre el diseñador de empaques y el convertidor. Los cuatro elementos necesarios para producir el color son:

- Una fuente luminosa.
- Material coloreado.
- Un dispositivo sensor de color (ojo o fotocelda).
- Un intérprete de la sensación (cerebro o dispositivo electrónico como el espectrofotómetro o los densitómetros).

Después de saber cuáles son elementos principales para igualar un color es necesario conocer los componentes básicos de las tintas que contienen un color y estos son:

3.2. Colorantes y pigmentos de alto desempeño

Los pigmentos son partes sólidas que se dividen para darle color a la tinta, cubrimiento o transparencia. Determinan en combinación con el vehículo, el cuerpo de la tinta y las propiedades de transporte.

Los pigmentos serán responsables de la resistencia a la luz y resistencias químicas de las tintas, de acuerdo a lo expuesto en el libro de FTA (2010, p. 362). Los pigmentos o colorantes se clasifican en 2 grandes grupos a) pigmentos orgánicos y b) pigmentos inorgánicos.

3.2.1. Pigmentos orgánicos

Productos que se obtienen por medio de síntesis orgánica. Están formados por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno son sintetizados a partir de materiales que en la mayoría provienen del petróleo. Los pigmentos se distribuyen en diferentes presentaciones:

- En forma de polvo, que es la más utilizada
- Micro perlas o granulados
- Forma de *cake press*
- Predispersos

Los pigmentos orgánicos tienen el tamaño de partículas primarias entre 20 nm (0,02 μm) y 8 μm . Sin embargo, este tamaño tiene que ser, en la tinta, debajo de 0,2 μm para poder obtener un pigmento transparente. Rojos y naranjas de molibdatos, azules milori o prusia, negros de carbón de humo, hollín, algunos amarillos de cromo.

3.2.1.1. Propiedades y consideraciones

Muy transparentes y ligeros, no contienen metales pesados alta absorción de aceite. La mayoría de los pigmentos orgánicos están aprobados por la FDA.

3.2.2. Pigmentos inorgánicos

Productos que se obtienen directamente de la naturaleza o con modificaciones simples de la estructura. Son partículas más pesadas, más grandes, opacas, más baratas y generan tintas mate. Blancos (dióxido de titanio, TiO_2 , hidrato de aluminio, etc.), rojos y naranjas de molibdatos.

3.2.2.1. Propiedades y consideraciones

Muy cubrientes y pesados, algunos contienen metales pesados (cromato de plomo, molibdatos de plomo), baja absorción de aceite, buena opacidad y resistencia a la luz en la mayoría también están regulados por la FDA.

3.3. Sistemas de resinas vehículos basados en solventes para alta productividad

Entre las principales resinas utilizadas en la fabricación de tintas están: nitrocelulosa (NC), poliamida (PA), vinílicas (PVC) (cloruro de polivinilo), polivinilbutiral (PVB), poliuretanos (PU), acrílicas, otras: maleicas, esteáricas, etc.

Combinaciones entre algunas de ellas dependiendo del sistema de impresión, sustrato a imprimir, estructura del empaque y uso final del empaque, así deberá ser el tipo de tinta a utilizar en cuanto a las resinas que se utilizan en la formulación.

De acuerdo al sistema de vehículo típico también se pueden definir algunos elementos principales:

Tabla II. **Elementos principales en los vehículos de resinas**

Resina	Adhesión Resistencia al producto Brillo Dispersión de pigmentos
Solvente	Disolver la resina Controlar la viscosidad Controlar el secado
Plastificante	Hacer flexible la resina
Lubricante	Controlar el COF y el rozamiento
Antiespumante	Controla la formación de espuma
Pinhole cpd	Controla los pinholes en el sustrato ejemplo en el celofán.

Fuente: FFTA. *Flexografía Principios y Técnicas*, p. 269.

El vehículo de la tinta es un compuesto hecho de resinas, aditivo y solvente, el elemento primario es la resina, todos los otros materiales complementan a la resina de una manera u otra y así nacen tipos de tintas como:

- Tintas para papel
- Tintas para polietilenos
- Tintas para polipropilenos y películas laminadas
- Tintas para muchas más estructuras por ejemplo PVDC, PVC, PET, etc.

3.4. Solventes de alto rendimiento

Hay una gran variedad de solventes: agua, compuestos orgánicos simples, que son líquidos a la temperatura ambiente (alcoholes, ácidos e hidrocarburos), los cuales son los más tradicionales; pero gases condensados o bajo presión como el amoniaco, el dióxido de carbono y sales fundidas usados también como solventes.

El solvente es el medio de dilución tanto de las resinas como de los colorantes y pigmentos y para ello existen estas 3 familias que se utilizan más, principalmente en las tintas base solvente con vehículos o resinas de transporte como lo son las nitrocelulosas, poliamidas, poliuretánicas, y otras.

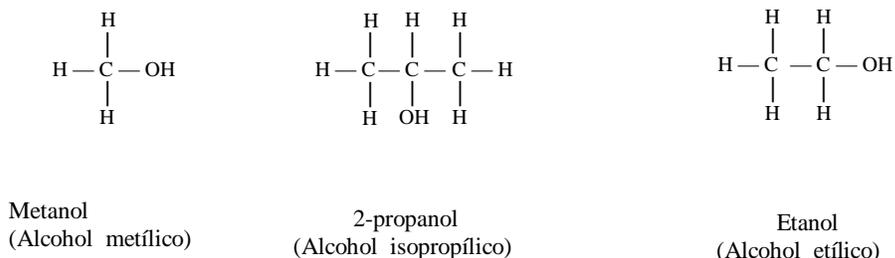
3.4.1. Alcoholes

Chang, R. (1992, p. 1007). Afirma que todos los alcoholes contienen un grupo hidroxilo, --OH en la figura 1 se muestran algunos alcoholes comunes. El alcohol etílico o etanol es con mucho el mejor conocido.

Se produce biológicamente por la fermentación de azúcar y almidón, en ausencia de oxígeno. Al igual que este autor algunos otros libros estudian los alcoholes que en la mayoría se derivan de los alcanos, que son todos hidrocarburos alifáticos.

Cabe mencionar que en la industria de la flexografía los alcoholes más utilizados para utilizarlos en mezclas con esterres son:

Figura 1. **Alcoholes comunes**

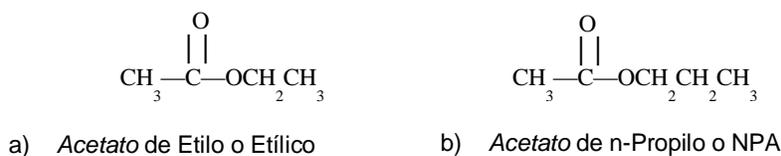


Fuente: CHANG, Raymond. *Química*, p. 1007. Alcoholes comunes. Nótese que todos los compuestos contienen el grupo OH.

3.4.2. Ésteres

Chang, R. (1,992 p. 1009). “Los esterés tienen la fórmula general R’COOR, donde R’ puede ser H o un grupo alquilo o arilo y R es un grupo alquilo o arilo”

Figura 2. **Ésteres comunes**



Fuente: S. Wingrove, ALAN and L. CARET, Robert. *Química Orgánica*, p. 1202.

3.4.3. Misceláneos

Cuando se habla de solventes misceláneos, se refiere a la mezcla de alcoholes y ésteres o acetatos en proporciones adecuadas según las necesidades de uso en las máquinas o proceso de impresión flexográfica. Los alcoholes y los acetatos poseen propiedades físicas además de las químicas y

una de las propiedades físicas más conocidas es la tasa de evaporación siendo los alcoholes más lentos en evaporarse. Además de utilizar estos compuestos en la flexografía como medio de dilución de la tinta, también se utilizan en la industria manufacturera de perfumes, se utilizan como agentes saborizantes en las industrias de los refrescos y la confitería. También muchas frutas deben el olor y sabor especial a la presencia de pequeñas cantidades de ésteres.

3.5. Aditivos de mejora en la formulación

Por lo regular los aditivos son componentes que se agregan a las tintas en porcentajes menores pero son muy importantes ya que estos ayudan a mejorar o a reforzar propiedades específicas en el uso final de la tinta. Dentro los más conocidos se tienen: plastificantes, ceras, silicones, antiespumantes, modificadores de tensión superficial, promotores de adhesión.

FFTA, (1980, p. 270). Define que “los plastificantes son suavizadores que modifican la dureza o la quebrabilidad de las resinas, el deslizamiento. Estos plastificantes se unen química o físicamente a las resinas y permanecen en el material impreso para convertirse en una parte permanente de la impresión, después de que los solventes se han evaporado. Como las resinas, los plastificantes son seleccionados individualmente para darle propiedades esenciales a la tinta y generalmente son específicos con diferentes resinas”

Además de los plastificantes los aditivos pueden ayudar a reforzar propiedades como la fuerza cohesiva, los coeficientes de fricción, COF, la resistencia al frote, la resistencia al bloqueo como el caso de los agentes o aditivos *anti-slip*, etc. Una regla general que aplican la mayoría de autores o expertos en la fabricación de tintas como el caso de la Asociación Técnica de Flexografía es que los aditivos antibloqueo no se deben usar generalmente en

tintas de laminación para uso con laminantes poliuretanos en las que se unen dos tipos de sustrato. Estos materiales, ceras de una clase u otra, tienen tensiones superficiales críticas bajas y el laminante poliuretano, no las mojará. La fuerza de unión de la laminación es por tanto debilitada. La laminación es la unión de dos sustratos mediante un adhesivo

4. ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE TRABAJO

La estandarización es un instrumento básico de la gestión de rutina de trabajo. Además Falconi V. (2008, p. 53) define que “un estándar es el instrumento que indica la meta (finalidad) y los procedimientos (medios) para la ejecución de las tareas, de forma tal que cada uno tenga condiciones de asumir la responsabilidad por los resultados del trabajo”.

Significa que el estándar ayuda a la propia planificación de las actividades o procedimientos ejecutados por la empresa fabricante de tintas, y no existe gestión sin estandarización, por eso es necesario empezar con la estandarización estableciendo los puntos críticos de control en la fabricación de las tintas tomando en consideración los elementos estudiados en el capítulo anterior, haciendo uso de herramientas importantes en la gestión como las que se definen en los siguientes subtítulos.

4.1. Flujograma

En la gestión, se utiliza el flujograma con dos objetivos:

- Garantizar la calidad
- Aumentar la productividad

Los administrativos gerenciales, en todos niveles, deben establecer flujogramas (estándares) de los procesos bajo la autoridad.

Por ejemplo: compras, ventas, previsión de ventas, planificación estratégica, facturación, asistencia técnica, desarrollo de nuevos productos, producción.

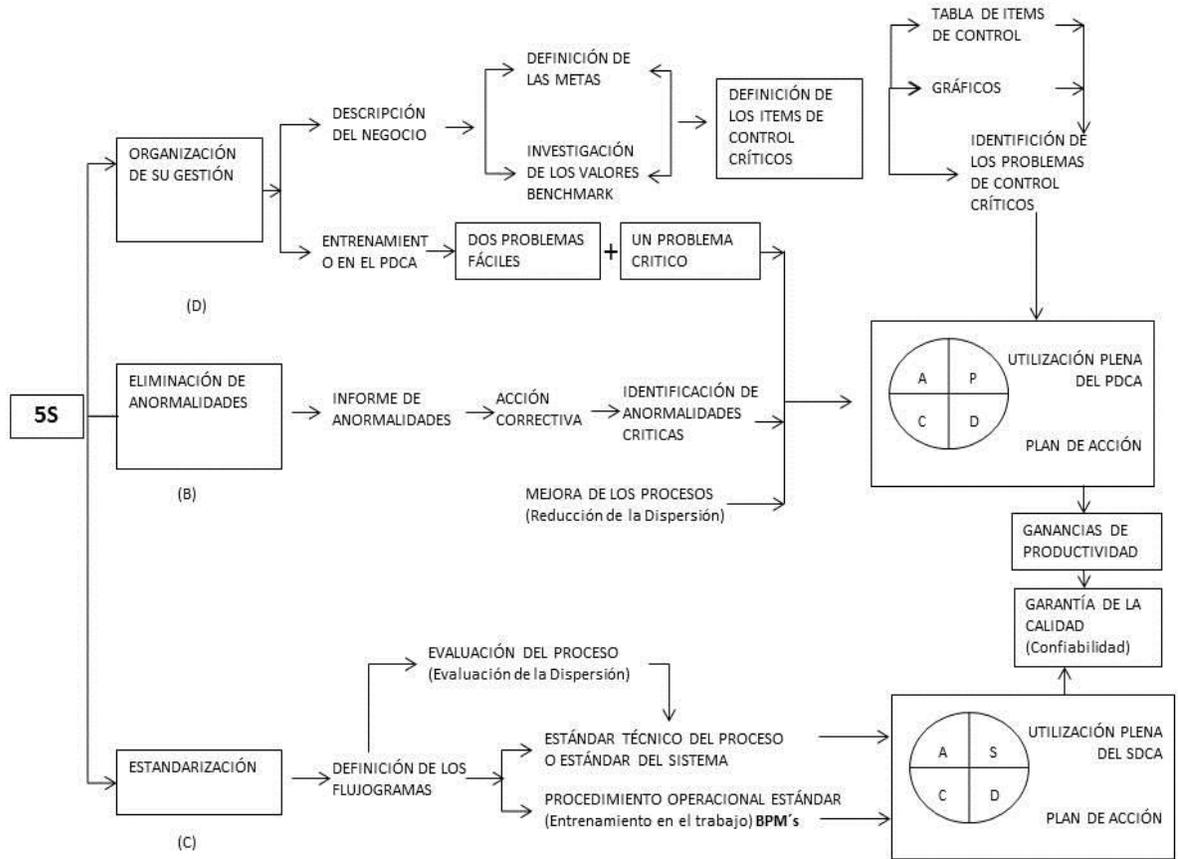
Falconi (2008, p. 53) recomienda analizar las áreas que necesita evaluar, haciendo un flujograma para cada producto de la gestión; es decir las líneas de tintas flexográficas a evaluar, especificando los varios procesos y no esperar que salga perfecto ya en la primera vez. Lo que recomienda es no tener miedo de equivocarse y empezar por el producto prioritario o los puntos críticos.

Este flujograma debe reflejar la situación real y no deduzca, hay que estar en local real y conversar con los involucrados. Tomando en cuenta la estandarización como objetivo ver la figura 3.

Cuando el flujograma esté listo hay que reunir a todo el grupo de involucrados y a través de un *brainstorming* preguntar:

- ¿Este proceso es necesario?
- ¿Cada etapa del proceso es necesaria?
- ¿Es posible simplificar?
- ¿Es posible adoptar nuevas tecnologías, desarrollos o controles?

Figura 3. Líneas básicas para la mejora en la gestión de procesos



Fuente: FALCONI, V. *Gestión de la Rutina de Trabajo Cotidiano 2008*, p. 43

4.2. Como definir proceso críticos de control

Ahora se tiene que realizar una reunión con supervisores, jefes de área y determinar juntos, cuales son las actividades o procesos prioritarios a ser estandarizados en el proceso de fabricación de las tintas es recomendable comenzar siempre a partir de un flujograma del producto o punto prioritario (o crítico).

Falconi V. (2008, p. 54) establece que el criterio de un punto o problema prioritario son aquellos donde:

- Si hay un pequeño error, afecta fuertemente la calidad del producto.
- Ya ocurrieron inconformidades, reclamos o rechazos anteriores.
- Ocurren problemas en la visión de los jefes de departamento, supervisores y en el gerente.

Esto marca los criterios o problemas a priorizar, la estandarización y/o determinación de puntos críticos de los procedimientos operacionales como:

- Ocurrencia de inconformidades, durante el proceso de fabricación o desarrollos de productos como las tintas base solvente.
- Reclamaciones de los clientes.
- Análisis de anormalidades de alto precio.
- Análisis de anormalidades repetitivas.
- Alta dispersión (evaluación del proceso), etc.

Para trabajar con estos puntos críticos hay que trabajar con base en el criterio descritos en los ítems del párrafo anterior establecido por Falconi.

4.3. Procedimiento Operacional Estándar (Standard Operation Procedure) (SOP)

El responsable por la gestión de una empresa o de un proceso, deberá recibir los SOP's ya listos del Área Administrativa, del Área de Ingeniería o del proveedor del equipamiento, de lo contrario tendrá que emitir dichos procedimientos con la ayuda de los expertos en la realización de las actividades que les compete.

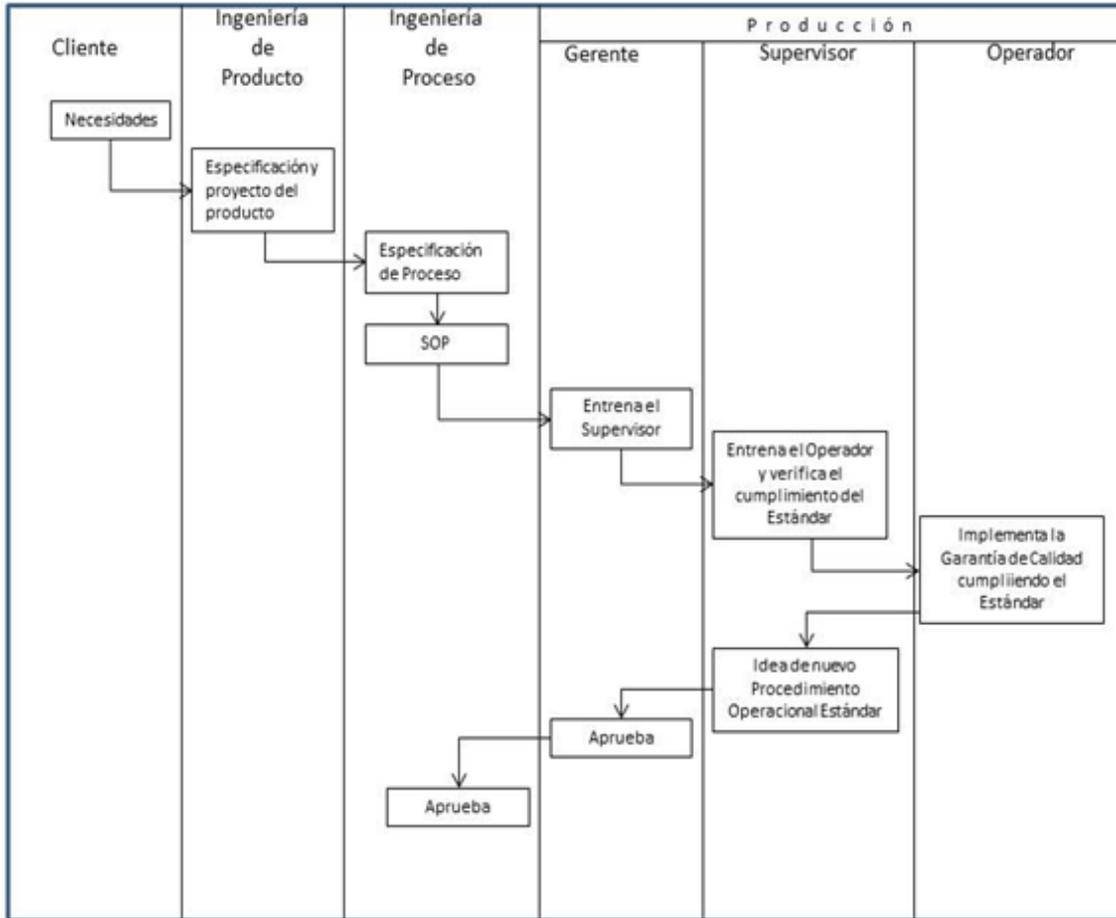
Posteriormente se tiene que entrenar al personal de acuerdo con estos procedimientos y el responsable podrá perfeccionarlos con relación a los resultados, detallando la situación actual. Tomar en cuenta que al momento de entrenar al personal se debe comenzar por las tareas prioritarias. Falconi, V. (2008, p. 57) elabora un proceso de establecimiento y modificación del SOP.

Con la secuencia establecida en la figura 4, se debe evaluar como cada operador o responsable de realizar un proceso de fabricación o control en la medición de tintas flexográficas está trabajando.

Esta verificación puede realizarse a través de un *check-list* o incluso grabando un video *in situ*, posteriormente se puede discutir con el supervisor las diferencias encontradas y los ajustes o cambios que se puedan implementar.

El autor de este proceso de establecimientos también menciona que el procedimiento Operacional Estándar tiene que ser lo suficientemente claro y sencillo, completo, pictórico, torna obvio para el operador la secuencia correcta de pasos; es decir que indicará cuales son las tareas prioritarias (incluye todos los pasos críticos).

Figura 4. **Proceso de establecimiento y modificación del SOP**



Fuente: V., Falconi. *Gestión de la Rutina de Trabajo Cotidiano* 2008. p. 57

5. SISTEMA DE GESTIÓN MEDIANTE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA (BPM)

Muchas veces se pregunta ¿Cómo escoger la tinta correcta? El convertidor que pueda responder efectiva y rápidamente a los cambios tiene una gran ventaja competitiva. Asimismo, una mala selección de tintas puede presentar serios problemas.

La Fundación de la Asociación Técnica Flexográfica (1991, p. 2) dice que “generalmente los usuarios o convertidores atribuyen a las tintas como la causante de la mayoría de problemas en el proceso de impresión aunque no sea cierto y esto se debe a que en el inicio de un proyecto de impresión para un nuevo empaque no se considera parte importante del proceso” como lo es un sistema de gestión adecuado haciendo uso de herramientas como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL).

Significa que la selección de una tinta específica para una aplicación en especial no es lo que sucede a veces en la industria guatemalteca, la mayoría de convertidores usan un solo sistema de tintas para varias aplicaciones y asumen que la tinta trabajará en cualquier trabajo que desean imprimir.

Contrariamente, esto ayuda que mientras se pueda hacer una selección individual de la tinta, por ejemplo para que soporte o tipo de sustrato vacío, la selección de la tinta en la práctica depende de la prensa y de los métodos de manejo y producción de las tintas.

5.1. Buenas Prácticas de Manufactura BPM

Actualmente se están presentando cambios, tanto en la industria de transformación de alimentos, productos industriales varios, como en la comercialización, y esto afecta cada vez más la oferta de alimentos inocuos.

La aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura, reduce significativamente el riesgo de presentación de toxi-infecciones alimentarias a la población consumidora al protegerla contra contaminaciones, contribuyendo a formar una imagen de calidad y reduce las posibilidades de pérdidas de productos al mantener un control preciso y continuo sobre edificaciones, equipos, personal, materia prima y procesos.

5.2. Las BPM's

Son herramientas básicas para la obtención de productos seguros para el consumo humano, que se centralizan en la higiene y forma de manipulación, son útiles para el diseño y funcionamiento de los establecimientos y para el desarrollo de procesos y productos relacionados con la industria, alimentación, sector agroindustrial, inclusive en el mercado de servicios. En resumen las BPM's establecen condiciones mínimas indispensables y necesarias para asegurar la inocuidad de los alimentos la calidad de cualquier producto o servicio.

5.3. Consideración de Buenas Prácticas de Manufactura para la clasificación de las tintas de acuerdo a la aplicación

Las tintas base solvente se manejan y fabrican de acuerdo a la aplicación final, este tema está muy familiarizado con el capítulo 3 anterior donde se

seleccionan las tintas de acuerdo a varios factores. En esta sección se clasifican de acuerdo a la aplicación y hay dos procedimientos generales y comunes: para tintas de impresión superficie y para impresión reverso-laminación.

5.3.1. Tintas de impresión superficie

En este tipo de aplicación como su nombre lo indica la tinta a utilizar es específicamente para imprimir sobre la superficie de un sustrato. Existen varias familias la cual está determinada en un alto porcentaje por la base de resina que utilizan, por ejemplo pueden ser poliamídicas, de nitrocelulosa, acrílicas, etc.

Se ha comprobado que los procesos de manufactura de tintas de poliamida y de nitrocelulosa modificadas para polietileno son productos libres de problemas. En tintas que no van laminadas e impresas en la superficie se emplean mezclas de ceras oleamidas y siliconas para obtener el coeficiente de fricción adecuado (COF).

En la impresión superficie del sustrato polipropileno son apropiadas las tintas poliamida, cuando no se requiere resistencia al calor ni resistencia a la grasa. La Foundation Of Flexographic Technical Association (1980. p. 270) menciona que cuando se requiere resistencia al calor, a la grasa y laminación, se utilizan tintas a base de resina de nitrocelulosa modificada. Algunos modificantes de las tintas de nitrocelulosa incluyen poliamida, derivados de colofonia y plastificantes.

En los empaques el uso del polipropileno ha aumentado en gran manera en los actuales días, los calibres o espesores más utilizados van desde 0,45 a

1,25 milésimas, y la película es orientada biaxialmente y tratada para impresión, de allí viene el nombre de BOPP. A diferencia del polietileno el polipropileno no acepta con facilidad el tratamiento corona; pero para ello se recomiendan algunas estrategias:

- Tratamiento de descarga corona antes de imprimir o laminar.
- Formular las tintas con promotores de adherencia.
- Especial atención a los procesos de conversión tales como la temperatura de la bobina, viscosidad y espesor de la película de tinta impresa.
- Uso de primer.

5.3.2. Tintas de impresión reverso-laminación

Las tintas para este tipo de aplicación son especiales para laminación de 2 o más sustratos o películas. Inicialmente, la tecnología NC era mayormente utilizada para sustratos BOPP y con resultados no muy buenos para el PET y el OPA con tratamiento corona, además la retención de solventes en una tinta a base de NC es mayor que una tinta formulada con resinas polivinil butiral o 100 % poliuretano PU. Con tintas a partir de estas 2 resinas mencionadas al final, se obtienen resultados favorables para la laminación por la baja retención de solventes y buena adherencia sobre películas que posteriormente serán laminadas con otro sustrato como por ejemplo polietileno de baja densidad, BOPP, y también con PET con tratamiento corona o saranizado.

Las tintas flexo base solventes para estos sustratos se seleccionan y fabrican después de revisar la compatibilidad con otros recubrimientos y con los procesos de conversión, tales como la laca, barrera funcional, catalizable o no catalizable, parafinado, capacidad de aplicar *hot melt* registrado, laminación con

adhesivo, calidad de la laminación y liberación de la mordaza al sellar en caliente.

5.4. Procedimientos para la selección de tintas flexográficas en empaques de alimentos

En la industria de alimentos y precisamente en el embalaje alimentario hay que tomar en consideración varios puntos y recomendaciones que se explican en los siguientes procedimientos.

5.4.1. Aplicación de las tintas en empaques de alimentos

En Europa se han difundido y generado distintos informes acerca de la migración o transferencias de sustancias de las tintas de impresión al embalaje alimentario, a través del denominado RASFF, un sistema de notificaciones de alerta rápida de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria por las siglas (EFSA), que ha molestado considerablemente a la cadena de envasado, a los usuarios finales, a las autoridades y también a los consumidores.

5.4.2. Los seis pasos y responsabilidades para un embalaje alimentario perfecto

Dentro de estos 6 pasos se mencionan que los fabricantes de tintas pueden certificar la idoneidad de una serie de tintas para aplicaciones de empaques de alimentos, pero no se puede certificar la conformidad legal del embalaje impreso final. Los motivos son los numerosos factores que influyen en esta conformidad, como el material utilizado, el proceso de impresión y elaboración, y las condiciones de almacenamiento en todas las etapas. Para evitar los problemas que pudieran surgir de un uso inadecuado de la tinta es

importante que todas las partes implicadas en el proceso de impresión y envasado colaboren (usuario final, transformador/impresor, fabricante de tintas). El primer paso es definir claramente las especificaciones de envasado que, normalmente, serian responsabilidad del sector alimentario.

- Especificaciones de envasado por parte del sector alimentario

Es necesario proporcionar especificaciones claras, teniendo en cuenta todos los factores relevantes:

- Propiedades físicas y químicas del alimento que se va a empaquetar.
- Condiciones de procesado.
- Almacenamiento.
- Uso final por parte del consumidor.

- Concepción del envase por parte del transformador

Los problemas relevantes son la elección de los soportes y otros materiales, los gráficos, el proceso de impresión y todos los parámetros de conversión.

- Formulación de las tintas por parte del fabricante de tintas

Después de la validación final de las especificaciones del envase con el transformador y de realizar el análisis de riesgos (migración, resistencias físico-químicas e impacto organoléptico), es necesario crear una recomendación de las tintas y los barnices apropiados.

- Recomendaciones de uso del fabricante de tintas

Además de la recomendación del producto, el transformador necesita asesoramiento sobre las condiciones de uso, incluida toda la documentación pertinente (fichas técnicas, guías de aplicación, etc.)

- Validación del proceso de impresión por parte del impresor

La combinación de tinta + materiales y los parámetros del proceso deben ser validados (olor, disolventes residuales, migración, etc.)

- Validación final del envase por parte de la industria alimentaria

La industria alimentaria es responsable de comprobar el cumplimiento de las especificaciones del envase y de controlar las limitaciones en el uso del mismo. El transformador debe proporcionar toda la documentación necesaria.

6. BUENAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO (BPL), ESTABLECIDAS EN ASTM´s

Un Programa de Buenas Prácticas de Manufactura aplicado al proceso de fabricación de tintas u otro tipo de industria, requiere una auditoria permanente para verificar el cumplimiento del sistema, al igual que otras normas como la ISO.

El Comité de Expertos sobre Especificaciones para Productos Alimenticios de la OMS adoptó en 1995 las guías tituladas Buenas Prácticas de Manufactura Nacionales de Alimentos de la OMS, para el manejo de aditivos; reglamentos guatemaltecos para la inocuidad de alimentos, otros.

A partir de esto se evaluará la propiedad más importante de una tinta y los componentes. Una buena tinta de impresión tiene que ser lo suficientemente intensa para obtener la fuerza de color deseada, debe imprimir limpiamente, sin moteado, sin sangrar, sin impresión fantasma, sin bordes fibrosos o embotados, sin repinte y sobre todo cumplir con las normativas o reglamentos de inocuidad si están destinadas al uso de empaques flexibles para alimentos.

6.1. Aspectos de verificación de los puntos críticos por un programa de BPM´s, BPL´s y ASTM´s

Es necesario saber a qué se refieren las BPM´s y la relación que existe con cada una de las propiedades de las tintas, también es necesario conocer acerca de las BPL´s y la existencia de ASTM´s definidas.

6.1.1. ¿Qué es un BPL?

OMS (2010, p. 2) menciona que “es un conjunto de normas, procedimientos operacionales, practicas establecidas y definidas por organismos como la OCDE, FDA, ASTM, que se consideran de obligado cumplimiento en los laboratorios, para asegurar la calidad y la integridad de los datos producidos en determinados tipos de investigaciones o estudios”.

Muchas propiedades de las tintas se contrarrestan unas con otras, ejemplos de tales propiedades son alto brillo y resistencia al frote, calidad de impresión y velocidad de secado, laminación y no bloqueo.

La formulación de la mejor tinta es la selección del mejor compromiso entre los factores presentes que se contrarrestan. Para entender estos factores se revisaran los principios y los métodos de medición y control.

6.1.2. Consideraciones en la reología de las tintas

La reología es la ciencia de cómo los líquidos fluyen, algunos factores reológicos, además de la viscosidad, son importantes para lograr un buena impresión sobre un sustrato. Para lograr que los puntos finos y los textos finos se reproduzcan bien, se requiere una buena reproducción de la imagen en la plancha.

6.1.2.1. Valor de elasticidad

FFTA, (1991, p. 337) define “el valor de elasticidad es el mínimo esfuerzo cortante o de cizallamiento que tiene que ser excedido antes de que ocurra un flujo. Un líquido ideal o no Newtoniano fluye cuando está sujeto a cualquier

fuerza, no importa lo pequeña que sea”. Lo que el autor describe es que un líquido no ideal o no Newtoniano como la tinta flexográfica, fluirá solamente si la fuerza aplicada excede un valor mínimo.

6.1.2.2. Tixotropía

Se caracteriza por tener un valor de elasticidad y mostrar una viscosidad reducida cuando tiene un corte continuo. La tixotropía en general incluye o tiene una tendencia a recuperar la viscosidad y la elasticidad cuando se deja en reposo. Ahora bien cuando se agita un material tixotrópico requiere algo de fuerza para iniciar el movimiento, después de que empieza a moverse la viscosidad disminuye o se cae y el movimiento se mantiene con menos fuerza requerida. ¿Qué es lo que sucede después de que se suspende la agitación? Se empieza a desarrollar una viscosidad alta por tal motivo a este fenómeno se le llama a veces falso cuerpo o viscosidad aparente.

6.1.2.3. Pegajosidad

La pegajosidad es la resistencia a la tracción ejercida por un material que adhiere completamente dos superficies separadas. En la tinta líquida por ejemplo, la pegajosidad es una función de la viscosidad y de la relación de resina-pigmento en la tinta, algunos denominan a esta propiedad como tac de la tinta. Se recomienda que la pegajosidad sea la adecuada o la suficiente para que haya una buena transferencia desde los rodillos entintadores (anilox), a la plancha y de esta al sustrato. Demasiada pegajosidad puede producir repinte o bloqueo. Las propiedades físicas y químicas funcionales de las tintas flexográficas se dividirán en tres categorías distintas:

- Propiedades físico-químicas de la tinta virgen

- Propiedades físico-químicas de la tinta impresa
- Propiedades y pruebas críticas de desempeño

En las siguientes secciones se describen de forma general y resumida los métodos de control por medio de Buenas Prácticas de Manufactura y control extraído del libro FIRST (2004, p. 133-141).

6.2. BPM's, método de control de propiedades de la tinta virgen

Se describirán de forma general los procedimientos referidos a los ASTM's para el control de las propiedades de la tinta virgen antes de aplicarse sobre un sustrato final.

6.2.1. Grado de molienda

Procedimiento. ASTM D1316. (Fineza del grado de molienda de las tintas impresas por el *grindometer* NPIRI.)

- Importancia. El grado de molienda es un factor determinante para las características de fuerza de color, opacidad/transparencia, brillo y abrasión. En general, el grado de molienda más fino implica mayor transparencia, color fuerte, mayor brillo y menor abrasión.

6.2.2. Viscosidad

Procedimiento. ASTM D1200. (Método de prueba para la viscosidad de pinturas, barnices y lacas). ASTM D4212- (Método de prueba para la viscosidad mediante la copa de viscosidad tipo Dip) (sumergir).

- **Importancia.** La viscosidad es una medida de la resistencia al flujo a una temperatura específica y juega un papel vital para determinar la calidad de impresión de la tinta. Es necesario controlar la viscosidad en la prensa para mantener el color (matiz, fuerza), la calidad de impresión (flujo hacia fuera de la tinta, ganancia de punto, atrape) y las propiedades de rendimiento (peso del recubrimiento, velocidad del secado, retención de solvente).

6.2.3. Gravedad específica

Procedimiento. ASTM D1475. (Método de prueba estándar para la densidad de las pinturas, barnices, lacas y productos relacionados).

- **Importancia.** La gravedad específica (o densidad) de una tinta indica el metraje de tinta, el contenido (volátil) de los sólidos, de una tinta o recubrimiento.

6.2.4. Color

Procedimiento. ASTM D1729 (visual) y D2244 (instrumental). Se preparan arrastres idénticos y se comparan visual e instrumentalmente.

El instrumento preferido es el espectrofotómetro de conformidad con ISO 2846-5. Capacidad de reproducción del lote de tinta, no correlacionado con la prensa.

- **Importancia.** El color es lo que el cliente ve cuando observa un empaque. Este identifica el producto y, si no es consistente de un empaque a otro, resulta en la percepción de un producto de mala calidad. El procedimiento

de igualación del color para las tintas lineales requiere que los siguientes elementos se encuentren en el lugar:

- Para igualar el color, es recomendable contar con un dispositivo de medición del color como por ejemplo, un espectrofotómetro.
- Un objetivo numérico de color y tolerancia dentro de un espacio de color por el comité de medición del color CMC y un delta E que es la diferencia de color entre una muestra y un estándar. CMC 2:1 < 2,0 DE y CIE < 2,5 DE son los más típicos.
- Un estándar de cierto color, sustrato, tinta y prensa correctos.
- Protocolo de elaboración de pruebas, validación por medio de una correlación con la máquina impresora, debe prepararse un lote pequeño (100 gramos) de laboratorio, utilizando lineamientos requeridos por el usuario final como, resistencias mecánicas, químicas, resistencia a la luz, para producir el color.
- Utilizar un menor número de pigmentos para un preciso control del mismo.

6.2.5. Formación de espuma

Procedimiento. ASTM D3519. (88: Método de prueba estándar para la espuma en un medio acuoso).

- **Importancia.** La formación de espuma en la tinta, causada por la acumulación de aire, genera problemas de manejo y de impresión tales como la formación de orificios como del alfiler o de escasez de tinta. A pesar de que estos problemas generalmente están asociadas con la tinta base agua, estos surgen de manera poco frecuente tanto en los sistemas de solventes como en los curados con energía UV. Este método es una

guía útil para determinar la tendencia de la tinta a producir espuma bajo condiciones de corte altas, ya que en este se mide el volumen de la tinta o del recubrimiento antes y después de someterla a fuerza de corte altas.

6.2.6. Sólidos de la tinta (contenido no volátil)

Procedimiento. ASTM D4713. (Método estándar para el contenido no-volátil en las tintas de impresión, soluciones de resina y vehículos).

- Importancia. El contenido de sólidos es una medida del porcentaje de materia no-volátil que forma parte de una mezcla o compuesto; esta medida se basa en el peso total de la mezcla.

6.2.7. Rangos de secado y de curado

Procedimiento. ASTM D1640. (Método de prueba estándar para el secado, el curado o formación de la película).

- Importancia. Esta es una prueba QC muy útil para determinar si los rangos de secado de los lotes subsecuentes de tinta y de recubrimientos son iguales. Esta prueba también puede utilizarse para aislar e identificar problemas de secado mientras se está en prensa.

6.3. BPM's, método de control de las tintas impresas de alto rendimiento flexográfico

Se describirán de forma general los procedimientos referidos a los ASTM's para el control de las propiedades de la tinta impresa en sustratos de empaques de alto rendimiento flexográfico.

6.3.1. Adhesión a los sustratos no porosos

Procedimiento. ASTM D3359. (Método de prueba para la medición de la adhesión por cinta).

- Importancia. La tinta proporciona propiedades funcionales y decorativas. Para ajustarse a la mayoría de las necesidades funcionales (flexibilidad, resistencia química), es vital que la tinta se adhiera al sustrato primario.

6.3.2. Brillo de la superficie del producto impreso

Procedimiento. ASTM D523. (Método de prueba estándar para el brillo especular); ASTM E97 (método de prueba estándar para 0°/45°, factor de reflexión de los especímenes opacos).

- Importancia. El nivel de brillo es una propiedad decorativa crítica de una impresión terminada. Frecuentemente se lo asocia con la percepción de la calidad del producto.

6.3.3. Bloqueo o desprendimiento de la tinta

Procedimiento. ASTM D2793. (Método de prueba estándar para las pruebas de bloqueo).

- Importancia. La medición de la resistencia de bloqueo es la capacidad de un sustrato impreso de soportar calor y presión sin que la tinta se pegue o se transfiera. Esto es extremadamente crítico en las operaciones de impresión de rollo-a-rollo o apiladas.

6.3.4. Resistencia al frote/abrasión para todos los sustratos impresos

Procedimiento. ASTM D5264/92. (Método de prueba estándar para la prueba de frote Sutherland).

- Importancia. Los materiales de empaques impresos están sujetos a muchas fuerzas abrasivas durante la impresión, la conversión, el embarque y el uso final. La resistencia al frote o abrasión de la tinta y/o recubrimiento es importante por la estética del empaque final. Los impresores utilizan distintos términos como arrastre, borrón, manchas, desgaste al frote y rasguñado, para describir esta abrasión.

6.3.5. Opacidad/transparencia

Procedimiento. Opacidad Tappi T425. ASTM D2085

- Importancia. El nivel de transparencia o de opacidad de una tinta gobierna la calidad de la imagen impresa. Por ejemplo, las tintas procesos requieren de una alta transparencia para proporcionar una buena reproducción gráfica, mientras la opacidad alta para los blancos y/o los colores también es importante.

6.4. BPM's para la determinación propiedades y pruebas críticas en las tintas flexográficas de alto desempeño

Se describirán de forma general los procedimientos referidos a los ASTM's para el control de pruebas críticas de la tinta impresa en sustratos de empaques de alto desempeño.

6.4.1. COF/ángulo de deslizamiento

Procedimiento. ASTM D 1894/95. (Método de prueba estándar para los coeficientes de fricción estática y cinética de las películas plásticas y en hojas). ASTM D 4518 (Método de prueba estándar para medir el frote estático de las superficies de recubrimiento).

- Importancia. “Cuando un cuerpo está en movimiento sobre una superficie áspera, existe una resistencia al movimiento debido a la interacción del objeto con el medio que la rodea, a una fuerza de resistencia de esa naturaleza se le conoce como fuerza de rozamiento o de fricción” Raymond A. Serway. Física tomo I. (1993). (Segunda edición revisada en español). McGraw W-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V. México. p.114. En términos de tintas y empaques, la fricción es un indicador del nivel de deslizamiento o de lubricidad de las superficies y/o entre 2 películas, conocido como COF (coeficiente de fricción). Un bajo COF dice que se tiene un nivel alto de deslizamiento y un COF alto significa un bajo deslizamiento o mayor fricción. Esto quiere decir que con el COF se puede medir la dificultad relativa con la que un material se desliza sobre una superficie adyacente del mismo material o de otro distinto.

6.4.2. COF/resistencia al calor

Procedimiento. No se conoce un ASTM / TAPPI estándar.

- Importancia. La resistencia de la tinta, los recubrimientos como los barnices o lacas base solvente son de vital importancia para el buen desempeño y la calidad de los distintos empaques impresos que puedan

sellarse con calor o estar sujetos a altas temperaturas durante la vida y manipulación del empaque.

6.4.3. Formación de arrugas o flexibilidad

Procedimiento. No se conoce un ASTM / TAPPI estándar.

- Importancia. La prueba de formación de arrugas indica la flexibilidad de una tinta y la capacidad de adherirse a un sustrato después de evaluar o someterla a fuerzas mecánicas.

6.4.4. Olor y contaminación

Procedimiento. ASTM E-462 (panel de olor).

- Importancia. Muchos materiales por ejemplo (solventes, monómeros, oligómeros) que comúnmente se utilizan en la fabricación de tintas base agua, solvente y UV tienen olores característicos. Los niveles residuales de tales materiales, cuando quedan retenidos en la película impresa pueden afectar el olor o al sabor del producto que se va empacar. También existen componentes y aditivos propios de los empaques o sustratos que pueden causar estos inconvenientes. Se requieren bajos niveles de olor también pueden determinarse subjetivamente mediante el panel de olor.

6.4.5. Fuerza de unión de laminación

Procedimiento. ASTM D3330 (Prueba estándar de *peel*).

- **Importancia.** Una gran variedad de empaques depende de las estructuras de capas múltiples unidas entre si para proporcionar las propiedades de rendimiento necesarias. La integridad y el rendimiento de los empaques dependen del mantenimiento de esta unión.

6.4.6. Resistencia al agua

Procedimiento. En esta sección se explica tres pruebas de resistencia al agua que se utiliza comúnmente en la industria de las tintas y los empaques.

- **Importancia.** La resistencia al agua es una propiedad crítica requerida para todos los empaques que de alguna manera están sujetos al contacto con agua. Algunos ejemplos de tales empaques incluyen las bolsas para alimentos congelados, las bolsas para hervir alimentos y los empaques de alimentos para microondas. No se conoce un ASTM estándar.
 - Resistencia al sangrado en agua a la temperatura ambiental.
 - Adhesión/flexibilidad cuando está sujeto al agua helada, al congelamiento o al descongelamiento.
 - Resistencia al agua hirviendo.

6.4.7. Resistencia química o al producto

Procedimiento. ASTM D 1647 y ASTM D2248

- **Importancia.** La tinta de un empaque impreso debe resistir al producto que se va a empacar en el interior, especialmente cuando se trata de químicos. Mientras la mayor parte de los empaques químicos tienen barreras para prevenir la migración del material a través del sustrato, el

químico puede derramarse por la parte externa del empaque durante el llenado.

6.4.8. Resistencia a la luz

Procedimiento. ASTM D 3424. (Resistencia a la luz del material impreso) otras referencias ASTM D4459, G23, G26. ISO 2835 (DIN 16525). Resistencia a la intemperie (DIN 54071 1985:07).

- **Importancia.** Es importante la resistencia al desteñido o a la decoloración si se va a utilizar una tinta en una pieza impresa que será expuesta a la luz durante largos períodos, (papel tapiz, etiquetas, tiras continuas y banderines promocionales, vitrinas).

Algunos pigmentos tienen una resistencia a la decoloración o degradación del color mucho mayor que otros. La referencia que se menciona en la sección anterior sobre la resistencia química también debe de tomarse en cuenta para la resistencia a la luz; es decir, esto depende también de la especificación del pigmento de acuerdo a su (CI) Color Index. Existen pigmentos primarios específicos que están diseñados para uso general, pigmentos de mayor rendimiento o de alta resistencia a la luz.

7. MONITOREAR LOS RESULTADOS DE LOS PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS DE CONTROL

Gestionar es el hecho de buscar las causas (medios) que ocasionan o evitan el alcance de los objetivos o fines, establecer contramedidas, planes de acciones correctivas, actuar y sobre todo la estandarización de los procesos como la fabricación, o desarrollo de productos finales como las tintas flexográficas. El método para la práctica de la gestión es la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura, haciendo uso de herramientas de medición como las BPL's, o métodos de gestión para alcanzar los objetivos como el PDCA.

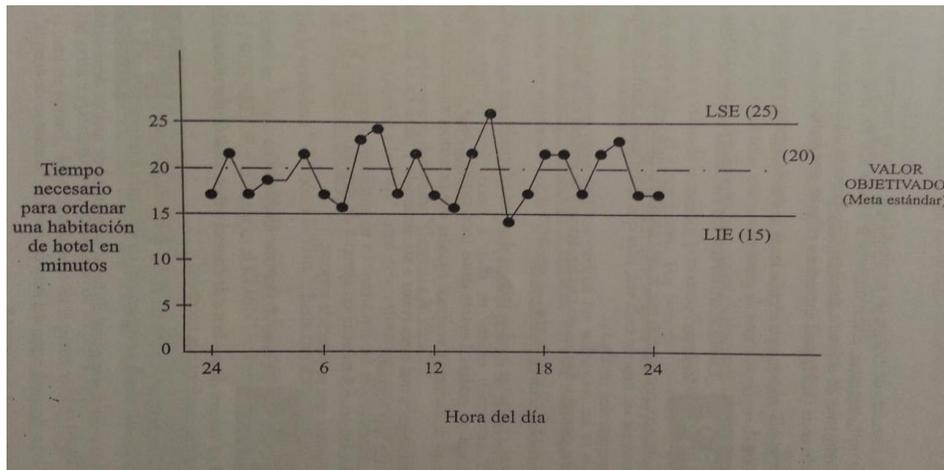
Falconi, V. (2008, p. 181) define que “El plan para alcanzar la meta estándar es el Procedimiento Operacional Estándar (SOP), y el PDCA utilizado para alcanzar metas estándar, o par mantener los resultados en cierto nivel deseado, podría ser llamado SDCA (s para *standard* o estándar)”. Con estos conceptos se puede recomendar que para alcanzar nuevas metas o nuevos resultados, se debe modificar la manera de trabajar es decir modificar los Procedimientos Operacionales Estándar, en todo caso establecer o actualizar las Buenas Prácticas de Manufactura de acorde a las necesidades de los clientes y los objetivos trazados.

7.1. Monitorear resultados o puntos críticos que desea mantener

Se recomienda iniciar por el monitoreo de aquellas características o puntos críticos físico-químicos y de desempeño que están causando problemas. Ejemplo: desempeño del COF, resistencia a la grasa, resistencia química, etc.

La mejor manera de monitorear un ítem de control o característica que se quiera mantener es la carta de control, sin embargo este método de monitoreo podrá ser muy sofisticado o hasta incluso presentarse muy difícil o inviable para utilizarlo desde el inicio del proceso, para eso hay recomendaciones como el uso de gráficos de control donde se tiene como meta estándar el valor objetivo, un Límite Superior de Especificación (LSE) y un Límite Inferior de Especificación.

Figura 5. Gráfico secuencial



Fuente: V., Falconi. *Gestión de la Rutina de Trabajo Cotidiano* 2008. p. 79.

7.2. Monitorear resultados o puntos críticos que desea mejorar

- Comenzar por aquello que este causando problemas, se recomienda empezar a monitorear un ítem a la vez, para que se pueda apreciar o llevar el control para la mejora de resultados. Por ejemplo: hay muchas reclamaciones de errores de desempeño de las tintas en las propiedades físicas de superficie como el COF.

- Establecer un ítem de control: porcentaje de tintas defectuosas por la propiedad del COF, se puede hacer un gráfico. Levantar datos (por ejemplo, hacer un muestrario o tener muestras de retención y verificar las imperfecciones.)
- Definir una meta (valor a ser alcanzado y el plazo en el cual este valor debe ser logrado).

7.3. ¿Cómo armar los gráficos?

- Los valores de los ítems de control deben estar dispuestos en gráficos o tablas conforme los requerimientos o necesidades.
- En el caso que sean utilizados gráficos, es bueno que estos sean estandarizados, para una mejor comprensión en informes y reuniones.

Falconi, V. (2008, p. 80) aconseja “que un gráfico secuencial de ítems de control de mejora debe contener:

- La denominación del ítem de control Valor de COF Tintas
- La unidad μ
- Una escala para el ítem de control y otra para volumen de aplicación (LPI)
- Los resultados de producciones o retenciones anteriores como referencia
- El estándar u objetivo
- El valor del *benchmark*
- Una flecha indicando la mejor dirección (ver figura 6)

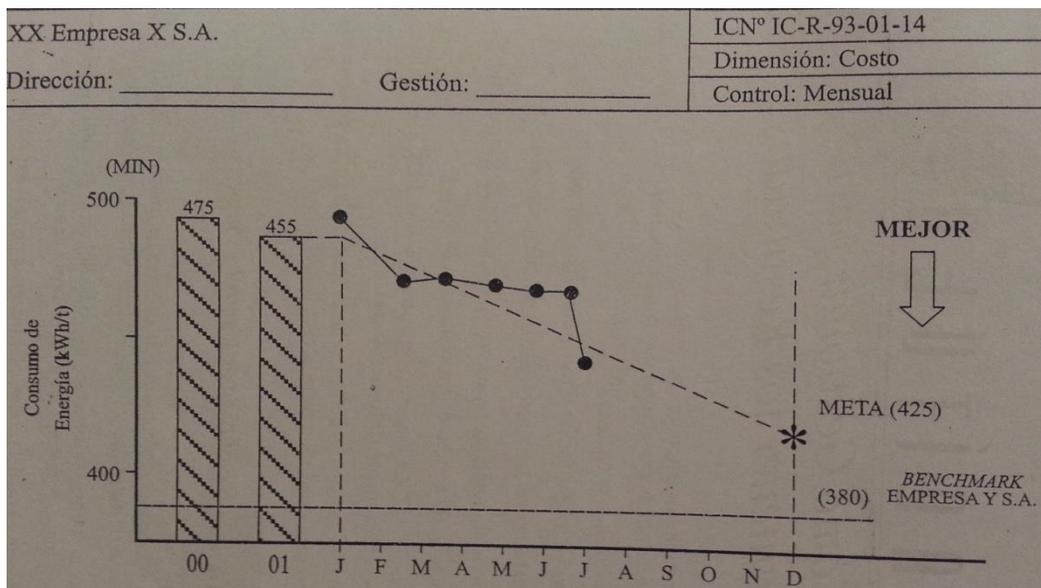
7.4. Significado de Control Estadístico de Proceso (CEP)

Falconi, V. (2008, p. 85) define “un proceso es un conjunto de causas que provocan hechos. Proceso es el área de autoridad y los productos son la

responsabilidad”. Por lo tanto el proceso es toda el área de gestión gerencial (el proceso del gerente de manufactura de la empresa es el Área de Producción), forman parte del proceso:

- Las materias primas
- Los equipos de producción
- Los instrumentos de medición
- Las personas
- Los procedimientos y
- Las condiciones ambientales locales

Figura 6. **Gráfico secuencial de ítem de control**



Fuente: V.,Falconi. *Gestión de la Rutina de Trabajo Cotidiano 2008*. p. 82.

Un proceso puede ser controlado o gestionado con dos objetivos:

- para mantener

- para mejorar

Ambos son conducidos principalmente por las funciones operacionales, aunque las funciones gerenciales actúen en el tratamiento de anomalías o acciones correctivas.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OJETIVOS

HIPÓTESIS

MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. SISTEMAS DE GESTIÓN

- 1.1.1. Herramientas de gestión en un la industria de fabricación de tintas
- 1.1.2. Plan de acción simplificado
- 1.1.3. Perfeccionando un plan de acción

1.2. ESTANDARIZACIÓN EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

- 1.2.1. El uso de flujogramas
- 1.2.2. El uso de PDCA
- 1.2.3. Determinación de puntos críticos de medición en los componentes de alto desempeño de las tintas flexográficas

- 1.2.3.1. ¿Cómo definir procesos críticos de control?
 - 1.2.3.2. ¿Cómo establecer ítems de control prioritarios?
 - 1.2.3.3. ¿Cómo establecer los ítems de verificación?
- 1.3. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES ESTÁNDAR SOP (Standard Operation Procedure)
- 1.3.1. Herramientas de gestión mediante BPM's
 - 1.3.1.1. Orientación inicial sobre BPM's - GMP's
 - 1.3.1.2. Definición de GMP's
 - 1.3.1.3. ¿Para qué sirven los GMP's?
 - 1.3.1.4. ¿Qué incluyen las BPM's?
 - 1.3.2. ¿Qué es una mala práctica de manufactura?
 - 1.3.2.1. ¿Que es una anomalía?
 - 1.3.2.2. ¿Qué es un rechazo?
 - 1.3.2.3. Aspectos de verificación mediante herramientas PDCA
- 1.4. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN MEDIANTE BPL's Y ASTM's
- 1.4.1. Métodos de control de las propiedades de la tinta virgen
 - 1.4.2. Métodos de control de las tintas de alta productividad
 - 1.4.3. BPM's y BPL's para la determinación de las propiedades y pruebas críticas en las tintas flexográficas de alto desempeño

1.5. MONITOREO DE LOS RESULTADOS EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE TINTAS

1.5.1. Monitoreo de resultados o puntos críticos que se desean mantener

1.5.2. Monitoreo de resultados o puntos críticos que se desean mejorar productividad

1.5.2.1. El uso de gráficos de control

1.5.2.2. Control Estadístico del Proceso (CEP)

1.5.2.3. Índices de Productividad KPI's

1.6 PLANES DE ACCIÓN EN LA GESTIÓN

1.6.1. Aprendiendo a trabajar con PDCA y SDCA

1.6.2. Secuencia para mejorar La gestión

1.6.3. Evaluación de procesos, identificando áreas de mejora y puntos fuertes

1.6.4. Definición de confiabilidad

1.6.4.1. Estableciendo un benchmark

1.6.4.2. Meta base cero

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

- Variables e indicadores

Para el alcance de los objetivos definidos, dentro del estudio se definieron las siguientes variables:

- Independiente: volumen, apariencia, gravedad específica de las tintas en el proceso de fabricación y envasado del producto.
- Dependientes. variables críticas como la capacidad de deslizamiento COF, resistencia química (grasas, álcali, agua, cloro, etc.), secado de las tintas, adherencia de las tintas, resistencias físicas, viscosidad, concentración de sólidos en las tintas, que mediante métodos de control adecuados mejoren la productividad de la tinta flexográfica.

- Tipo de estudio y diseño de investigación

El presente estudio propuesto de investigación, es de tipo descriptivo transversal, experimental ya que se estarán evaluando y midiendo propiedades físicas y químicas de las tintas elaboradas o desarrolladas con plastificantes y aditivos modificadores, esperando obtener resultados favorables en cuanto al desempeño y/o productividad es decir un enfoque mixto, se obtiene la información de estudios realizados, especificaciones y tolerancias a través de datos cualitativos y cuantitativos, observados y medidos en las variables dependientes e independientes.

La metodología a seguir es a través de Buenas Prácticas de Manufactura, la utilización de normas estándar como lo son las ASTM's, cuyos datos serán registrados por medio de Procedimientos de Manufactura, evaluación y desarrollo.

- Técnicas de investigación

De acuerdo a lo planteado se utilizaran las siguientes herramientas o métodos:

- Obtención de datos o información con registros internos:
 - Ventas: el histórico de los despachos y ver las preferencias de los clientes.
 - Contabilidad: para determinar indicadores económicos de mayor preferencia por los productos con mayor movimiento o los requeridos por los clientes.
 - Producción y control de calidad: para realizar análisis de los procesos desde la recepción de los productos hasta la atención y/o servicio con los clientes (aceptación y reclamos) después de haber despachado el producto.
- Entrevistas dirigidas a jefes de Áreas de Distribución, Control de Calidad, Producción, Contabilidad, Evaluación y Desarrollo para conocer aspectos técnicos, gerenciales e históricos de los productos y procesos.

- Identificación de los puntos críticos físico-químicos de las tintas base solvente.
- Universo o población. Está constituido por todas las líneas de tintas flexográficas que se manejan en la empresa, cuyas variables dependientes e independientes se medirán, con la finalidad de analizar y establecer los puntos críticos que son el objetivo de la investigación.
- Muestreo. Se hará en los elementos de forma aleatoria en cuanto a color en las líneas de tintas definidas previamente con el área de investigación y desarrollo.
- Tamaño de la muestra. Está definida por la cantidad de tinta que se puede analizar con los métodos de medición y lo requerido por los distintos equipos de medición. (100 g. 200 g y 250 g.)

El procedimiento a seguir en el desarrollo del estudio será:

- Fase I. Identificación de los puntos críticos físico-químicos de las tintas base solvente (objetivo general)

En el trabajo de investigación se identificarán y definirán cuales son los puntos críticos que ayudarán a mejorar la productividad de las tintas para el mercado de la flexografía de las altas velocidades y se implementará una línea de tintas Nitrocelulosa de alto desempeño base solvente que demuestren el avance logrado mediante la evaluación y el desarrollo durante todo el proceso de investigación. Dentro del diseño de investigación de los puntos críticos de la línea de tintas de nitrocelulosa base solvente mediante BPM's se inicia con la descripción de los componentes de una tinta flexográfica, el campo de

aplicación así como los distintas variables que se tienen que medir e identificar como puntos de relevancia o críticos antes dichos. Variables como resistencias físicas de adherencia, roce, coeficiente de fricción, y variables químicas como la resistencia las grasas, al ácido láctico, al peróxido de hidrógeno, al cloro, etc.; es decir describir las propiedades físicas y químicas que servirán de base para poder medir, mejorar, producir y como objetivo principal desarrollar una línea de tintas con mejor productividad para la flexografía de alto desempeño.

- Fase II. Análisis de los procedimientos actuales y comparación con los nuevos (objetivos específicos)

En este trabajo el diseño de investigación del proceso es indispensable y para ello se combina lo descriptivo como base de acuerdo a estudios logrados por expertos en la fabricación de tintas que se han preocupado por el avance de la mano de la tecnología, y con las mediciones poder correlacionar y encontrar la mejor opción en el desarrollo de la tinta, para ello también se hará uso de equipo de laboratorio especializado y pruebas que se han definido por la asociación técnica de flexógrafos, FTA, mediciones mediante Buenas Prácticas de Manufactura desarrolladas por los fabricantes de tintas y también los estándares de medición ASTM. Con el propósito de encontrar una serie de tinta flexográfica de coeficiente de fricción adecuada para empaque en líneas automatizadas, y determinar que puntos críticos se están midiendo y en que se está fallando.

- Fase III. Viabilidad y análisis de comportamiento de las nuevas propuestas de procedimientos y productos, como afectan (objetivo específico final)

Con los resultados obtenidos a través de los 2 pasos anteriores y si los resultados resultan favorables, la empresa validará la hipótesis y se hará

aplicando un análisis inductivo evaluando los datos obtenidos de las mediciones vrs la información histórica de producción, o de desarrollos vrs los nuevos datos generados una vez implementadas las mediciones de los nuevos puntos críticos e indicadores de productividad.

Y se decidirá si los nuevos productos o mejoras desarrolladas en las líneas de tintas base solvente se implementarán también como parte del portfolio actual de la empresa. Verificando el resultado de las variables de resistencia al rayado y resistencia química; es decir, como se ven afectadas estas variables si se modifica el coeficiente de fricción. Por medio de mediciones a nivel laboratorio.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

- Universo o población

La población que se estudiará para determinar la necesidad de implementación del diseño de investigación, proviene de los resultados generados de ventas, evaluaciones, desarrollos, producción, reclamos, que maneja la empresa.

- Técnicas empleadas

Análisis estadístico por medio del método de análisis de varianza de un solo factor, si toda la muestra tiene la misma media muestral respecto a la variable Coeficiente de Fricción de la tinta COF, ANOVA de comparación entre 2 o más muestras con aditivos modificadores y diferencia de medias.

También análisis histórico de las producciones; es decir las cantidades producidas según las líneas de tintas de acuerdo al portafolio de productos o de acuerdo a la aplicación final con los clientes convertidores de empaque y también un análisis de acuerdo a los reclamos o rechazos de productos.

Análisis estadístico de ventas de los actuales productos o líneas de tintas existentes. De acuerdo a los datos estadísticos obtenidos se podrán determinar puntos críticos físico-químicos a medir en los procesos de producción de las tintas.

- Investigación documental

Esta técnica se utilizó, para determinar la existencia de procedimientos, análisis y estudios relacionados con la problemática planteada, para apoyo o soporte del proyecto.

Durante el estudio también se utilizará el método de gestión de procesos del PDCA para alcanzar los objetivos y poder establecer cambios en los procedimientos operacionales que utiliza la empresa y llegar a la estandarización de BPM's.

- Investigación técnica

Se hicieron consultas directas al área técnica de otros países que son parte de la cadena productiva de la región, recibiendo información y recomendaciones importantes de USA, México y Argentina.

- Investigación tecnológica

Se investigó acerca de la tecnología que emplean otras compañías y si era viable para la empresa adquirirlas, para poder apoyar a la medición o control de puntos críticos planteados en la investigación. Contando actualmente con este equipo como parte de los recursos que se estarán implementando en el Área de Investigación y Desarrollo y producción.

Herramientas estadísticas de comparación de más de dos muestras realizando un análisis de varianza ANOVA y que se pueda concluir que la diferencia de las medias entre una de ellas modificando las porcentajes de aditivos para la determinación de los indicadores como el coeficiente de fricción

COF en las tintas y que esta sea estadísticamente significativa, entonces se podría afirmar que la muestra en cuestión con determinado porcentaje de aditivos suministra una calidad o productividad distinta, todo lo contrario si no existen diferencias significativas entre las muestras no se puede concluir.

Tabla III. **Valores de COF obtenidos en muestras variando la cantidad de aditivos**

	Mezcla 1 1,5 % Aditivo A 3 % Aditivo B	Mezcla 2 1,5 % Aditivo A 5 % Aditivo B	Mezcla 3 1,5 % Aditivo A 7 % Aditivo B
Muestra 1	0,40	0,35	0,25
Muestra 2	0,38	0,36	0,24
Muestra 3	0,43	0,38	0,23
Muestra 4	0,44	0,37	0,22
Muestra 5	0,45	0,35	0,25
Media Prov	0,42	0,36	0,238

Fuente: elaboración propia.

¿Qué mezcla suministra muestras con mayor calidad o productividad?, la herramienta ANOVA mencionada ayudará a ser más concluyente.

Tabla IV. **Herramientas estadísticas de comparación de más de dos muestras. (ANOVA)**

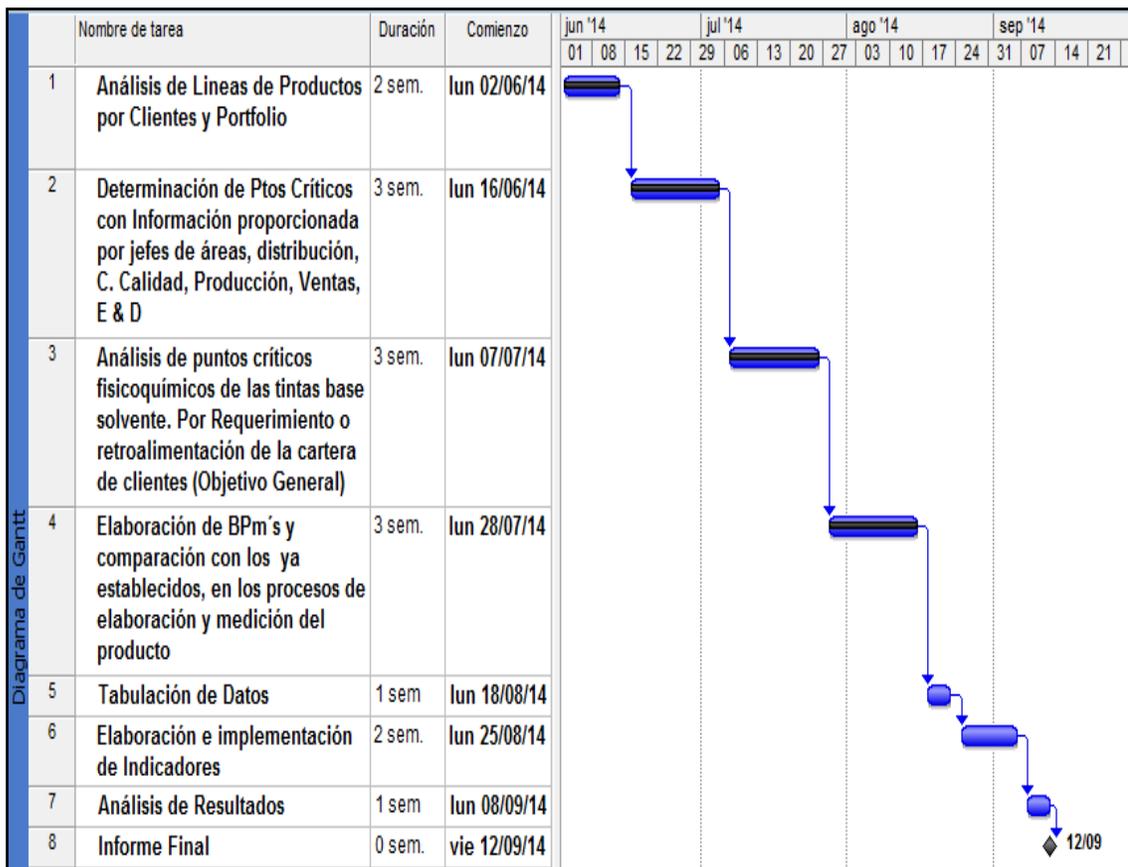
FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	CONTRASTE
ENTRE TRATAMIENTOS (VE)	$S_T = \sum_i^k n_i (\bar{y}_{ti} - \bar{y})^2$	$v_T = k - 1$	$s_T^2 = \frac{S_T}{k - 1}$	$\frac{s_T^2}{s_R^2}$
DENTRO DE TRATAMIENTOS (VNE)	$S_R = \sum_i^k \sum_j^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$	$v_R = N - k$	$s_R^2 = \frac{S_R}{N - k}$	
TOTAL EN RELACIÓN A LA MEDIA GENERAL (VT)	$S_D = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - N\bar{y}^2$	$v_D = N - 1$	$s_D^2 = \frac{S_D}{N - 1}$	

Fuente. ROJAS, Falcao & RUIZ, Arturo. *Herramientas Estadística-Comparación de más de dos muestras*, 2005. p. 9.

11. CRONOGRAMA

En esta sección se definen cada una de las actividades a realizar durante el estudio describiendo las fechas y la duración.

Tabla V. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FÁCTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Con previa autorización de la empresa para la realización del estudio de investigación, el recurso fundamental necesario es el recurso humano que actualmente trabaja en la empresa, (área operativa, supervisores, jefes de área, encargado de evaluaciones y desarrollos, personal de control de calidad), recurso financiero, equipo de tecnología y recursos materiales, también se incluye el acceso a información y uso de otros recursos necesarios.

La empresa donde se realizará el estudio se limita a describir o especificar algunos montos de disponibilidad de inversión así como el nombre propio de la empresa por autorizaciones y permisos.

Tabla VI. **Recurso humano**

No.	DESCRIPCIÓN	Personas	Costo	Total
1	Supervisor de producción	1	Q 1 000,00	Q 1 000,00
2	Jefes de área	2	Q 750,00	Q 1 500,00
3	Asesor de tesis	1	Q 2 500,00	Q 2 500,00
4	Operadores y desarrolladores	7	Q 500,00	Q 3 500,00
5	Autor de la tesis	1	Q 12 000,00	Q 12 000,00
Subtotal				Q 20 500,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Recurso de tecnología**

No.	DESCRIPCIÓN	DISPONIBILIDAD	Costo	Total
1	Computadora e impresora (1)	Si	Q 5 000,00	Q 5 000,00
2	Maquinaria y equipo de producción (2)	Si	Q 3 000,00	Q 6 000,00
4	Maquinaria equipo de laboratorio	Si	Q 4 000,00	Q 4 000,00
5	Adquisición de nuevo equipo de medición (propuesto por el maestrante)	Si	Q.....	Q.....
Subtotal				Q 15 000,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Recurso financiero**

DESCRIPCIÓN	DISPONIBILIDAD	
	Disponibilidad de tiempo y recursos de evaluación y desarrollo	Si
Recurso para compra de nuevo equipo	Si	Empresa
Disponibilidad para adquisición de nuevas materias primas	Si	Empresa
Adquisición de nuevo equipo de medición (propuesto)	---	En proceso

Fuente: elaboración propia. Por autorizaciones o permisos de la empresa se limita a describir o especificar montos de disponibilidad o inversión.

Tabla IX. **Presupuesto de materiales y asesoría**

Cantidad	Descripción	Cantidad
1	Resma de hojas	Q 25,00
1	Tinta para impresora	Q 250,00
12	Gasolina	Q 500,00
3	Lapiceros, cuchillas	Q 10,00
	Subtotal	Q 785,00

TOTAL Q 36,285.00

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASTM: Standards: (2,000). Método de Medición Estándar para Coeficientes de Fricción Estático y Cinético de Películas de Plástico y Láminas. ASTM D1894 61T. (1-13).
2. Chang, R. (1,992). *Química* (2da Edición en Español) por McGraw-Hill Interamericana, México. 1007-1009.
3. Druckfarben, A. G. (2,010) *Guía para Clientes, Tintas de Impresión para Embalaje Alimentario*. Know How, Ámbito Reglamentación Europea s-Embalaje. Alemania. 1-54.
4. Elvino, S. (2,003) *Composición de tintas*. sonria.com. 2(6), 1-8. Recuperado de: http://www.tecno2dcv.com.ar/index.php?option=com_vfm&Itemid=38&do=download&file=Tintas%7C01+Tintas_graficas.doc
5. Evans, R. y Lindsay, W. (2,008). *Administración y Control de Calidad* (7ma Edición), México. 10-34.
6. Falconi, V. (2,008). *Gestión de la Rutina del Trabajo Cotidiano*, (8va. Edición), Brasil. 36-88.
7. FFTA, I. (1,980). *Flexografía Principios y Técnicas*. (Third Edition). United States of America. New York, 1-7, 294-317, 367-394.

8. FFTA, Inc. (1,991). *Flexografía Principios y Prácticas Inc.* (Cuarta Edición). Estados Unidos de América. 1-2, 494-516.
9. FTA. (2,010). *Flexographic Image Reproduction Standard and Tolerances* (Third Edition), E.E.U.U., 133-141.
10. Impastato, M. (2,011). *Compatibilidad entre Sustratos y Tintas en la fabricación de empaques*. Recuperado de: <http://www.elempaque.com/temas/Compatibilidad-entre-sustratos-y-tintas-en-la-fabricacion-de-empaques+5083414>), 1-8.
11. Rojas, F. y Ruiz A. (2,009) *Herramientas Estadística-Comparación de más de dos muestras*. 1(13). Madrid, España.
12. Salazar A. C. (2,010) *Nitro Química Manual Técnico de Aplicación Parte II* Argentina. 10-26.
13. Serway, R. A. (1993). *Física* (1). (3era.Edición). McGraw W-Hill Interamericana S.A. de C.V. México. 115-116.
14. Strohe, T. (2,000). *Resistencia a la luz y Resistencia a la intemperie en los Empaques Impresos*. de acuerdo ISO 2835 (DIN 16525). (DIN 1519). Escala de resistencia a la luz (Ligh Fastness Scale). Recuperado de: <http://www.shrirographic.com.hk/web/uploadfile/1251166247.pdf>.
15. Wingrove, A. & Caret, R. (1,984). *Química Orgánica*. por HARLA S.A. de C.V. México DF. 1086-1100.

16. Whitten, K.W. y Gailey, K.D. (1985) *Química General* (1era. Edición)
Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México D.F.

