



LACA NITROCELULOSA EMULSIONADA CON BAJOS COV'S

Francisco Nicolás Escobar Tovar^a, Héctor Hernández Escoto^b, Omar Jair Purata Sifuentes^c

^aGerencia de planta, Zumink, S. A. de C. V., 27 de Septiembre 830, León, Gto., 37320, MEXICO,

fnescobar@grupolypsa.com.mx

^bDivisión de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guanajuato, Noria Alta S/N, Guanajuato, Gto. 36050, MEXICO

^cDivisión de Ciencias Económico Administrativas, Universidad de Guanajuato, Fraccionamiento I El Establo, Guanajuato Gto., 36250, MEXICO,

Resumen

En este documento se presenta el desarrollo una laca de nitrocelulosa emulsionada con bajos compuestos orgánicos volátiles (COV's). Este desarrollo inició con la revisión del estado del arte disponible a partir de 1975, con el fin de determinar la viabilidad del proyecto se usaron las herramientas PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico, Legal), FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) cuantitativo y de Diamante de Porter. A través de la herramienta de calidad QFD (Quality Function Deployment) se interpretaron los requerimientos del cliente en las características de calidad para el desarrollo del producto. Para este tipo de productos se analizó el impacto ambiental, a la salud y económico. El marco teórico comprendió la descripción de los diferentes fenómenos de sistemas en emulsión, formación de micela y variables que intervienen para un sistema de dos líquidos inmiscibles o parcialmente miscibles con esta información y el uso de herramientas utilizadas en Seis Sigma como son diseño de experimentos y diseño axiomático se llevó a cabo el desarrollo experimental siguiendo los lineamientos del método científico. Para el control de la experimentación se siguieron los lineamientos definidos por los Sistemas de Gestión de la Calidad, los resultados obtenidos muestran una película formada sobre el sustrato cuero curtido al cromo con propiedades competitivas a los productos que existen en el mercado y que son importados.

Palabras clave: *Laca de nitrocelulosa, Emulsión, COV's (Compuestos, Orgánicos Volátiles).*

Introducción

Los fabricantes de pinturas y recubrimientos buscan cada vez más las formas de reducir el contenido de COV's (Compuestos Orgánicos Volátiles) de los productos de las pinturas a base de solventes, los recubrimientos a base de agua, recubrimientos en polvo y otras formulaciones de alto contenido en sólidos aumentará la cuota de mercado. Sin embargo, algunas empresas no tienen un sistema en el desarrollo para bajar los COV's, las tendencias del desarrollo y uso de los recubrimientos a base de agua será más lento por lo que implica el diseño de un nuevo producto. En Zumink, S. A. de C. V., la alta dirección está convencida que como diseñadores de pinturas y recubrimientos la inversión de recursos humanos y materiales se canalizará en bajar los niveles de COV's, de aquellas líneas de productos donde se determine la viabilidad técnica y económica, motivo del presente proyecto.

Uno de los sistemas de recubrimientos orgánicos emplea la nitrocelulosa, está ha marcado distintivos característicos en este casi un siglo de su uso, ejemplo de ello ha sido el aumento de productividad en la manufactura de automóviles y en el repintado automotriz, en productos como



masa rápida, imprimador, fondo aislante, barnices y lacas; acabados para madera, su principal uso es la formulación de barnices y selladores; tintas de impresión con el uso de huecogrado y flexografía; acabado de cuero y calzado; incluso una propiedad en las guitarras terminadas con acabados nitrocelulosa dan una mejor sonoridad que aquellas que son terminadas con otro tipo de productos.

Las lacas de nitrocelulosa están compuestas por una mezcla equilibrada de: Materiales resinosos. Plastificantes. Disolventes (clasificados en tres tipos: Activos, tienen la capacidad de disolver la nitrocelulosa y generalmente también las resinas, ejemplos son los esterres, cetonas y éter-alcohol. Latentes o cosolventes, únicamente tienen capacidad de disolver la resina y el plastificante con la ventaja de bajar el costo de la formulación de la laca, los más comunes son los alcoholes. Diluyentes, al combinarse con los diluyentes activos mejora la capacidad de dilución de la nitrocelulosa, estos son los hidrocarburos aromáticos como tolueno y xileno. La mezcla equilibrada de los tres grupos de disolventes se conoce como “thinner” o adelgazadores para lacas). Aditivos, en el mercado existen una serie de productos químicos que mejoran el desempeño de los productos, normalmente la cantidad de aditivo en una formulación es de alrededor del 0.1 a 2.0 % en peso.

El desarrollo tecnológico para pasar de lacas nitrocelulosa en solución al solvente que tienen niveles que van de 670 a 780 g/l de COVs en envase, que cuando se disuelven para aplicar sobre una superficie de cuero curtido al cromo sus niveles de COVs, son en el rango de 805 a 830 g/l a una emulsión de laca nitrocelulosa con cumplimiento mínimo por lo marcado por la Norma Oficial mexicana NOM-123-ECOL-1998, *Que establece el contenido máximo permisible de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) en la fabricación de pinturas secado al aire base disolvente para uso doméstico y los procedimientos para la determinación del contenido de los mismos en las pinturas y recubrimientos*, es de 450 g/l. La Figura 1 muestra esquemáticamente el objetivo de la innovación propuesta

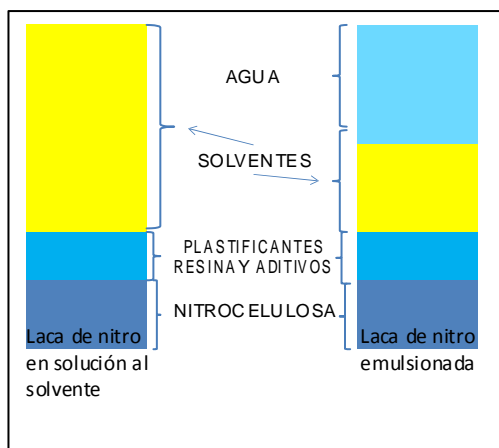


Figura 1. Descripción gráfica de la sustitución de agua por solvente en la laca emulsionada

Metodología

La revisión del estado del arte se realizó a partir de lo publicado de 1975 a 1993, la búsqueda se realizó en: World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) y el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI), dando como resultado



6 patentes, de las cuales se realizó un análisis de las diferentes materias primas, procedimientos, equipos de proceso, controles y usos de aplicación a productos. El segundo bloque de búsqueda que comprendió el periodo de 2009 a la fecha, se realizó en un sitio en el ciber-espacio www.specialchem4coating.com, donde están registrados más de 160,000 datos técnicos enfocados a la industria química de las pinturas y recubrimientos. Se propone como bases para la formulación, las patentes US 4814015, EP 0493842 A2, EP 0493842 A2.

La justificación del proyecto de desarrollo e innovación tecnológica se realizó utilizando las metodologías PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico, Legal), FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) cuantitativo y de Diamante de Porter, ha sido un ejercicio que permite analizar como la decisión de la alta dirección del Grupo LYPSA, en invertir en este y en otros productos está siendo la correcta, los análisis de la tendencia de los sectores productivos al que va dirigido como es el cuero-calzado y el acabado de madera.

El análisis de impactos muestra en el:

Ecológico. Debido a la variedad de viscosidades y sólidos de las lacas comerciales, a un kilogramo de laca de nitrocelulosa se le pueden adicionar de 2 a 4 kilogramos de thinner (mezcla de solventes orgánicos). Con el uso de lacas emulsionadas, existe una reducción de más del 60 % de emisiones de solventes.

Salud. Las soluciones al solvente de laca nitrocelulosa contienen una mezcla de diferentes tipos de solventes, a manera de ejemplo se muestra la tabla 1, que correspondiente hoja de datos de seguridad de una laca nitrocelulosa en solución y de acuerdo a la definido en las NOM-010-STPS-1999, *Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral* y la NOM-018-STPS-2000, *Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo* se muestra la tabla 1, donde se describe la composición del producto, con rubros de 1, de ligeramente peligroso (irritación o posible lesión reversible. Ligeramente irritante, reversible dentro de los 7 días) y 2, moderadamente peligroso (puede ocasionar una lesión temporal o menor. Moderadamente irritante, reversible dentro de los 7 días).

Tabla 1. Análisis de riesgos de acuerdo a Hoja de datos de seguridad para laca nitrocelulosa

| 1- NOMBRE DE LOS COMPONENTES | % EN PESO | 2.-No CAS | 3.- No. ONU | 4.- | | 5.-IP VS (IDLH) mg/kg | 6.-GRADO DE RIESGO | | | | | |
|------------------------------|-----------|------------------|-------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|---|---|----------|------|--|
| | | | | CPT mg/m ³ | CCT o P mg/m ³ | | S | I | R | ESPECIAL | EPP. | |
| NITRATO DE CELULOSA | 6 - 7 | 009004-70-0 | 2556 | N.D. | N.D. | | | | | | | |
| PLASTIFICANTE POLIMERICO | 4 - 5 | Secreto de marca | 1993 | --- | 5 | | 1 | 1 | 0 | A 3 | | |
| RESINA ALQUIDAL | 1 - 2 | Secreto de marca | 1866 | N.D. | N.D. | | 2 | 3 | 0 | | | |
| TOLUENO | > 50 | 108-88-3 | 1294 | 188 | --- | | 2 | 3 | 0 | PIEL, A4 | | |
| BUTANOL | < 4 | 71-36-3 | 1120 | --- | 150 | | 1 | 3 | 0 | PIEL, P | | |
| 2-ETOXIETANOL | < 4 | 110-80-5 | 1171 | 185 | 370 | | 2 | 2 | 0 | PIEL | | |
| ACETATO DE BUTILO | > 20 | 123-86-4 | 1123 | 710 | 950 | | 1 | 3 | 0 | A4 | | |
| ISOPROPANOL | < 4 | 67-63-0 | 1219 | 980 | 1225 | | 1 | 3 | 0 | | | |
| ADITIVOS | < 1 | Secreto de marca | | N.D. | N.D. | | 1 | 2 | 1 | | | |

Económico. El análisis de este impacto cuantifica los costos de los materiales al hacer la reducción de la laca con un thinner, por otro lado con la laca emulsionada la adición de agua, a manera de



ejemplo el valor para la laca nitrocelulosa en solución al solvente de $0.0336 \text{ \$/dm}^2$ y para la laca emulsionada de $0.0256 \text{ \$/dm}^2$. Como se puede observar, el hacer uso de las lacas emulsionadas existe un ahorro de $0.008 \text{ \$/dm}^2$.

La herramienta Quality Function Deployment (QFD) es una técnica que de manera sistemática despliega la voz del cliente, a fin de trasladar sus requerimientos en parámetros de diseño y manufactura asigna los rubros que para el cliente son importantes dándoles un valor cuantitativo al hacer uso de una interrelación de matrices, de las demandas del cliente hasta los controles de calidad.

- De las demandas del cliente vs características de calidad:

Destaca la importancia que tiene para los clientes que se tengan los sólidos en pistola y una atomización fina, para que se tenga una película uniforme y se logre adherencia.

- De las características de calidad vs características del producto:

Una fuerte interrelación de la adherencia y resistencia al frote, que lo otorgarán las resinas con que estará diseñado el producto, con una fuerte relación de los plastificantes utilizados, los solventes que disolverán la(s) resina(s) y los aditivos,

- De las características del producto vs procesos de manufactura.

Con un diferencial del 10 por ciento cuatro muy interrelacionados; sistema de calentamiento, sistema de condensado, recipiente a prueba de explosión y el tipo de agitador.

- De las características de los procesos de manufactura vs controles de calidad

Muy fuerte interrelación de la temperatura con los tiempos de operación, quedando con característica a tomar en cuenta la secuencia de adición de los materiales.

Debido a la variedad de industrias y aplicaciones comerciales de la tecnología de las emulsiones, la emulsión (algunos autores la refieren como emulsificación), no es una ciencia exacta, sin embargo, se describen tendencias lógicas y los estudios recientes permiten aclarar conceptos generales, los factores para lograr una emulsión está influenciada por:

- a) *Variables de formulación*: Se refiere a las características fisicoquímicas del agente emulsionante, la fase acuosa y oleica, así como la temperatura.
- b) *Variables de composición*: Proporción relativa de agua/aceite y concentración del emulsionante.
- c) *Factores flujométricos*: Se refiere al procedimiento técnico ingenieril, al tipo de equipamiento (recipiente y agitador) y intensidad de agitación.

Cuando se logran el equilibrio de los tres factores formulación, composición y flujométrico, se logra una emulsión estable, la Figura 2 muestra esquemáticamente este proceso, al romperse la emulsión inicia el proceso de inestabilidad, en la figura se ejemplifica uno de ellos la coalescencia que se describirá en el siguiente apartado.

En Zumink, S. A. de C. V. se está implementando un Sistema de Aseguramiento de la Calidad, donde se realizó, revisó e implementó el Proceso de Investigación, Desarrollo e Innovación, con clave de control PS 2, en el que están definidos: Términos y definiciones, Objetivos de calidad, Responsabilidad y Autoridad, Etapas generales para el diseño y mejora del producto que se muestra en la Figura 3, Lineamientos para el diseño y mejora de un producto, Flujoograma para el control del diseño.

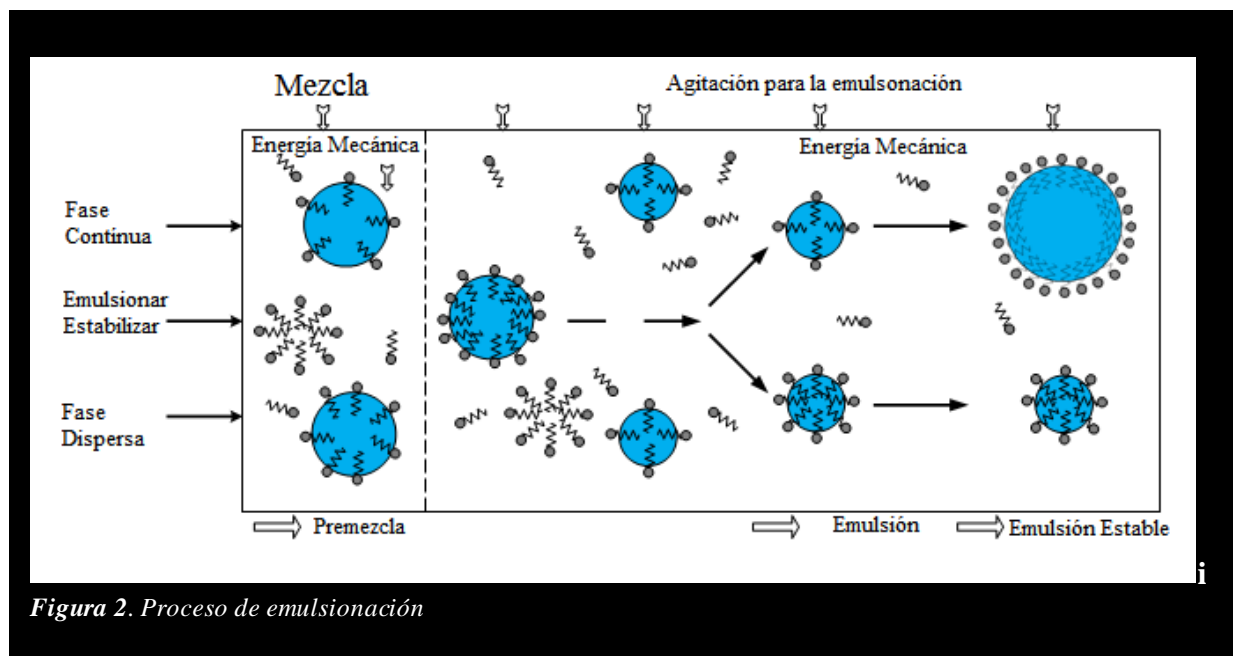


Figura 2. Proceso de emulsión

Resultados

Después de 45 proyectos en donde cada uno de ellos se realizó de 2 a 6 pruebas se logró definir:

- En la formulación: La relación agua-solvente-vehículo (Resina nitrocelulosa y plastificantes), tipo de emulsionante, ajustador de pH y los aditivos necesarios.
- Un proceso donde se definió la temperatura de operación para el proceso de mezcla de las dos fases, la adición de agua y el sistema de agitación.
- En el envase, estabilidad de la emulsión sin separación de fases por más de 30 días.
- Propiedades de película aplicada sobre cartulina; formación de película uniforme, incolora, alto brillo, como se muestra en la figura 3 a.
- Propiedades de película aplicadas sobre cuero: Atomización fina, película uniforme, incolora, brillo semimate (satinado), como se muestra en la figura 3 b.
- Las propiedades de película formada: Adherencia sobre cuero 100 %. Resistencia a los frotos mecánicos húmedo: 27 ciclos. Prueba de quiebre: no presenta.
- Se logró una emulsión en envase de 260 a 280 g/l, al reducir con agua para aplicar se obtienen de 130 a 145 g/l de COV's.

Conclusiones

El avance que se ha tenido en el desarrollo del producto a nivel laboratorio, este tipo de innovaciones tecnológicas permiten a la empresa Zumink, S. A. de C. V., estar en la tendencia mundial del sector industrial de pinturas y recubrimientos en bajar los niveles de compuestos orgánicos volátiles (COV's) y así contribuir a mitigar los impactos a la salud de los usuarios y al medioambiente con un beneficio económico al usuario y a las empresas que invierten en el desarrollo de este tipo de productos.

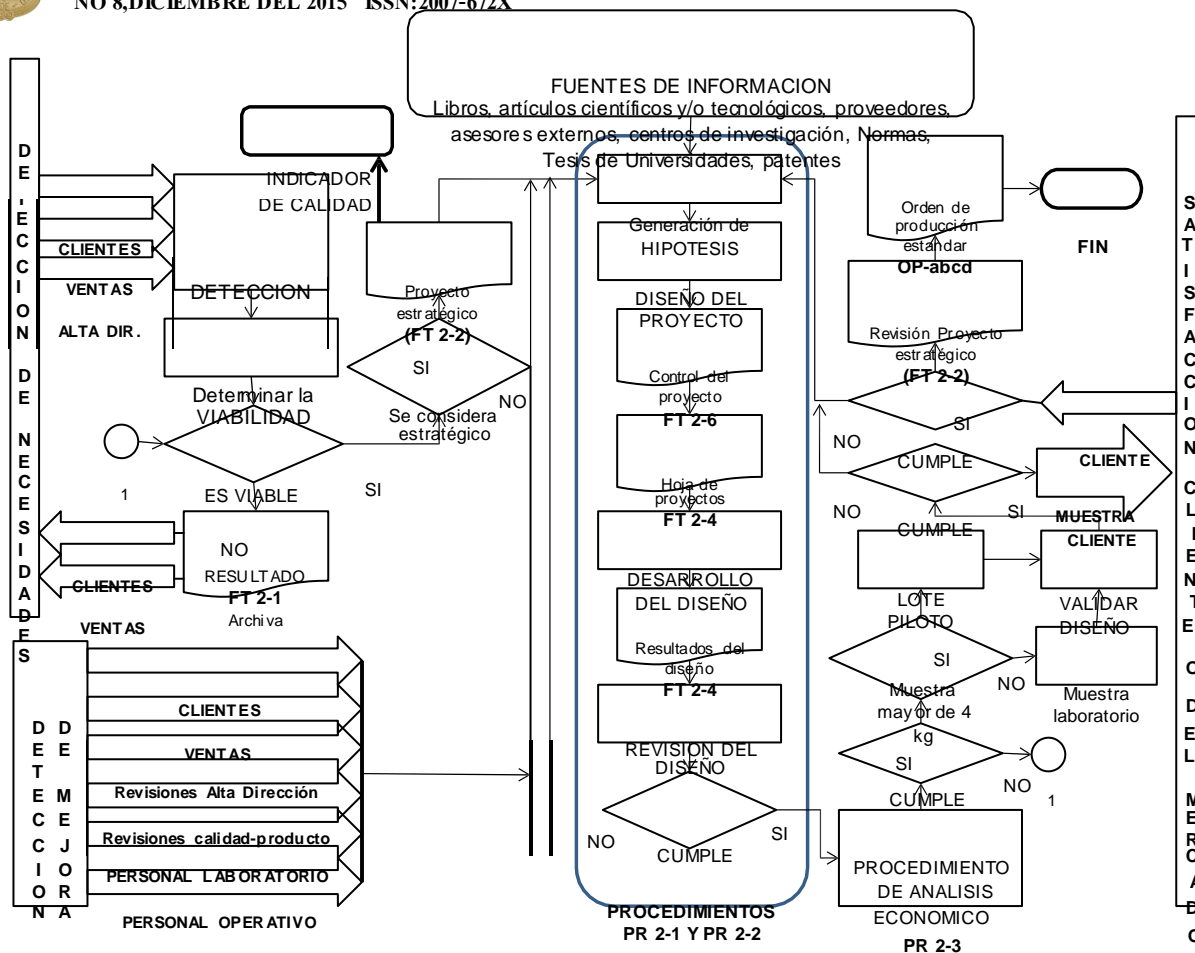


Figura 3. Diagrama de flujo de etapas generales para el diseño o mejora de un producto.

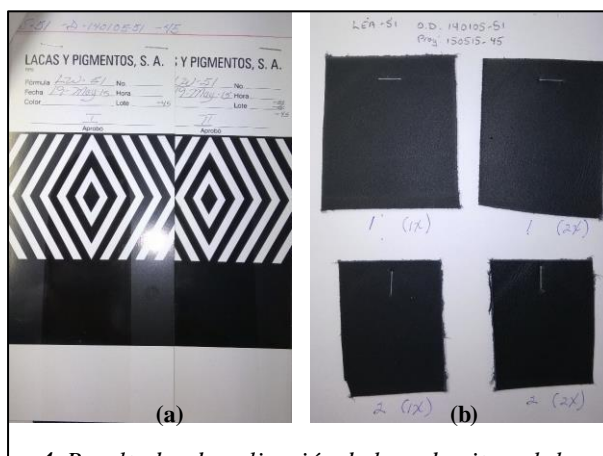


Figura 4. Resultados de aplicación de laca de nitrocelulosa emulsionada

Bibliografía

- Escobar Tovar F. N. (2015) “Laca nitrocelulosa emulsionada con bajos COV’s”, Tesis de Maestría, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Gto. México.
- Salager J. L., (1999) “Formulación, composición y fabricación de emulsiones para obtener las propiedades deseadas. Estado del arte, Parte B, Propiedades de las emulsiones y su medición” Cuaderno FIRP S747-B, Universidad de los Andes, Venezuela.