

**III ENCUESTRO CIENTÍFICO NACIONAL
DE
EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020**

Título: Tensoactivo de la resina de *Pinus caribaea var. caribaea* un producto que tiende al desarrollo futuro de la Industria Química

Temática a la que tributa el trabajo: I La educación ambiental orientada al desarrollo sostenible

Autor (es): Dr. C. Juan Francisco Pastor Bustamante

Dirección de correo electrónico: pastor@upr.edu.cu

Entidad laboral de procedencia: Universidad de Pinar del Río

Resumen

En el siguiente trabajo se presenta una sustancia especial con características tensoactivas con una calidad óptima para ser utilizado en la Industria Química, esta sustancia es un producto obtenido a partir de la resina de *Pinus caribaea var. caribaea* la misma causa variación sobre la tensión superficial, estas sustancias tensoactivas son moléculas anfifílicas con una porción hidrofílica y otra hidrofóbica; se localizan preferentemente en la interfase de fluidos con diferentes grados de polaridad como son la de aceite-agua o aire-agua. Las propiedades de un tensoactivo son caracterizadas principalmente por cuatro parámetros: concentración micelar crítica, número de agregación, balance hidrofílico-lipofílico y punto de nube. Estos parámetros indican el potencial del tensoactivo como agente emulsificante y de superficie, determinando su aplicación en diversas áreas. La acción de los agentes tensoactivos al situarse en la superficie del líquido matriz es de repulsión, contrarrestando las fuerzas de contracción que tienen su asiento en las capas fundamentales y están potentes y es capaz de llevar el líquido hasta los rincones y superficies recónditas de otra manera no se humectaría por el fluido. Es de suma importancia para la producción, es capaz de mezclar sustancias que no son miscibles entre sí, darle propiedades permeables a la mezcla de cemento aportándole fluidez a la misma. Es obtenida de una materia prima natural un recurso renovable que equivale a ser inagotable, por lo que la materia prima está garantizada para una producción a gran escala de forma sostenible.

Palabras clave: Tensoactivo, resina de pino, elasticidad impermeabilidad, miscibles, tensión superficial

Abstract

The following work presents a special substance with surface-active characteristics with an optimal quality to be used in the Chemical Industry, this substance is a product obtained from the resin of *Pinus caribaea var. caribaea* the same cause variation on the surface tension, these surfactant substances are amphiphilic molecules with a hydrophilic and a hydrophobic portion; they are preferably located at the interface of fluids with different degrees of polarity such as oil-water or air-water. The properties of a



III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

surfactant are characterized mainly by four parameters: critical micellar concentration, aggregation number, hydrophilic-lipophilic balance and cloud point. These parameters indicate the potential of the surfactant as an emulsifying and surface agent, determining its application in various areas. The action of surfactants when placed on the surface of the matrix liquid is repulsive, counteracting the contraction forces that have their seat in the fundamental layers and are powerful and is capable of carrying the liquid to corners and recondite surfaces in another way it would not be moistened by the fluid. It is very important for production, it is capable of mixing substances that are not miscible with each other, giving permeable properties to the cement mixture, providing it with fluidity. It is obtained from a natural raw material a renewable resource that is equivalent to being inexhaustible, so the raw material is guaranteed for a large-scale production in a sustainable way.

Key words: Surfactant, pine resin, elasticity, impermeability, miscible, surface tension

Introducción

El desarrollo de la industria resinera en Cuba se vio afectada, fundamentalmente, por la falta de una cultura profunda en esta temática que permitiera un trabajo sostenido con los productos resinosos. Estas sustancias tienen una gran importancia para un país en vía de desarrollo, por los beneficios que brinda a corto y mediano plazo en toda su magnitud. Actualmente con el desarrollo de las investigaciones en esta temática se creó una cultura sobre esta resina, que ha involucrado a estudiantes y profesionales de la Rama Forestal y otras afines. En siglo pasado la resina una vez obtenida en los bosques era vendida o comercializada a precios irrisorios. Con el desarrollo de la industria resinera, los investigadores la Universidad de Pinar del Río lograron demostrar que la resina podía ser destilada en el país y de esa forma se diseñó y construyó una planta de destilación de resina, la cual permite abastecer las industrias que consumen la colofonia y esencia de trementina, tales como la industria del fosforo, la goma, pintura y barnices por citar algunas de ellas (Pastor, 1999).

Entre los productos líder de esta industria se encuentra la modificación de la estructura química de la colofonia con el objetivo de obtener cera para el recubrimiento de frutas y vegetales, para ser utilizados en la industria para el recubrimiento de frutas y vegetales fresco, con vista a la comercialización, además de dar belleza y estética a estos productos (Pastor, JF 2014)

Por otra parte, tenemos que la actividad de los tensoactivos comúnmente se relaciona con cambios de la tensión superficial de los líquidos. Los gradientes de tensión superficial, debido a la presencia de moléculas de un tensoactivo en las interfases aire-agua o aceite-agua, son determinados mediante tensómetros (Makkar y Cameotra 1998).

Se fundamenta en el poder de disociación del tensoactivo en presencia de un electrolito y de sus propiedades fisicoquímicas. La industria de extracción y transformación del petróleo emplea tensoactivos en la limpieza de los tanques de almacenamiento para



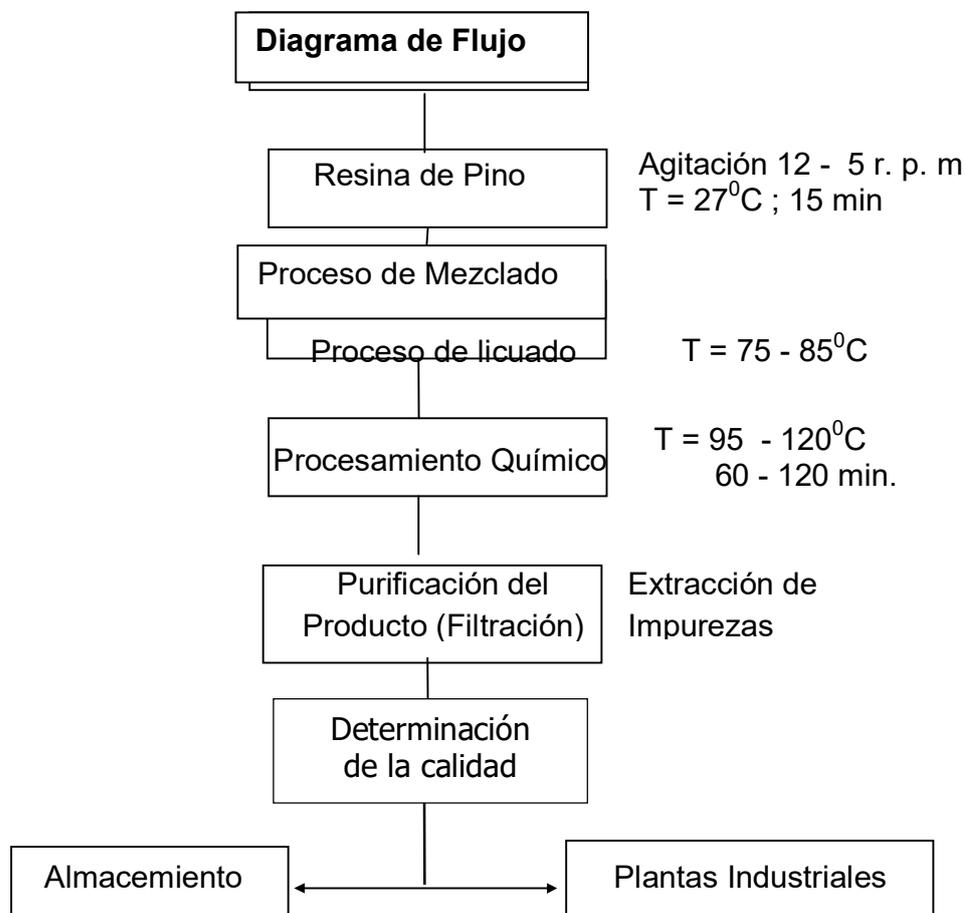
III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

incrementar la solubilidad de hidrocarburos no miscibles en fases acuosas, tales como pentano, hexano, ciclohexano, octano, dodecano, hexadecano, tolueno y naftaleno (Perfumo *et al.* 2006).

Materiales y Métodos

Tecnología para la obtención de Tensoactivo

El tensoactivo se obtiene en el reactor principal de la Planta Multipropósito de la Universidad de Pinar del Río, la cual tiene una capacidad de 200L. La metodología de obtención se realiza según el diagrama de flujo.



En el diagrama se muestra las etapas del proceso tecnológico de obtención del tensoactivo. En la etapa de mezclado, se hace una mezcla entre la materia prima, la sal y la glicerina a temperatura ambiente, y con una agitación constante durante 15 minutos.

La etapa de licuación tiene como objetivo pasar la mezcla al estado líquido, para facilitar la entrada de las soluciones preparadas con las sales T = 75 - 85⁰C Resina de Pino

III ENCUESTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

correspondientes y hacer que se ponga de manifiesto la reacción química que se produce al aumentar la temperatura entre 95-120⁰C, con una agitación constante, durante todo el tiempo de reacción. Una vez que se disminuya la temperatura, se hace el proceso de filtrado para extraerle las impurezas que tenía la materia prima inicialmente, después que el material obtenido alcance la temperatura ambiente se extraen diferentes muestras para analizarlas en el laboratorio del control de la calidad, para certificar o no el producto terminado.

- **Determinación de la solubilidad.** Para determinar la solubilidad del tensoactivo en agua y petróleo se seleccionan diferentes vasos de precipitados de 100; 250; 500 y 1000 mL y se pesan diferentes muestras en cada recipiente; posteriormente se le añade agua en función de la masa pesada y se introduce en el vaso de precipitado un agitador de aspas, conectado a un equipo eléctrico; el agitador se mueve entre 600-1200 r.p.m., hasta la total dilución de a mezcla. Estos ensayos se repiten con petróleo, cumpliendo las mismas orientaciones.

- **Determinación del pH.** Se pesan diferentes muestras de tensoactivo , se disuelven en agua y se mide en pH-metro digital el valor de pH y con papel indicador se determina el pH en el tensoactivo. También se realizaron los ensayos con las emulsiones estos experimentos se repiten mensualmente, utilizando la masa de producto elaborado inicialmente, para estudiar si hay variación de pH con el tiempo de almacenaje del producto.

- **Determinación de la densidad.** Para la determinación de este parámetro se realizó un determinado número de pesadas en una balanza analítica digital a diferentes volúmenes de tensoactivo a una temperatura de 25⁰C.

Determinación del tiempo de almacenamiento. Para determinar este indicador se hicieron 4kg de tensoactivo y se pasó a un recipiente con tapa. Mensualmente se controlaron los parámetros y se realizaron emulsiones. Este experimento se montó por dos años consecutivos.

Determinación del contenido de humedad. Para realizar esta determinación es necesario pesar 100g de tensoactivo y se pasan a un balón acoplado a una trampa Deam Start y está a un condensador. Se aplica calor al balón con un mechero de gas. En el tubo graduado de la trampa se recolecta el volumen de agua

Desarrollo

En la obtención del tensoactivo se utiliza la tecnología elaborada por los investigadores de la Universidad de Pinar del Río y propuesta en este trabajo y se detalla en Materiales y Métodos. Después de obtener el producto final utilizando la tecnología propuesta aquí, se realizó un estudio profundo para comprobar su efectividad como tensoactivo, para este fin se realizaron diferentes tipos de ensayos. Primeramente, se le determinó la solubilidad en agua, alcohol no miscible en agua y petróleo, pues uno de sus objetivos es comprobar la eficiencia de este producto mezclado con estas sustancias propuestas (Pastor, 1999)

Tabla 1 Solubilidad del tensoactivo en varias sustancias

Solubilidad



**III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL
DE
EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020**

Agua				Petróleo			
Volumen de agua utilizado en mL				Volumen de petróleo utilizado en mL			
100mL	250mL	500mL	1000mL	100mL	250mL	500mL	1000mL
5g	12,5g	25g	50g	2g	5g	10g	20g
10	25	50	100	10	25	50	100
20	50	100	200	20	50	100	200
30	75	150	300	30	75	150	300

Volumen: masa: mL masa de de masa agua tensoactivo.

Como puede observarse en la tabla1 los resultados de cada uno de estos ensayos demostraron que este emulgente es soluble en agua y petróleo. Después de determinar la solubilidad de esta sustancia con propiedades tensoactivas en diésel, agua y alcohol no miscible en agua. Posteriormente se le realizó la caracterización física para conocer sus características, aspecto necesario para valorar sus posibles aplicaciones en las industrias. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla2

Tabla2: Característica del tensoactivo

Indicadores	Resultados
Color	Carmelita
Olor	Característico a Coníferas
Estado de agregación	Pastoso
pH	11,2
Densidad	1,8g/mL
Tiempo de almacenamiento	Mas de 20meses

Entre las principales características que presenta esta sustancia están: su color carmelita, su olor característico a conífera, su estado de agregación pastoso lo cual facilita su transportación y almacenaje hasta los lugares más lejanos donde puedan estar las diferentes industrias, el pH es constante (11.2) tanto en el producto como en la emulsión, este es un aspecto a tener en cuenta para las emulsiones pues con este valor de pH las emulsiones preparadas no atacan a las bombas de petróleo, la densidad fue de 1.8 g/mL. El tiempo de almacenaje, otro aspecto importante, fue de más de 20 meses sin presentar síntomas de descomposición.



III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

La presencia de tensoactivos en un medio acuoso incrementa la solubilidad en agua y disponibilidad de compuestos orgánicos, siendo ésta una de sus principales propiedades para su aplicación en el área de la biotecnología ambiental para la remoción y biodegradación de contaminantes (Liu,1991). Una vez conocidas las propiedades y características de esta sustancia se coordinó con los especialistas del Ministerio de la Construcción (MICONS), que fueron los que más trabajaron con las emulsiones en el municipio de Pinar del Río, para hacer un estudio sobre esta temática, pues ya habían trabajado con un tensoactivo diferente, para ello se prepararon emulsiones utilizando entre 10 y 15 % de agua, ver tablas.

Tabla 3: Experimento #1 utilizando el 10 % de agua.

Sustancias a utilizar	Ensayo #1	Ensayo #2	Ensayo #3
Tensoactivo	0.018L	0.033L	0.024L
Agua	0.0805L	0.0655L	0.0745L
Estabilizador	0.0015L	0.0015L	0.0015L
Diésel	0,9L	0,9L	0,9L

Fuente: Laboratorio del MICONS de Pinar del Río

Tabla 4: Experimento #1 utilizando el 15 % de agua.

Sustancias a utilizar	Ensayo #1	Ensayo #2	Ensayo #3
Tensoactivo	0.300 L	0.053 L	0.042 L
Agua	0.1195 L	0.0955 L	0.1065 L
Estabilizador	0.0015 L	0.0015 L	0.0015 L
Diésel	0.85 L	0.85 L	0.85 L

Fuente: Laboratorio del MICONS de Pinar del Río

En todos los ensayos utilizando el 10 y el 15 % de agua en la preparación de un litro de emulsión, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se pueden preparar emulsiones para más de 9 días sin usar recipientes especiales.
- El pH se mantuvo constante (11.2)
- No se observaron procesos fermentativos. Es importante destacar que la base de este tensoactivo es un producto natural y renovable, cuyo costo unitario de producción es de 1.42 \$/Kg



III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

Los tensoactivos químicos son compuestos anfifílicos cuyo potencial y caracterización en su capacidad de emulsión y como agentes de superficie, están determinados de manera 100mL 250mL 500mL 1000mL. Además, esta sustancia confiere ciertas propiedades de impermeabilizante en las mezclas de cementos, aspecto de suma importancia para la Industria de la Construcción.

Una superficie cubierta de grasa con agua, la cual es incapaz de desplazar la suciedad ya que su tensión superficial es alta. La suciedad grasosa puede entonces ser desprendida de la superficie, por acción mecánica. Se forma la micela, la suciedad grasosa es mantenida en suspensión en la solución y las moléculas de tensoactivo rodeándolas. La superficie es recubierta de una capa monomolecular de tensoactivo.

La industria de extracción y transformación del petróleo emplea tensoactivos en la limpieza de los tanques de almacenamiento para incrementar la solubilidad de hidrocarburos no miscibles en fases acuosas, tales como pentano, hexano, ciclohexano, octano, dodecano, hexadecano, tolueno y naftaleno (Perfumo, 2006).

Conclusiones

Se elaboró una tecnología a escala piloto para la obtención de una sustancia con propiedades tensoactivas que demuestra que su producción es técnica y económicamente factible y que entre sus principales propósitos está la emulsión diesel-agua, alcohol no miscible en agua, sin afectar sus propiedades. Esta tecnología está sustentada en tres etapas fundamentales:

- Preparación de la materia prima con los reactivos propuestos.
- Licuación de la materia prima por aumento de temperatura (75-85°C) y adición de los reactivos propuestos.
- Procesamiento químico a temperatura entre 95-120°C con agitación constante durante el tiempo que dura la reacción y la purificación del producto.

Bibliografía o referencias bibliográficas

- Betancourt, F. Y. 1980. Tesis de Doctorado. Tecnología para la producción de resina en los Pinos cubanos. Dresde. Alemania.
- Chern, S.C. and HSU, H. 1995. Semibatch Emulsión Copolymerización of methyl Methacrylate and Butil acrylate National, Taiwan. Institute of Tecnology, Taipei, Taiwan, Republic. of China. p 110.
- Delgado Fornué, E. 1987. Producción de agentes tensoactivos a partir de la lignina KRAFF, Sulfonadas, con aplicación en la perforación de pozos de petróleo, I.C.M. y P. Guadalajara. Jal. Mexico. p 37.
- Diccionario Enciclopédico Salvat de la Ciencia. Ed. Orinoco. Caraca, Venezuela. 1955. p 323.
- Gordon, T. 1959. Uso de Emulsiones y Magnetizadores de líquidos. Ed. Pisbur, p 72.
- ISIM., 1996: Emulsion de combustible de society of industry Machinery, Manufacture.
- La Industria Resinera Española Tema XVIII. 1 995. p 716.
- Lin, Y.S. 1982. Effects of Interfacial Tensión en oil Recovery Neale et. al, Wilsconsin
- Francy D.S., Thomas J.M., Raymond R.L. y Ward C.H. (1991). Emulsification of hydrocarbons by subsurface bacteria. J. Ind. Microbiol. 8, 237–245.

III ENCUENTRO CIENTÍFICO NACIONAL DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE 2020

- Lin S.C. (1996). Biosurfactants: recent advances. J. Chem. Technol. Biotechnol. 66, 109–120.
- Liu Z., Laha S. y Luthy R.G. (1991). Surfactant solubilization of polycyclic aromatic hydrocarbon compounds in soilwater suspensions. Water Sci. Technol. 23, 475–485.
- Makkar R.S. y Cameotra S.S. (1998). Production of biosurfactant at mesophilic and thermophilic conditions by a strain of *Bacillus subtilis*. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 20, 48–52.
- Pastor, 1999: Tesis de Grado Procesamiento de la resina de *Pinus caribaea var caribaea* y sus componentes para la obtención de productos resinosos. Pastor, 2014, LA BIOFAM, Presentación del Proyecto de resina de pino y sus derivados
- Pérez Rebollo, J.F. y Ortaño Pérez, S.F. 1995. La resinación. Estudio de Variabilidad de nuevas técnicas para España. Boletín de Información Técnica. Ed. AITIM •
- Perfumo A., Banat I.M., Canganella F. y Marchant R. (2006). Rhamnolipid production by a novel thermophilic hydrocarbon-degrading *Pseudomonas aeruginosa* AP02-1. Appl. Microbiol. Biot. 72, 132–138.
- Soberón-Chávez G., Aguirre-Ramírez M. y Sánchez R. (2005). The *Pseudomonas aeruginosa* RhlA enzyme is involved in rhamnolipid and polyhydroxyalkanoate production. J. Ind. Microbiol. Biot. 32, 675–677.
- Vemiat Michel. 1972. Aditivos y tratamientos de morteros y hormigones. Ed. Técnicos asociados, S.A. Barcelona. p 248 y 385

Anexos

Muestra del tensoactivo elaborado en la Universidad de Pinar del Río

