

Ada María Casal Viqueira, Elsa Bárbara Martín, Lourdes Gutiérrez, Marino Fonseca, Amado E. Navarro, María T. Valdés, Beatriz Spengler, Susana Guerra
Oleorresina de pinos. Una nueva fuente para la obtención de aditivos químicos
Ciencia Ergo Sum, vol. 12, núm. 1, marzo-junio, 2005, pp. 64-70,
Universidad Autónoma del Estado de México
México

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10412107>



Ciencia Ergo Sum,
ISSN (Printed Version): 1405-0269
ciencia.ergosum@yahoo.com.mx
Universidad Autónoma del Estado de México
México

[How to cite](#)

[Complete issue](#)

[More information about this article](#)

[Journal's homepage](#)

www.redalyc.org

Non-Profit Academic Project, developed under the Open Acces Initiative

Oleoresina de pinos. Una nueva fuente para la obtención de aditivos químicos

Ada María Casal Viqueira*, Elsa Bárbara Martín*, Lourdes Gutiérrez*, Marino Fonseca*, Amado E. Navarro**,
María T. Valdés*, Beatriz Spengler*, Susana Guerra*

Recepción: 20 de agosto de 2003

Aceptación: 11 de noviembre de 2004

* Centro de Investigaciones del Petróleo. La Habana, Cuba.

Correo electrónico: casal@ceinpet.cupet.cu

** Universidad Tecnológica Izucar de Matamoros. Puebla, México.

Resumen. Se presentan los resultados de los estudios realizados al emplear la oleoresina de pinos cubanos en su estado natural como materia prima para la obtención de distintos aditivos químicos en sustitución de la tradicional colofonia. Dentro de estas aplicaciones se incluyen tres variantes de encolantes para papel, tensoactivos y lubricantes especializados. Se incluyen las consideraciones técnico-económicas relacionadas con la introducción práctica de estos productos.

Palabras clave: oleoresina, colofonia, aditivos químicos.

Pine Oleoresin: A New Source for Chemical Additives

Abstract. This paper presents the results of studies employing Cuban pine oleoresin in its natural state, as a substitute for traditional rosin as raw material for obtaining specific chemical additives.

The applications include three varieties of paper sizing, tensides and specialized lubricants.

Technical-economical considerations related to the practical introduction of these products also are considered.

Key words: oleoresin, rosin, chemical additives.

Introducción

En la búsqueda de soluciones para cubrir las necesidades de aditivos químicos que demanda la industria cubana, resulta prioritario el aprovechamiento racional y eficiente de materias primas nacionales.

La resina de pino, también denominada oleoresina, resulta una materia prima valiosa por su idoneidad para múltiples propósitos. Está compuesta por alrededor de 75% de ácidos resínicos, 15% de esencia de trementina y 10% de agua. Su procesamiento clásico es por destilación; de ahí se obtiene la trementina o aguarrás de pino y, el residuo, la colofonia, conocida comunmente como pez rubia (Kirk y Othmer, 1974).

En el caso de Cuba, la disponibilidad de resina de pino es de más de cinco toneladas anuales; el potencial es mucho mayor, pero por el hecho de carecer de instalaciones para su procesamiento se decidió exportarla; sin embargo, el país ha continuado con la importación de colofonia y trementina.

Ante este problema y considerando la demanda de aditivos derivados de colofonia y la disponibilidad de oleoresina de pino existente en el país, se comenzó esta investigación con el fin de obtener los productos a partir de la oleoresina. Desde 1982 nuestro grupo comenzó a trabajar en un programa de aprovechamiento integral de la resina de pino.

El objetivo fundamental de este trabajo es mostrar los resultados alcanzados en la obtención de encolantes para papel, emulgentes industriales, desinfectantes, aditivos para morteros y hormigón, lubricantes especializados, así como el efecto económico que significa la introducción de la resina de pino en la práctica social cubana.

1. Materiales y métodos

1.1. Caracterización de la materia prima

Los experimentos se realizaron con oleorresina obtenida de las cuatro variedades de pinos cubanos que actualmente se explotan, por lo cual fueron previamente caracterizadas. En la tabla 1 se presentan sus características.

A partir de estas resinas y mediante la técnica de destilación por arrastre con vapor, se obtuvieron las colofonias correspondientes, cuya caracterización se incluye y se compara con la de la colofonia comercial, según se observa en la tabla 2.

De acuerdo con estos datos, la oleorresina de las cuatro variedades estudiadas produce colofonia de grado comercial que puede sustituir a la importada.

2. Parte experimental

El trabajo se orientó hacia el desarrollo de:

- a) Encolantes para papel:
 - Oleorresina saponificada.
 - Oleorresina reforzada.
 - Oleorresina reforzada y estabilizada.
- b) Tensoactivos:
 - Emulgentes industriales.
 - Desinfectantes.
 - Aditivos reductores de agua para mortero y hormigón.
- c) Lubricantes especializados:
 - Lubricantes para anillos de formado de vidrio.
 - Fluidos de corte para metales ferrosos.

Los procedimientos de obtención en cada caso se reflejan en la descripción de las correspondientes patentes de invención. Los productos obtenidos, también en cada caso, fueron caracterizados al determinarse los parámetros más representativos de acuerdo con su aplicación.

Tabla 1. Características de la oleorresina de pinos cubanos.

	Valor ácido (mg de KOH/g)	Número de saponificación (mg de KOH/g)	Contenido de ácidos resínicos (%)
<i>Pino caribaea</i>	120.85	132.16	79.2
<i>Pino occidentales</i>	118.51	129.6	65.2
<i>Pino cubensis</i>	115.33	122.7	71.7
<i>Pino tropicalis</i>	112.40	121.2	74.3

Tabla 2. Características de la colofonia obtenida de la oleorresina de pinos cubanos.

	Valor ácido (mg de KOH/g)	Número de saponificación (mg de KOH/g)	% de insaponificables	Punto de ablandamiento (°C)
<i>Pino caribaea</i>	175.5	181.7	3.2	83
<i>Pino occidentales</i>	167.7	177.2	4.1	79
<i>Pino cubensis</i>	168.0	171.2	5.2	78
<i>Pino tropicalis</i>	170.9	175.0	2.8	82
Colof. comercial	165-80	170-185	Mínimo 2	76-85

Tabla 3. Características de los encolantes saponificados.

Tipo	Colofonia libre(%)	Álcalis libre (%)	pH	Densidad (g/cm ³)	Solubilidad en agua
De oleorresina	0	0.5	10.2	1.1	Total
De colofonia	0	0.5	9.8	1.0	Total

3. Resultados y discusión

3.1. Encolantes para papel

3.1.1. Oleorresina saponificada

Es el producto más simple y se obtiene mediante la saponificación de la resina de pino (Casal y Martín, 1984a). En la tabla 3 se anotan sus características fundamentales y se comparan con el encolante obtenido a partir de colofonia.

Como se observa, no existen diferencias significativas en cuanto a las características de las dos variantes de encolantes.

Para el aspecto definitorio de la calidad del producto, se evaluó su capacidad encolante según el método de Cobb, en el que se reporta el valor en gramos de agua absorbidos por metro cuadrado de papel. Como referencia se tomaron un encolante comercial y el encolante producido en la propia fábrica de papel a partir de colofonia, todos aplicados en la misma dosis (1.5% respecto a fibra seca). En la tabla 4 se muestran los resultados.

El encolante de oleorresina ofreció valores de encolado comprendidos en el rango de aceptación y muy similares a los obtenidos con los encolantes tomados como referencia. Estos resultados motivaron la realización de la prueba industrial.

Se realizó una primera prueba en la Papelera Técnica Cubana de Cárdenas en la producción de papeles blancos. El resultado fue que se mantuvo el parámetro encolado dentro de los índices establecidos, con una disminución en el consumo de encolante de 50%, comparado con el

Tabla 4. Resultados de la evaluación del encolado.

Encolante comercial	25.9
Encolante de colofonia	25.9
Encolante de oleoresina	25.4
Rango de aceptación	25-35

encolante obtenido a partir de colofonia (Casal y Martín, 1984b).

Se realizó un segundo ensayo en la Papelera Moderna (ciudad de La Habana) en la producción de papeles kraft.

Se obtuvo una disminución del consumo de encolante de 33%; se mantuvo estable el parámetro encolado en los valores establecidos.

A este producto se le concedió certificación de patente de invención (Martín y Casal, 1990) y se emplea en cuatro papeleras.

3.1.2. Oleoresina reforzada

Se produce a partir de la reacción entre la oleoresina y el anhídrido maleico con la que originan los aductos correspondientes, que posteriormente son saponificados, y de los que se obtiene el producto soluble en agua.

Este encolante reforzado supera a los saponificados por ofrecer mayor estabilidad en el encolado, es más resistente a la hidrólisis y brinda mayor permanencia del encolado, por ello es empleado en papeles blancos y de impresión. La tabla 5 presenta los resultados de su caracterización.

Como puede apreciarse, el producto obtenido satisface los requerimientos de un encolante comercial. El procedimiento para su obtención fue patentado mediante el certificado de invención correspondiente (Martín y Casal, 1991).

3.1.3. Oleoresina reforzada y estabilizada

Es un producto similar al anterior, pero además incluye formaldehído en su composición.

Esta modificación le confiere propiedades adicionales, como son: a) reducción de la tendencia que tienen estos encolantes a la cristalización y a la oxidación durante el almacenamiento; b) disminución de la cantidad de anhídrido maleico en la formulación sin perjuicio de sus propiedades encolantes.

En la tabla 6 se exponen los resultados de la caracterización, se incluye además un encolante sintetizado en las mismas condiciones, pero a partir de colofonia.

Como se observa, no hay diferencia significativa entre ambos productos (sintetizado y comercial), por lo que el primero puede usarse sin problema como encolante (Casal y Martín, 1988 y Martín y Casal, 1990).

Tabla 5. Resultados de la caracterización de la oleoresina reforzada.

Tipo	% de sólidos	Álcalis libre (%)	Colofonia libre (%)	pH	Encolado (Cobb)
Oleoresina reforzada	68.1	1.6	0	11.0	25.8
Colofonia reforzada (comercial)	96.0	0.4	0.6	10.5	24.9
Índice de aceptación	-	Máximo 2	Máximo 1	-	25-35

Tabla 6. Resultados de la caracterización de la oleoresina reforzada y estabilizada.

Tipo	% de sólidos	Álcalis libre (%)	Colofonia libre (%)	pH	Encolado (Cobb)
Oleoresina	57.3	1.4	0.5	12.9	23.3
Comercial	98.7	2-4	0.3	11-12	24.9
Índice de aceptación	-	Máximo 2	Máximo 1	-	25-35

Tabla 7. Comparación de las emulsiones asfálticas obtenidas con emulgente nacional y comercial.

Características	Comercial	Nacional
Residuo seco	64.15	69.30
Viscosidad media (ssu 25 °C)	58.50	65.20
Estabilidad 24 horas (%)	3.00	6.30
Demulsibilidad (CaCl ₂ 0.1N)	No rompe	No rompe
Residuo sobre tamiz	< 0.1	< 0.1

Con la primera partida de siete toneladas del encolante, se efectuó su prueba industrial en la Papelera Pulpa Cuba en la producción de linner 250 g/m², que se destina a la producción de cajas de cítricos.

Se obtuvieron como resultados fundamentales:

- Disminución del consumo de encolante entre 20 y 40% respecto al encolante de colofonia saponificada.
- Aumento de la producción de primera calidad y aumento de la productividad.
- No se registró rechazo por encolado; este parámetro se mantuvo durante toda la prueba dentro de los valores establecidos (Casal y Martín, 1990).

Al producto y al procedimiento se le concedió certificado de patente de invención (Martín y Casal, 1993).

3.2. Tensoactivos

3.2.1. Emulgentes industriales

Los emulgentes son agentes tensoactivos que se emplean para formar emulsiones de sustancias que normalmente no son miscibles; así, se les confiere la adecuada estabilidad a las emulsiones logradas.

De la correcta dosificación del emulgente y de su composición dependerán las características de la emulsión, tales como la estabilidad, tamaño de partículas, velocidad de rotura, adherencia a los áridos y carácter iónico.

La principal objeción que tenía el desarrollo de emulsiones asfálticas en Cuba para trabajos de pavimentación era la inexistencia de emulgentes nacionales.

Sin embargo, mediante un procedimiento relativamente simple se obtuvo el emulgente a partir de oleoresina, el

cual fue aplicado en dosificación del orden de 1% respecto al asfalto. El emulgente ofreció emulsiones de rotura rápida, estables durante el almacenamiento y que satisfacen las especificaciones del estándar internacional (ASTM D-248; ASTM D-284, 1987). El procedimiento de obtención y la emulsión se encuentran registrados como patente de invención (Fonseca y Casal, 1992).

En la tabla 7 se presentan los resultados alcanzados empleando el emulgente de oleoresina. Con fines de comparación se incluyen los valores obtenidos con un producto comercial de reconocida eficiencia.

Como puede apreciarse, las emulsiones obtenidas con ambos emulgentes presentan características semejantes; no obstante, la estabilidad a los cinco días resulta mejor cuando se emplea oleoresina.

Estos resultados implican que con el empleo de la oleoresina se puede eliminar la importación de emulgente, obtenerse emulsiones estables y controlar a voluntad el tiempo de su rotura, lo cual la hace versátil para distintos trabajos en la actividad de viales, y elimina la contaminación atmosférica por hidrocarburos, ya que estas emulsiones sustituyen a los asfaltos diluidos con hidrocarburos tradicionalmente empleados para pavimentación (Fonseca y Casal, 1988).

3.2.2. Desinfectantes

Dentro del campo de los desinfectantes, existe en el mercado una gran cantidad de formulaciones comerciales, las cuales exhiben propiedades bactericidas y fungicidas.

En nuestro caso se elaboraron dos formulaciones de desinfectantes empleando como elemento fundamental la oleoresina de pino.

Con el empleo de la oleoresina en sustitución de la colofonia y la adición de esencia de trementina, se incorporan nuevos compuestos a la formulación, que son los terpenos contenidos en dicha trementina, en particular el pineno, que posee energías propiedades bactericidas y antisépticas.

Adicionalmente, el ácido piroleñoso, subproducto de la producción de carbón vegetal, contiene discretas cantidades de ácido acético, fenoles, cresoles y guayacoles, que poseen probadas propiedades bactericidas y antisépticas (Gutiérrez, Martín y Casal, 1993).

La formulación número 1 se diseñó a partir de la oleoresina y esencia de trementina. Mediante un procedimiento de síntesis que implica la reacción de la oleoresina con hidróxido de sodio, se obtiene *in situ* un tensoactivo con cualidades detergentes dispersantes y capaz de disgregar la esencia de trementina.

La formulación número 2 incluye el mismo procedimiento base pero se sustituye la trementina por el ácido piroleñoso.

Tabla 8. Resultados de la eficiencia desinfectante.

Producto	Núm. de UFC (antes)	Núm. de UFC (después)	% de disminución
Composición 1	3,459	94	97
Composición 2	6,076	196	96

Ambas formulaciones fueron evaluadas por el Instituto de Higiene y Epidemiología (INHEM) de la República de Cuba, frente a cepas bacterianas y micológicas de referencia y problema (aisladas de casos clínicos) a fin de caracterizar su espectro de acción.

La tabla 8 presenta los resultados finales de la evaluación que determinan la eficiencia desinfectante debida a la reducción en el número de unidades formadoras de colonias (UFC) por efecto del tratamiento.

Ambos productos resultan eficientes como bactericidas, efectivos en el control de bacterias gram-positivas y gram-negativas, con valores de eficiencia de 96 y 97%. Estas formulaciones también ofrecieron acción fungicida moderada en la inhibición del crecimiento micelar en hongos.

Estos resultados confirman la idoneidad de los productos obtenidos tanto para uso intrahospitalario como en la higiene doméstica, instalaciones pecuarias y otras.

Los desinfectantes han sido introducidos en la práctica en los siguientes hospitales: Clínico Quirúrgico Joaquín Albarrán; Pediátrico de Centro Habana; Instituto de Cardiología, e Instituto de Gastroenterología de la República de Cuba.

Ambos productos tienen certificación de patente de invención (Gutiérrez, Martín y Casal, 1995).

3.2.3. Aditivos reductores de agua para morteros y hormigón

En general son sustancias de naturaleza tensoactiva que, añadidas en la correcta dosificación, recubren las partículas de cemento, de forma tal que se repelen entre sí y producen un efecto fluidizante sobre morteros y hormigón; al mismo tiempo que se logra una hidratación más completa de cemento, lo que posibilita la reducción de hasta 20% del agua de amasado.

Esto se traduce en un aumento de la resistencia mecánica tanto a edades tempranas como tardías. Al ser las mezclas más fluidas, no se requiere el vibrado del hormigón para llenar los moldes de prefabricado, lo que aumenta la laborabilidad de las mezclas, entre otras ventajas.

Al usar la oleoresina de pino en combinación con compuestos del tipo alquilaril sulfónico, mediante un procedimiento de síntesis diseñado al efecto, se obtuvo un aditivo que satisface los requerimientos exigidos para su empleo.

En la tabla 9 se exhiben los resultados de la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del hormigón a distintas edades (Martín *et al.*, 2002a).

Tabla 9. Resultados de la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del hormigón a distintas edades.

Serie	Ensayo	Resistencia a la compresión 24 h (MPa)	Resistencia a la compresión 24 h (MPa)	Resistencia a la compresión 24 h (MPa)	Resistencia a la compresión 24 h (MPa)	Peso volumétrico (kg/m ³)
1	Patrón sin aditivo	5	12	23.5	18.8	2,400
2	0.7% aditivo respecto a cemento	12	27	44.5	35.6	2,533

Tabla 10. Características de la mejor formulación.

Características	Valor
Cenizas	Máximo 0.5
Viscosidad (copa din Núm. 4)	20-30 seg.
Punto de inflamación (°C)	Mínimo 200°

Tabla 11. Comparación del promedio de producción.

Línea de producción	Tipo de envase	Promedio de unidades/hora		Norma establecida
		comercial	con oleoresina	
L-23	Botella de refresco	3,240	4,200	4,117
L-13	Botella de vinagre	3,260	3,754	3,577

Los resultados muestran que al emplear una dosis del aditivo de 0.7% respecto a cemento, se logra una reducción de agua de 15% y resistencias mecánicas muy superiores a la del patrón sin aditivo. La composición fue protegida bajo patente de invención (Martín *et al.*, 2003).

3.3. Lubricantes especializados

3.3.1. Lubricantes para anillos de formado de vidrio

El procedimiento de obtención y la composición que incluye, oleoresina de pino, grafito y un aceite industrial fue patentada (Martín y Casal, 1992). En la tabla 10 se reportan las características de la mejor formulación.

Se realizó la prueba de explotación durante 10 días en el combinado del Vidrio de Las Tunas. La tabla 11 muestra su comportamiento en producción.

Durante el periodo evaluado se observó en general un aumento en la producción en las líneas L-23 y L-13 que superan los resultados obtenidos con el lubricante comercial y la norma establecida.

Como conclusiones de la prueba podemos decir lo siguiente:

- Se logró una rápida estabilización de la máquina.
- Se incrementó la productividad por máquina.
- Aumentó la calidad en los artículos terminados y disminuyó la producción defectuosa.
- Se lograron frecuencias de lubricación de 20 minutos en el día y 30 minutos en la noche y madrugada.

3.3.2. Fluido de corte para metales ferrosos

Estos fluidos son empleados tradicionalmente en máquinas herramientas, fundamentalmente cuando se efectúan operaciones pesadas de maquinado, tales como desbaste, fresado o roscado. Su función básica es actuar como refrigerante, al disipar el calor generado durante la operación, y adicionalmente formar una capa protectora sobre la superficie de la pieza maquinada que evita la corrosión y otros defectos superficiales; paralelamente ejerce un efecto protector sobre las cuchillas, lo que aumenta su tiempo de vida útil.

Estos fluidos son generalmente obtenidos por disolución de un aditivo con cualidades de extrema presión en un aceite base.

La literatura especializada reporta la obtención de aditivos de extrema presión mediante la reacción de sulfurización del sebo animal. En nuestro caso, se sustituyó 80% de sebo por oleoresina. De esta forma el aditivo incluye en su composición 20% de sebo, 80% de oleoresina y azufre elemental (Martín y Casal, 1997).

El aditivo obtenido fue estudiado mediante espectroscopia infrarroja con lo que se comprobó la formación de nuevos compuestos sulfurizados tanto con los ácidos resínicos como con los terpenos, además de los tradicionales productos de reacción con el sebo.

Se realizó un estudio de dosificación del aditivo en aceite. Se seleccionó la dosis de 12% de aditivo respecto a aceite base como la de mejores propiedades. Luego de la caracterización y evaluación, se efectuó la producción en escala industrial. La tabla 12 presenta las características físico-químicas del aceite formulado en laboratorio y en escala industrial, con fines de comparación se incluye un producto comercial.

Como se expone, el fluido de corte obtenido muestra cualidades de extrema presión y satisface las exigencias para su empleo en fluidos de corte. En la tabla 13 se presentan los resultados de las pruebas de uso en talleres de maquinado.

En la actualidad el producto ha sido comercializado con cinco talleres de la industria sideromecánica, los cuales lo han empleado por más de dos años con excelentes resultados.

A la composición y al procedimiento de obtención les fue concedido certificación de patente de invención (Martín *et al.*, 2002b).

4. Evaluación económica

4.1. Encolantes para papel

La tabla 14 resume el ahorro obtenido por tonelada de encolante sustituido para las distintas variantes de encolantes a partir de la oleoresina.

Si se considera que cualquiera de estas variantes sustituye el encolante comercial, de acuerdo con el consumo histórico de dos mil toneladas anuales, se obtendrían ahorros anuales de entre 124,740 y 1'114,800 dólares.

4.2. Tensoactivos

4.2.1. Emulgentes industriales

Se realiza la sustitución del emulgente comercial por el de oleoresina. El precio de adquisición de este emulgente fue de 1,800 dólares por tonelada.

Tanto la oleoresina como el emulgente comercial tienen el mismo tipo de procesamiento para ser empleados como emulgente, se requieren aproximadamente las mismas cantidades de sosa cáustica y el mismo tiempo de procesamiento.

Por todo ello, el efecto económico que representa la sustitución del emulgente comercial por oleoresina de pino es de $1,800 - 450 = 1,350$ dólares por tonelada sustituida.

4.2.2. Desinfectante

Se ha trabajado en dos variantes: la composición 1, la cual se formuló con oleoresina; y la 2, que se elaboró a partir de oleoresina y ácido piroleñoso.

En este caso no podemos hablar de efecto económico por sustitución de importaciones, debido a que los desinfectantes se importan limitadamente para usos muy específicos. Pero sí debe considerarse el valor social de esta aplicación, pues los productos se utilizan tanto en la limpieza doméstica como en hospitales, instalaciones pecuarias y otros. Además, es un producto de fácil elaboración y bajo costo (entre 170 y 180 dólares por tonelada), pues todos los componentes que intervienen en su formulación son de procedencia nacional.

De acuerdo con los resultados obtenidos, ambas formulaciones resultan muy baratas, toda vez que desinfectantes análogos se comercializan a precios que oscilan entre los 1,500 y 2,000 dólares la tonelada.

Tabla 12. Características físico-químicas del fluido de corte.

Índice	Fluido de corte	Fluido de corte	Comercial
	(industrial)	(laboratorio)	
Viscosidad a 40 °C (mm ² /s)	32	27	30
Temperatura de inflamación (°C)	173	171	165
Contenido de azufre total (% m/m)	2	2	1.3
Corrosión lámina de acero 3 h a 120 °C	Pasa	Pasa	Pasa
Densidad (g/cm ³)	0.9292	0.9195	0.8900
Agua % (v/v)	Ausencia	Trazas	0.05
Carga soldadura (kg)	596	630	700

4.2.3. Aditivo reductor de agua para morteros y bormigón

En la tabla 15 se comparan los costos de producción del aditivo desarrollado en el país con el precio promedio de aditivos comerciales.

Si consideramos la demanda anual de aditivos reductores de agua en cien toneladas, para un cálculo conservador, el ahorro obtenido por concepto de sustitución es entre 107,983 y 110,407 dólares al año, además de beneficios adicionales por concepto de reducción en el consumo de cemento.

4.3. Lubricantes especializados

4.3.1. Aceite grafitado

El costo por tonelada del producto comercial tomado como referencia es de 837.48 dólares, por lo que su adquisición está muy limitada en los últimos años.

El costo del producto formulado a partir de oleoresina es de 461.31 pesos cubanos (400.89 dólares).

El ahorro neto por tonelada de lubricante sustituido es de 376.17 pesos cubanos (436.59 dólares). Calculando que el consumo del Combinado de Las Tunas es de 6.7 t/año, el efecto económico es de 2,925 dólares anuales.

4.3.2. Fluido de corte de metales ferrosos

La tabla 16 muestra la comparación del costo de producción del aditivo comercial con el precio de aditivos comerciales análogos y el ahorro obtenido.

Si se considera la demanda nacional anual de estos fluidos, de aproximadamente 770 toneladas, y la proporción en que interviene el aditivo en el fluido, se obtiene un ahorro de 195,500 dólares anuales.

Tabla 13. Resultados de las pruebas de uso en talleres de maquinado.

Índice	Aceite nuevo	Aceite usado (horas de servicio)		
		Herramix (800 h)	Precam (400 h)	Estrella Roja (600 h)
Viscosidad a 40 °C (mm ² /s)	32	40	34	39
Temperatura de Inflamación (°C)	173	179	177	176
Contenido de azufre total (% m/m)	2.0	1.8	1.5	1.9
Corrosión lámina de acero 3 h a 120 °C	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
Número de saponificación	25	21	19	18
Carga soldadura (kg)	750	735	562	735

Tabla 14. Ahorro por tonelada de encolante sustituido.

	Ahorro en dólares
Oleoresina saponificada	62.37
Oleoresina reforzada	388.87
Oleoresina reforzada y estabilizada	457.40

Tabla 15. Comparación del costo de producción del aditivo desarrollado en el país con el precio promedio de aditivos comerciales.

Concepto	Moneda nacional	Dólares
Costo de producción por tonelada de aditivo nacional	137.48	475.93
Precio promedio por tonelada de aditivos comerciales	-	1,580.00
Ahorro por concepto de sustitución	-	1,104.07

Conclusiones

a) Se da a conocer a la comunidad científica la posibilidad de obtención de nuevos productos a partir de oleoresina de pino en su estado natural, se establecen al mismo tiempo nuevos procedimientos de síntesis.

b) Se demuestra la factibilidad técnico-económica de sustitución de la colofonia por oleoresina de pino cubano nacional en la síntesis y formulación de aditivos químicos de amplia demanda en el sector industrial.

c) La significación de estos resultados se traduce, en términos generales, en que se logra:

- El aprovechamiento de una materia prima natural, procedente de fuentes renovables y ecológicas.

Tabla 16. Comparación del costo de producción del aditivo comercial con el precio de aditivos comerciales análogos y el ahorro obtenido.

Tipo de aditivo	Costo por tonelada	
	Moneda nacional	dólares
Comercial	-	2,300.00
Nacional	330.02	190.59
Ahorro	-	2,109.41

- La diversificación de la oleoresina en productos con alto valor agregado.
- La disminución de índices de consumo.
- El aumento de la calidad de los productos terminados.
- La sustitución de importaciones de productos análogos con el consiguiente ahorro en divisas.
- Independencia del mercado externo para satisfacer la demanda de la industria nacional.

Bibliografía

- ASTM D-248; ASTM D-284 (1987). *Normas para la caracterización de emulsiones asfálticas*. Standar Test Method and Practice for Emulsified Asphalts.
- Casal, A. M. y E. B. Martín (1984a). “Desarrollo de encolantes para papel a partir de oleoresina de pinos”, *Boletín técnico de pulpa y papel*, Núm. 2. Cuba.
- _____ (1984b). “Desarrollo de encolantes para papel a partir de oleoresina de pinos”, *Memorias de Quimindustria '84*. Cuba.
- _____ (1988). “Desarrollo de encolantes para papel a partir de oleoresinas de pinos. Parte II. Obtención y evaluación a escala industrial”, *Memorias de Quimindustria '88*. Cuba.
- _____ (1990). “Desarrollo de encolantes de oleoresina estabilizada y reforzada. Parte II. Experiencia de una prueba industrial”, *Memorias de Quimindustria '90*. Cuba.
- Fonseca, M. y A. M. Casal (1988). “Obtención de emulsiones asfálticas aniónicas a partir de un emulgente desarrollado nacionalmente”, *Memorias de Quimindustria '88*. Cuba.
- _____ y A. M. Casal (1992). *Composición de emulsión asfáltica aniónica de rotura rápida*. Certificado de autor de patente de invención Núm. 22082. Cuba.
- Gutiérrez, L.; E. B. Martín y A. M. Casal (1993). “Actividad desinfectante en formulados obtenidos derivados del ácido piroleñoso y la oleoresina de pinos”, *Memorias de Quimindustria '93*. Cuba.
- _____ (1995). *Composición de desinfectantes a partir de ácido piroleñoso y oleoresina de pinos*. Certificado de autor de patente de invención Núm. 22423. Cuba.
- Kirk, R. E. y D. F. Othmer (1974). *Enciclopedia de la tecnología química*. 2a. ed., UTEHA. México.
- Martín, E. B. y A. M. Casal (1990). *Composición de encolantes para papel a partir de oleoresina de pinos*. Certificado de autor de patente de invención Núm. 21715. Cuba.
- _____ (1991). *Composición de encolante para papel reforzado a partir de oleoresina de pinos*. Certificado de autor de patente de invención Núm. 21865. Cuba.
- _____ (1992). *Composición de aceite grafitado para moldes de vidrio*. Certificado de autor de patente de invención Núm. 21809. Cuba.
- _____ (1993). *Composición de encolante para papel reforzado y estabilizado a partir de oleoresina de pinos*. Certificado de autor de patente de invención núm. 22227. Cuba.
- _____ (1997). “Desarrollo de aditivo sulfurizado para fluidos de corte y/o fluidos industriales”, *Informe final del proyecto 2011*. Ceinpet, Cuba.
- _____ y M. T. Valdés (2002a). “Desarrollo y evaluación de aditivos reductores de agua para morteros y hormigón”, *Informe final del proyecto 4302*. Ceinpet, Cuba.
- _____ ; H. Fonseca y T. Valdés (2002b). *Composición de aditivo sulfurizado para aceite de corte*. Certificado de autor de patente de invención Núm. 22819. Cuba.
- _____ y M. T. Valdés (2003). *Composición de aditivo reductor de agua para mortero y hormigón*. Solicitud de patente Núm. 103/03, marzo. Cuba.