

LOS PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES, UNA FUENTE DE MATERIA PRIMA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA EN CUBA

J. F. Pastor-Bustamante¹

Profesor-investigador de la Universidad de Pinar del Río, Martí #270 Esq. 27 de Noviembre, Pinar del Río, Cuba. Teléfono: 779661; 755452 Fax: 53 (82) 5479, Correo-e: pastor@af.upr.edu.cu

RESUMEN

El desconocimiento que en la actualidad se tiene de los productos forestales no maderables no ha permitido aquilatar la importancia económica que éstos tienen, tanto en el mercado nacional como en el internacional. Investigaciones realizadas en México, Chile, Costa Rica y otros países del área, surgieron que el valor económico total de estos productos podrían llegar a exceder el valor de los productos maderables y su aprovechamiento podría crecer sustancialmente sin efectos ambientales nocivos. La utilización de éstos como una fuente de materia prima para la industria eléctrica ha permitido que se haya producido un barniz electroaislante, que tiene como objetivo fundamental proteger los enrollados de los transformadores y motores eléctricos de la humedad y agentes agresivos externos que puedan actuar sobre estos, además de brindarle una vida más duradera.

PALABRAS CLAVES: productos forestales no maderables, colofonia, barniz electroaislante.

THE NON FOREST PRODUCTS AS A SOURCE OF RAW MATERIAL TO DEVELOP THE ELECTRICAL INDUSTRY IN CUBA

SUMMARY

The lack of Knowledge about no wood forestry products has permitted to diminish the economic importance of it fox the national market as for the international one. Investigations of the area suggest that the fatal economic value of the woody Products and Its Improvement could grow greatly without harmful environmental effect the use of them as row material for the electric industry has permitted the Production of an electroaisvlanting varnish, which has a main objective to protect the transformation and electromotor rolling from the humidity and externd aggressive element that exert influence upon then, also they can give them a mare everlasting life.

KEY WORDS: non timber forest products, rosin, varnish electroaisulador.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de los productos forestales no maderables se remonta hasta las épocas prehispánicas, para la obtención de bienes y servicios demandados por los habitantes de aquella época. En la actualidad sus usos domésticos para la satisfacción de las necesidades de los pobladores del campo no han variado, a éstos se han adicionado sus aplicaciones con fines comerciales de algunos de los mismos una gran cantidad de productos (Cherukat, 1996)

Existe una gran variedad de productos y servicios forestales no maderables que difieren en cuanto a su origen, naturaleza y características. Su conservación y manejo por una parte y sus roles socioeconómicos para la utilización y

comercio por otra, presentan un conjunto complejo de problemas potenciales. Desde tiempos inmemoriales, estos productos y servicios han contribuido enormemente al bienestar y progreso de la humanidad (Cherukat, 1996).

En el programa 21 y Principios Forestales de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en 1992, se ha identificado a los PFNM como un área importante que requiere una acción concentrada con el fin de asegurar su potencial para contribuir al desarrollo económico y a la generación de empleo e ingresos de manera sostenible (Cherukat, 1996)

Las investigaciones científicas en Cuba están dirigidas fundamentalmente a la búsqueda de soluciones de carácter

científico, técnico, ambiental y económico dada la situación económica por la que se está atravesando. En tal sentido se han dirigido las investigaciones a la utilización de recursos naturales para incursionar en la obtención de productos de alta demanda y deficitarios en el mercado nacional (Pastor, 1999).

A partir del año 1990, debido a la situación económica por la que estuvieron atravesando las industrias cubanas, se dejó de barnizar los enrollados de los motores y transformadores eléctricos, de ahí que el tiempo de vida útil de los mismos era limitado; sin embargo, con la reactivación que han experimentado en los últimos años las industrias, este barniz vendría a ser como un eslabón primordial en los procesos productivos de las industrias eléctrica y electrónica, pues para ofertar productos de alta calidad y eficiencia al mercado nacional e internacional tendrán necesariamente que utilizar el barniz electroaislante (Pastor, 1999).

El objetivo de esta investigación es obtener a partir de un producto forestal no maderable, un barniz electroaislante que satisfaga por su calidad la demanda de la industria eléctrica que utiliza este producto.

CONSIDERACIONES GENERALES

Algunas veces designados como productos forestales menores o secundarios, este grupo muy importante de productos y servicios forestales ha estado recibiendo un reconocimiento y atención cada vez mayor en los últimos años por parte de los planificadores y encargados de la toma de decisiones. Dependiendo de su alcance y cobertura, se les agrupa y define de manera diferente. El término productos forestales no maderables (PFNM) generalmente incluye todo producto tangible diferente a la madera en pie, en rollo, leña y carbón vegetal que proviene de bosques o cualquier superficie de tierra bajo uso similar, así como plantas leñosas. El término productos forestales no derivados de la madera en rollo incluye todo producto tangible que no sea madera en rollo, e incluye dendroenergía. El otro término en uso, servicios forestales no derivados de la madera en rollo, incluye servicios ambientales como conservación de ecosistemas y biodiversidad, protección de cuencas y socioculturales

dentro de los cuales se encuentran ecoturismo, caza, paisajismo, además de productos tangibles distintos a la madera en rollo (Cherukat, 1996).

Un producto forestal no maderable es muy conocido en todo el Mundo, por sus usos, aplicaciones y por los beneficios que brinda a la humanidad es la resina de pino (Mesa, 1999). Las resinas u oleorresinas son secreciones vegetales constituidas por ácidos resinosos disueltos en una mezcla de compuestos terpénicos. Se producen en las células vivas del parénquima de la albura de los árboles y permanecen, en el caso de los pinos, en estructuras anatómicas especializadas como son los canales resiníferos, horizontales y verticales que recorren la albura. La misión de la resina es de reserva y de cicatrización. Normalmente permanece sometida a altas presiones en el interior de los canales. La ruptura de éstos provoca que fluya al exterior. Las heridas externas provocan una mayor producción de resina e inducen la formación de nuevos canales resiníferos (patológicos) en la albura (Trujillo, S.J, 1992)

La resina está formada por un 70 % de ácidos resínicos y además por una mezcla de hidrocarburos terpénicos, entre los que se encuentran el μ y b pineno, canfeno, D careno, limoneno, terpineno, entre otros (Trujillo, S.J, 1992)

Los dos componentes de la resina son: colofonia que está presente entre un 64 y 70 % y esencia de trementina que se encuentra entre un 16 y 20 %. La colofonia que es la base principal del producto obtenido, esta formada hasta un 90 % de ácidos resínicos entre los que se encuentran el ácido abiético, neoabiético pimárico, palústrico, entre otros, estos ácidos presentan dos centros de actividad química, las reacciones por el doble enlace y por el grupo carboxílico, de ahí la gran cantidad de productos que se obtiene de esta materia prima (Solís, 1993).

Según plantea el Ministerio de la Agricultura (MINAGRI) en el Programa de Desarrollo Económico Forestal hasta el año 2,015, a partir de los pinares existentes y explotando todas las áreas a talar con cinco años de antelación, se estima que la producción de resina tendrá el comportamiento siguiente (MINAGRI, 1997)

CUADRO 1. Estimado de la producción de resina hasta el año 2015.

Periodo	Superficie anual (Mha)	Rendimiento	Potencial	
	Área a talar	Área a resinar	T/ha	Prod. (T)
97-2000	1250	6000	0,6	3600,0
2001-05	1700	8500	0,7	6000,0
2006-10	2200	11000	0,9	10000,0
2011-15	3400	17000	0,9	15000,0

Fuente: MINAGRI, 1997

El potencial de producción anual de resina estimado hasta el año 2015, muestra que existe superficie de masa boscosa en el país como para acometer ambiciosos planes, tanto de extracción como de inversión en la industria de transformación primaria, para hacer frente a la demanda nacional de estos productos (MINAGRI,1997).

Barniz Electroaislante

La vida útil, rendimiento y calidad de una máquina eléctrica depende fundamentalmente de la calidad de los materiales empleados en aislar los diversos circuitos de la referida máquina.

Entre los aislamientos ocupan un lugar destacado los llamados barnices electroaislantes, los cuales deben ser capaces de incrementar la resistencia de aislamiento de los equipos eléctricos, brindar segura protección contra el medio ambiente, incluso en condiciones altamente corrosivas, así como propiciar un aspecto estético al enrollado de la máquina eléctrica.

Los barnices son soluciones coloidales de diversas sustancias de estructura pelicular en solventes orgánicos, que como resultado de la evaporación, oxidación y polimerización son capaces de formar placas sólidas que se emplean para incrementar el aislamiento del bobinado o enrollado de los estatores y rotores de los motores y transformadores eléctricos (Alegría, 1989).

Los barnices se clasifican de diversas formas, entre las que se destacan por su gran importancia, composición química, método de empleo, método de secado y clase térmica.

Los barnices, acorde con su empleo en la industria eléctrica, se clasifican en:

- Barnices de impregnación
- Barnices de recubrimiento o acabado
- Barnices de pegamentos

Según el método de secado, los barnices electroaislante se clasifican en:

- Barnices de secado al aire
- Barnices de secado al horno

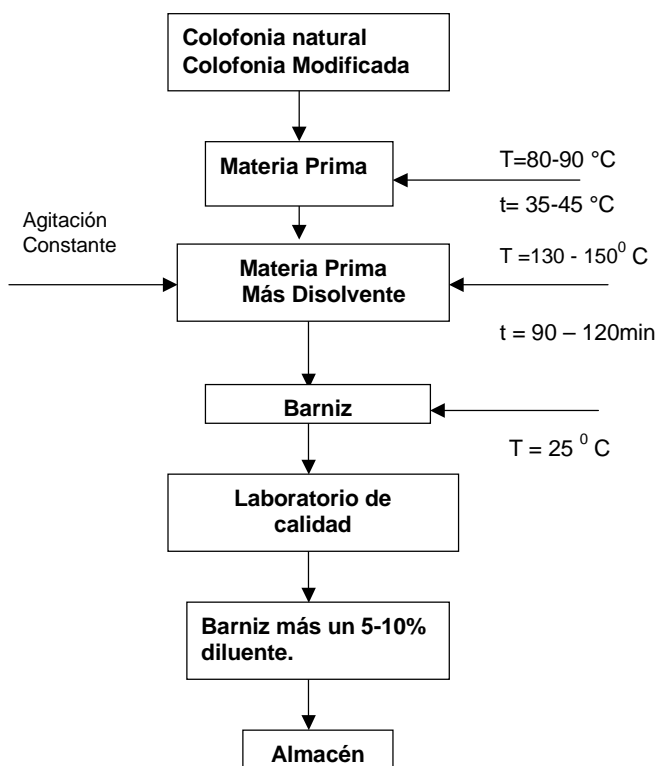
La tendencia moderna de fabricación de barnices es que tanto los de impregnación como los de recubrimiento sean secados al horno.

Los barnices de acabado de una u otra clasificación generalmente son secados al aire, ya que aumenta la productividad del trabajo y evita llevar al horno en tres

ocasiones a un equipo eléctrico. Esto no constituye una regla de estricto cumplimiento, pues diversas casas comerciales fabrican barnices de impregnación y de recubrimiento de secado al aire (Rodríguez, 1986)

MATERIALES Y METODOS

Metodología para la obtención de barniz electroaislante a escala industrial



Fuente: Pastor, 1999

Figura 1. Diagrama de flujo de la obtención de barniz electroaislante.

Metodología

La metodología para la obtención de barniz electroaislante tiene como base la colofonia natural o modificada, obtenida en la destilación de la resina de pino. La colofonia se pesa e introduce en un reactor con una capacidad de 400-500 litros, se aumenta la temperatura en el reactor hasta 80-90 °C, para que se licue la colofonia, momento en el cual se le comienza a añadir el disolvente, en una proporción de 54.79 % de colofonia y un 45.20 % de aguarrás, después que se terminó de añadir todo el disolvente, se hace reaccionar el agitador que se mueve a razón de 50-70 rpm. hasta la total homogeneidad de la mezcla. La temperatura se eleva hasta que se alcanza los

130-150 °C, manteniéndose constante todo el tiempo de la reacción, que debe ser entre 90-120 min. Una vez que la masa de barniz alcanza la temperatura ambiente, se le añade entre un 5-10 % del diluyente para su conservación y embalaje (Pastor, 1999).

Determinación del contenido de agua

A excepción de los barnices especiales que emplean el agua como solvente, los restantes barnices electroaislantes deben excluir el agua en su composición (Chatfield, 1971)

Para la determinación del contenido de agua se transfieren 100 ml de barniz a un balón que va acoplado a la trampa Deam Star y se adiciona 100 ml de xileno o tolueno.

Se instala el balón a la trampa y al condensador, posteriormente se calienta con suavidad la mezcla durante 30 minutos, como mínimo; es necesario tener en cuenta, que la mezcla es muy inflamable y por tanto se debe emplear métodos de calefacción donde no se utilice la llama directa de un mechero.

Pasado el tiempo necesario se retira la fuente de calor y se lee en el tubo graduado de la trampa Deam Star el contenido de agua; como se señala al inicio del epígrafe debe ser mínimo (Villalvazo, 1980).

Determinación del contenido de cenizas

El contenido de cenizas en los barnices electroaislantes debe ser lo más bajo posible, lo cual indica la ausencia de compuestos metálicos o impurezas.

Para realizar esta determinación se pesan 10 gramos del barniz en un crisol de cuarzo o porcelana, con su tapa, los cuales serán previamente tarados.

Se combustiona solamente el barniz con ayuda de un quemador de gas y después se transfiere el crisol con su contenido y su tapa a una mufla, con temperatura de 900-1000 °C, mantenga las cápsulas en su interior hasta masa constante.

Enfríe en la desecadora y pese el crisol con las cenizas (Alegría, 1989).

Cálculo:

$$\% \text{ de Cenizas} = \frac{M_{CE} - M_C}{m} \cdot 100$$

M_{CE} : Masa del crisol con las cenizas.

M_C : Masa del crisol.

m: masa de la muestra

Determinación del azufre y de cloruros

Para la realización de este ensayo se pesan de 3 a 5 g de barniz y se mezclan con carbonato de sodio y peróxido de sodio (grado reactivo), se incinera con cuidado y se disuelven las cenizas con agua destilada.

Para determinar azufre se adiciona a una parte de la alícuota o solución de 5 ml de ácido clorhídrico 0.1 mol·l⁻¹ y 5 ml de cloruro de bario 10 %; si hay presencia de azufre se formará un precipitado negro de sulfato de bario.

Para la determinación de cloruros se utiliza otra parte de la solución o alícuota original, se le adicionan 5 ml de ácido nítrico 0.1 mol·l⁻¹ y 5 ml de nitrato de plata 0.1 mol·l⁻¹; un precipitado blanco indica la presencia de cloruros en el barniz (Alegría, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la obtención del barniz electroaislante se utilizó la metodología elaborada y propuesta en esta investigación. Después de obtenido el producto final, se le realizaron los siguientes ensayos para la comprobación de su efectividad en la práctica.

Determinación de la solubilidad en diferentes disolventes

Para determinar la solubilidad del barniz en los diferentes diluyentes se realizaron varios ensayos con cada uno de ellos y se comprobó, que el mismo es soluble en todos los solventes utilizados, excepto en agua. Se comparó su efectividad, siendo el más eficaz, el diluyente

CUADRO 2. Solubilidad del barniz electroaislante.

Muestra	Solubilidad del barniz electroaislante							
	Alcohol		Aguarrás	Gasolina	Diluent.PS-10	Xileno	Tolueno	Agua
	Metanol	Etanol						
Barniz	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No

obtenido en el laboratorio de resina de la Universidad de Pinar del Río, (PS-10)

Tiempo de secado

CUADRO 3. Tiempo de secado

Tipo de madera	Tiempo de secado
<i>Swetenia mahogoni</i>	4.0 – 5.0 horas
<i>Cedrela odorata</i>	4.5 – 6.0 horas
<i>Hibiscus elatus</i>	5.0 – 6.0 horas
<i>Eucalyptus sp</i>	4.5 – 6.0 horas
<i>Pinus caribaea</i>	4.0 – 7.5 horas
General	4.0 – 7.5 horas

Como se puede observar el tiempo de secado utilizando el diluyente Ps –10 oscila entre las 4 – 7.5 horas en las cinco muestras de madera utilizadas; es importante destacar que este producto se aplicó directamente a la madera de estas muestras y se observó toda la textura y belleza de las mismas, además de mantener el brillo constante.

Después de comprobar su efectividad en la madera, se comprobó su acción electroaislante; para ello se realizaron ensayos para determinar la presencia de azufre y cloruros y en ningún caso apareció ni precipitado negro, ni blanco, indicando la ausencia de ambos en el producto.

Las pruebas como aislantes se realizaron en los enrollados de los transformadores y motores eléctricos y los resultados obtenidos según reportaron los estudios de los especialistas de la producción, Ing. Alfonso Simón Lopetegui, de la Empresa de Servicios Informáticos y el Ing. Jesús Martínez de la Empresa Básica de Servicios, demostraron que las superficies barnizadas de los enrollados de los transformadores y motores eléctricos tienen un alto grado de impregnación y penetración, indicando el grado de compatibilidad del barniz en los materiales fibrosos. Fue probado en transformadores con voltajes de 110 – 220V. El número de transformadores utilizados para estas pruebas estuvo entre 100 – 200, y el tiempo de trabajo fue de dos años, no presentándose deficiencias en los mismos. Además protege a los enrollados de la humedad. También se realizaron ensayos en los enrollados de los motores de 110 – 220V y los resultados fueron similares.

Indicadores de calidad

Para la determinación de la calidad del barniz electroaislante fue necesario realizar un determinado número de ensayos a cada indicador para determinar los

parámetros de calidad de este producto, los resultados se muestran en la Cuadro 4.

CUADRO 4. Indicadores de calidad

Indicadores de calidad del barniz	
Vehículo	Colofonia natural o modificada
Solubilidad	Soluble en cualquier disolvente orgánico
Viscosidad	48 poise
Diluyente	Ps-10 u otro cualquiera
Tiempo de secado	4 – 12 horas
Temperatura de secado	27 °C
Tiempo de almacenamiento	12 meses
Color	Ámbar
Densidad	1,012g ml ⁻¹

La base de este barniz como se observa en la tabla es colofonia natural o se puede utilizar también colofonia modificada obteniéndose un producto de alta calidad. Es soluble en cualquier tipo de disolvente orgánico, su viscosidad es de 48 poise, lo que permite que se pueda hacer un volumen mayor con menos producto pues permite que se le añada una mayor cantidad de diluyente si se compara con otros que aparecen en el Cuadro 5 que son menos viscosos, el tiempo de secado osciló entre 4 y 12 horas teniendo en cuenta su aplicación en la madera y en los enrollados eléctricos, la temperatura de secado fue de 27 °C, inferior a la que presentan la mayoría de los barnices que se comercializaron en el país, el tiempo de almacenaje fue de 12 meses y la densidad es de 1,012g ml⁻¹

En Cuba en la década de los años ochenta se comercializaron un grupo de barnices electroaislantes, algunos fabricados en el país y otros importados, según Alegría, 1988. En el Cuadro 5 aparecen algunos de estos barnices.

Como se observa en el Cuadro 5 la base del barniz elaborado y propuesto en este trabajo es colofonia natural, un producto natural renovable; sin embargo, los fabricados en la década del años ochenta en el país necesitaban importar la materia prima base para la fabricación de los mismos, mientras que los restantes, es decir los importados, necesitaban resinas sintéticas. En cuanto a la viscosidad, el que se expone en este trabajo es más viscoso, permitiendo que se diluya mucho más que el resto de ellos, aumentando el número de enrollados barnizados por este concepto, como se puede ver en la Cuadro 5 para cada barniz el fabricante del mismo sugiere un diluyente específico para garantizar su producto. El tiempo de secado, para todos los casos, se mantiene en el mismo rango. En cuanto a la temperatura de secado el fabricado y expuesto en este trabajo seca los enrollados barnizados a temperatura ambiente mientras que los otros en general,

CUADRO 5. Indicadores de calidad de varios barnices.

Indicadores de calidad	Barniz UPR	CP-53 Cuba	12,340 CP-64 Cuba	ww-250 Aismalivar,SA España	Hitachi Japón
Base	Colofonia natural	Resina fenólica Modificada	Resina fenólica	Poliéster	Sintética modificada
Viscosidad	48 poise	18s – 2s	-	18s – 20s	1 –3 poise
Diluyente	Ps-10 u otro cualquiera	6 – z -2	6 – z -8	784	S-30
Tiempo de secado	4 –12 h	6-8 h	12-18 h	20-30h	4-6h
Temperatura de secado	27 °C	140 + 5 °C	20 -25°C	135 °C	102-120 °C
Color	Ámbar	Ámbar oscuro	-	-	-

Referencia: Alegría, 1986

necesitan temperaturas superiores a los 100 °C para secar o sea necesitan hornos para esta actividad, por lo que el barniz propuesto permite ahorrar electricidad y petróleo por este concepto.

Por todo lo anterior, unido a los criterios de los especialistas de la ESI y la Empresa Básica de Servicios Industriales Locales, se pudo comprobar que el barniz está en el rango de los comerciales.

Beneficios Ambientales:

Desde el punto de vista ambiental este producto no es contaminante, pues los reactivos y materias primas utilizadas se transforman en un solo producto, sin residuos ni emanación de gases, no obstante como la aplicación de este barniz a los enrollados seca a temperatura ambiente, evita que el enrollado tenga que ir tres veces al horno; ahorrando electricidad y petróleo, además en la combustión del petróleo se emanan gases contaminante a la atmósfera, por lo que el empleo del mismo evitaría la contaminación del medio Ambiente

Beneficios Sociales:

Con la fabricación, comercialización y aplicación en Cuba de este barniz electroaislante se daría empleo seguro a un considerable número de técnicos y obreros vinculados a esta actividad.

Además la vida útil de los equipos electrónicos sería superior, pues actualmente es limitada, precisamente por la falta de protección y aislamiento que provoca el barniz en los enrollados frente a la humedad y agentes agresivos que actúan sobre estos equipos.

Beneficios Económicos

La obtención de un barniz electroaislante a partir de un producto forestal no maderero, significa un importante

logro económico para el país, por los beneficios inmediatos y a largo plazo que brinda, como son: la sustitución de importaciones, superior eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales, creación de nuevos rubros exportables, creación de nuevas fuentes de trabajo.

CONCLUSIONES

Una vez analizado los resultados que se presentaron en este trabajo arribamos a las siguientes conclusiones.

- Que el barniz electroaislante obtenido y caracterizado en este trabajo se encuentra en el rango de los barnices comerciales.
- Que existe la materia prima suficiente y el personal calificado para producir y abastecer la demanda de barniz que tiene el país, para cubrir sus necesidades.

LITERATURA CITADA

- ALEGRÍA D., M. 1989. Barnices electroaislantes. Ed. Científico-Técnico. Habana. Cuba. p. 6-12; 12-75.
- CHERUKAT, C. 1996. Desarrollo de los productos no madereros en América Latina y el Caribe p. 1, 4
- CHATFIELD, W. 1971. Los barnices y sus constituyentes. Ed. Reverti, Madrid, España. p. 88 - 90.
- MINAGRI. 1997. Programa de desarrollo económico forestal hasta el año 2015.
- MESA, M. 1999. Los Productos forestales no madereros en Cuba. Serie Forestal N° 13, p. 2
- PASTOR B., J.F. 1999. Procesamiento de la resina de pino y sus componentes para la obtención de productos resinosos. Tesis Doctorado. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- RODRÍGUEZ D., O. 1986. Información sobre barnices electroaislantes. Habana. p 108.
- SOLIS, W. 1993. Industrias forestales de roductos no maderables. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Tomo IV, Madrid. p. 163 y 280.
- TRUJILLO S., J. F. 1992. La colofonia y sus aplicaciones; Univ. Politécnico de Madrid p. 22, 34
- VILLALVAZO, J. 1980. Química y Tecnología de sustancias extraíbles de la madera. Guadalajara, Jal. México. p. 22.