

ESTUDIO.

con el Péndulo de Persoz,

del Comportamiento de los Barnices de Poliéster durante su Polimerización

Por Francisco Javier JIMENEZ PERIS

Ingeniero Técnico

de la Sección de Maderas del

Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias

Descripción del Péndulo

Es un aparato sumamente sencillo y que se describe ampliamente en el capítulo 1.13.1 de la publicación del Instituto Forestal de Investigaciones y de AITIM «Barnices de poliéster de fabricación nacional», de Navarro y J. Peris (publicación en prensa).

Aquí daré unas ligeras ideas, para que se comprendan los trabajos experimentales, objeto de este artículo.

Consta fundamentalmente de dos partes:

1) Un espejo plano vertical, sobre el que están grabadas tres líneas verticales, marcadas cada una de ellas con 0° , 4° y 12° dispuestas según la fig. núm. 1.

2) El péndulo propiamente dicho, cuyo esquema está representado en la fig. núm. 2, va provisto en la barra superior transversal de dos

bolas de acero inoxidable de $8 \pm 0,005$ mm. de diámetro y una distancia entre ellas de 50 ± 1 mm., por medio de las cuales reposa sobre la superficie sometida a ensayo.

Otras características vienen especificadas en la fig. núm. 2.

El empleo de este aparato se basa en el hecho de que, al dejar reposar el péndulo por medio de las dos bolas de acero sobre una superficie y hacerle oscilar, persistirá más o menos tiempo el movimiento oscilatorio, según esté la superficie ensayada más o menos pulida o más o menos dura o rígida.

Como norma de medida se cuenta el número de oscilaciones habidas en el ángulo comprendido entre 12° y 4° .

En nuestro caso la superficie soporte ha sido un cristal esmerilado.

Control de la Polimerización. Estudio de su Curva

Si una vez fijado el tipo y superficie del soporte, extendemos sobre el mismo el barniz de poliéster recién catalizado (película «húmeda»), colocamos el péndulo y lo hacemos

oscilar, como dicha superficie es de una masa líquida, las bolas de acero penetran en la película «húmeda» y reposan sobre el soporte, que por ser de cristal esmerilado originará un número de oscilaciones inferior, por supuesto, a los que darían si fuese pulido, y en nuestro caso, como se aprecia más adelante por el gráfico, inferior a lo que da la película «seca».

Repitiendo este proceso a intervalos de tiempo determinados, observaremos que cada vez las oscilaciones son en menor número, debido a que el barniz se va gelificando progresivamente, adquiriendo por

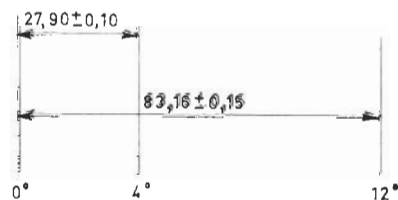


Fig. 1

tanto una viscosidad alta, frenando al péndulo en sus movimientos. Este proceso se va acentuando hasta que en un momento determinado la masa de la película ha adquirido la máxima viscosidad que permite a las bolas del péndulo penetrar

aún en dicha masa y entonces las oscilaciones son mínimas.

De esta forma llegamos a un momento (que se puede tomar como punto de gelificación) en que la película ya no deja penetrar en su masa las bolas de acero y las oscilaciones son en número un poco mayor, aunque pequeño, porque aún la película es blanda y se hunde ligeramente.

Si seguimos haciendo medidas observaremos que el número de oscilaciones aumenta debido a que también lo hace la dureza del barniz en toda su masa; la dureza sigue aumentando de día en día, hasta estabilizarse (Dureza Pendular).

Si llevamos a un gráfico, en ordenadas número de oscilaciones, o su equivalencia en segundos, y en abscisas tiempos en minutos, obtendremos una curva del tipo de la figura 3.

Al tiempo correspondiente al punto G de la curva se le llama tiempo de gelificación.

La curva de la fig. núm. 3 corresponde a un barniz ideal en las condiciones ideales.

Si observamos la curva veremos que mediante este ensayo podemos determinar exactamente el tiempo en que el soporte barnizado se puede trasladar, sin temor a que la masa que forma la película del barniz se mueva y gotee, haciendo variar el espesor uniforme obtenido, pues hemos determinado el momento en que la película ha gelificado lo suficiente para cumplir esta misión sin alterar su forma. Este punto está situado en un punto de la curva, en su rama descendente, anterior y a la izquierda del punto G.

Otro caso posterior que se deduce del estudio de esta curva es el momento en que la superficie de la película está «seca al tacto» (primer punto que se determina después del G).

La película ha llegado a este punto cuando en las sucesivas medidas, realizadas, se obtiene una en que al separar el péndulo de la superficie ya no se nota esfuerzo alguno de adherencia. El tiempo transcurrido desde la mezcla del catalizador con el barniz base hasta este momento se designa como «tiempo pendular

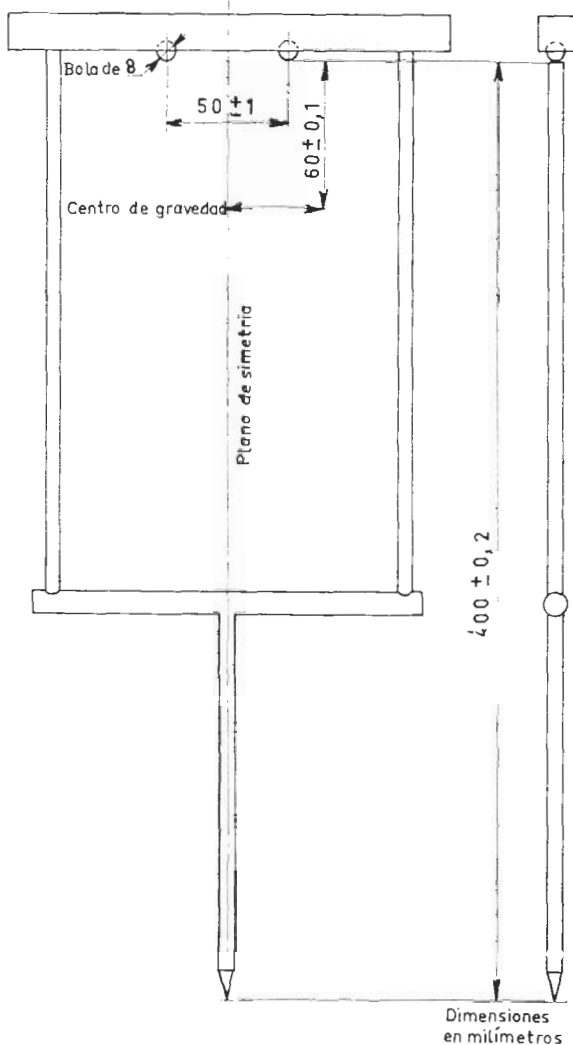
de seco al tacto». Este tiempo tiene su representación gráfica en un punto de la curva, en su rama ascendente, posterior y a la derecha del punto G. El lugar exacto de la situación de este punto estará íntimamente ligado con todos los factores que pueden modificar la polimerización, que al ser muchos hacen que las condiciones de ensayo sean reproducibles, si se controlan exactamente y con todo el rigor dichos factores, los cuales se relacionan posteriormente.

Prosiguiendo en el estudio de la curva llegamos a poder determinar otro punto que nos da el «tiempo de secado duro» de la película. Este punto está definido por el corte producido en la curva por la ordenada correspondiente al tiempo de abscisa en que al posar el péndulo sobre la superficie del film, en las zonas donde las bolas de acero están en contacto con éste no existe ya el más ligero hundimiento.

A partir de este punto las medidas tomadas se llaman Durezas Pendulares, y se siguen expresando en «segundos-dureza».

Esta dureza suele aumentar rápidamente en los cinco primeros días, tendiendo a partir del sexto a aumentar en menos proporción y lograr estabilizarse a los 25 días.

Los poliésteres para lijar y pulir suelen ser más duros que los de brillo directo y que los de brillo mate igualado, constituyendo la curva de su dureza pendular un índice

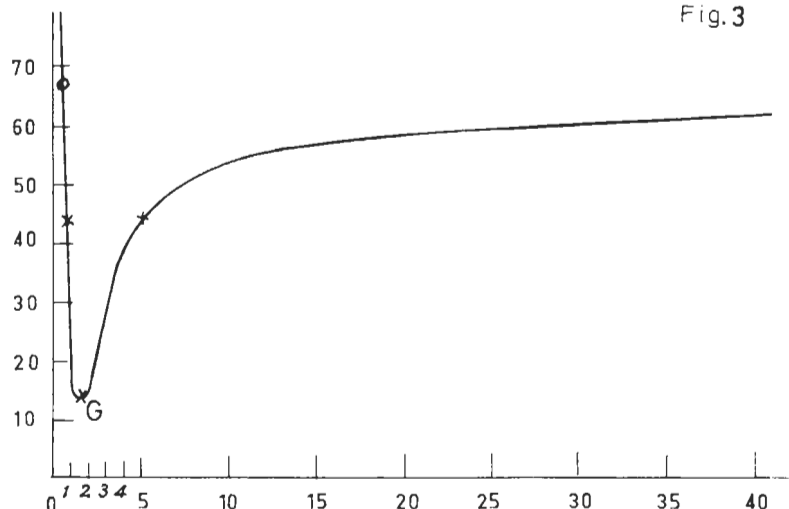


ESQUEMA DEL PENDULO

Fig. 2 perfecto, que indica al aplicador la dureza que poseen en el momento en que se dispone a lijar y pulir, dándole una pauta mediante los ensayos correspondientes de cuál es la dureza ideal para un mejor y más rápido lijado, pulido y abrillantado. En definitiva, cuál es el momento oportuno para un mejor y menos costoso acabado.

De los ensayos realizados se ha llegado a la conclusión que la Resistencia al Rayado superficial está íntimamente ligada con la Dureza Pendular, en sentido directamente proporcional y, por consiguiente, en la misma forma con la Resistencia a la Abrasión superficial, pues en

Fig. 3



realidad esto no es más que un Rayado múltiple.

También está ligado con la Dureza Pendular la Flexibilidad y Fragilidad. Los más duros son menos flexibles y más frágiles, mientras que los de brillo directo, menos duros, son más flexibles y menos frágiles.

En la fig. núm. 4 se refleja un estudio completo de la curva de polimerización de un barniz, cuya formulación en gramos es la siguiente:

Resina de poliéster, 100; acelerador (Octoato de Cobalto al 6%), 0,4; estileno, 35; acetato de etilo, 10; catalizador de reactividad media (peróxido de metiletilcetona al 50%), 2.

El proceso de su polimerización se ha realizado y controlado con el Péndulo de Persoz en el Laboratorio de Ensayos de Características Físicas y Mecánicas de Barnices y Pinturas para la Madera, de la Sección de Maderas del Instituto Fo-

restal de Investigaciones y Experiencias, obteniéndose la curva de la fig. 4, muy semejante a la curva típica de la fig. núm. 3, y en la que se reflejan los resultados numéricos que se exponen a continuación:

- El traslado de la probeta barnizada a los *once minutos* (punto T).
- El tiempo de gelificación (punto G) se ha producido a los *quince minutos*.
- El «tiempo pendular de seco al tacto» a los *treinta y tres minutos* (punto S).
- El «tiempo de seco duro» a los *ciento veinticinco minutos* (punto D).
- Dureza pendular a las 24 horas: 142 segundos.

f) Dureza pendular a los 15 días: 230 segundos.

Todo este estudio teórico, con su conformación práctica, demuestra que uno de los métodos mejores y más sencillos, para el control de un barniz, es el del «péndulo de Persoz».

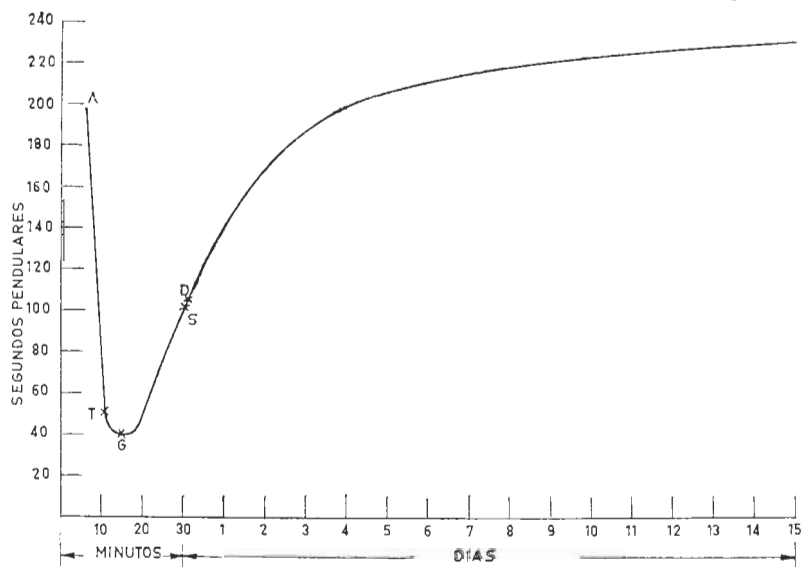
Así no puedo por menos dejar de hacer constar que es el método que mejor determina el tiempo de gelificación, puesto que queda fijado por dos medidas susceptibles de un error despreciable, obteniéndose con una exactitud de tiempo menor que UN minuto, mientras que los otros métodos conocidos ninguno refleja este tiempo tan exactamente, puesto que el S.P.I. es un tiempo convencional; el descrito en el volumen «Barnices de poliéster de fabricación nacional», cap. 1.9, es susceptible de un error de varios minutos, según la subjetividad de la persona que realiza el control; y así sucede con cualquier otro método parecido. Aparte de que en un barniz base, o sea, sin activador incorporado, ya no se cumplen los requisitos de la norma S.P.I. destinados a medir Reactividad de resinas de poliéster.

Finalmente, hay que hacer referencia a los innumerables factores que influyen en la polimerización de un barniz de poliéster, reflejándose por tanto en la gráfica correspondiente.

Enumerar

CATALIZADOR DE REACTIVIDAD MEDIA

Fig. nº 4



en el sentido de acelerar o retardar, indistintamente, el proceso.
Son:

- 1) El soporte: Madera, se puede considerar como un polímero de estructura muy compleja, siendo tan variado como especies arbóreas existen en el mundo, habiendo de entre ellas algunas (tropicales) que inhiben la polimerización del barniz.
- 2) Reactividad de la resina; alta, media o baja.
- 3) Reactividad del catalizador: alta, media o baja.
- 4) Tanto por ciento del catalizador.
- 5) Tanto por ciento del acelerador.
- 6) Porcentaje y tipo de aditivos, pigmentos o colorante.
- 7) Estructura reticular del pigmento (Rutilo y Anatasa). Véase fig. núm. 5, donde se observa que, a pesar de cristalizar los dos en el sistema tetragonal, su diferencia estructural es bien patente.
- 8) Edad del barniz y edad del catalizador.
- 9) Estado o forma en que se presenta el catalizador.
- 10) Inhibidores (para poliésteres no saturados: hidroquinonas HQ y p-benzoquinonas, BQ).
- 1) Humedad relativa del ambiente y grado de humedad del soporte.
- 2) Temperatura del ambiente, del barniz, del catalizador y del soporte a barnizar.

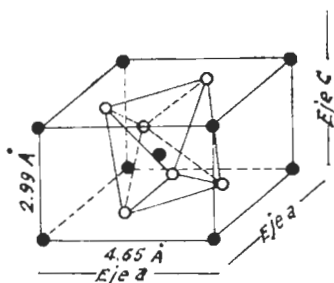
Como recomendación final se ha de tener un control riguroso, tanto de las condiciones ambientales de ensayo como de los factores que pueden afectarlo y medidas a tomar, para obtener resultados reproducibles.

De todo lo expuesto podemos obtener como conclusión práctica, especialmente para los fabricantes de barnices y para los consumidores, al poseyendo un Péndulo de Periz pueden controlar perfectamente algunas de las características más importantes y representativas de un barniz, tales como:

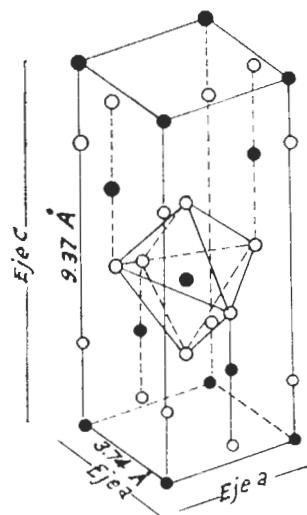
— Tiempo en que se puede transportar los soportes barnizados.

Redes cristalinas elementales

Å = Unidad Ångstrom
 $1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm.}$
 ● - Titanio
 ○ - Oxígeno



Rutilo



Anatasa

Fig. 5

- Tiempo de gelificación total de la película.
- Tiempo de «seco al tacto», y de «seco al polvo».
- Tiempo de «seco duro».

- Dureza Pendular.
- Resistencia al Rayado y a la Abrasión.
- Fragilidad y flexibilidad. —

F. J. J. P.

Empleo de la Corteza de Pino Triturado, para el Cultivo de Plantas Ornamentales

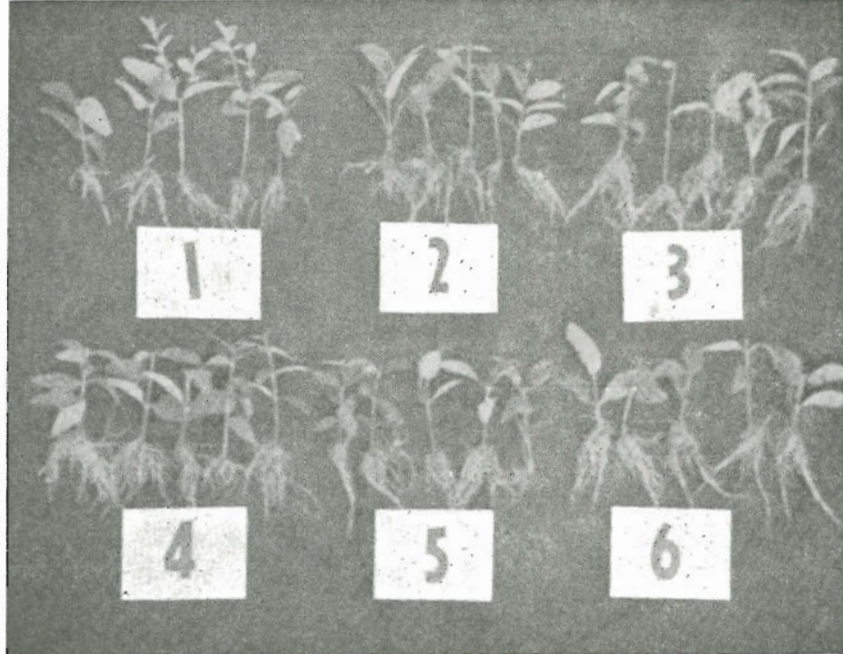
La técnica tiende a conseguir un aprovechamiento integral de las materias primas que nos suministra la naturaleza. Esta orientación, aplicada al campo de la madera, nos muestra que se habían obtenido resultados satisfactorios, a excepción de la corteza, que en la mayor parte de los casos no rinde beneficios apreciables.

Por todo esto encontramos de interés el estudio que aparece en el número de agosto de 1967 de la revista «Forest Products Journal», sobre el empleo de la corteza de pino para el cultivo de plantas ornamentales. Hasta ahora el mejor medio de cultivo para producir el enraizamiento y primer crecimiento de

plantones era la turba de pantano y sus mezclas con arena, perlita y vermiculita. En los ensayos, que a continuación se detallan, se ve que la corteza de pino es, incluso, superior a las mezclas anteriores, lo mismo empleada sola que mezclada con otros productos, especialmente arena y perlita.

Hay que tener en cuenta que un medio muy compacto ahogaría las raíces de las plantas, sobre todo con exceso de riego. Por esto la turba no se emplea nada más que en mezclas con otros productos que mejoran su porosidad. Las características que debe cumplir un buen medio de cultivo son:

- a) Estar libre de insectos y en-



fermedades que afecten a las plantas o, en su defecto, ser susceptible de esterilización.

- b) No poseer materias tóxicas que puedan perjudicar el enraizamiento.
- c) Ser capaz de retener el agua necesaria para la vida de las plantas.
- d) Permitir la aireación y drenar el exceso de agua.
- e) Ser de poca densidad.

En los ensayos realizados se empleó corteza de Pinus taeda y de Pinus echinata envejecida durante dos años. La granulometría de los triturados de corteza es muy importante, principalmente por lo que

respecta a la retención de humedad. Por esto la detallamos:

Separación de mallas de la criba en mm.	% de corteza retenida
3,38	23
2,00	9,7
1,41	11,4
0,84	18,7
0,59	16,7
0,42	8,3
Resto	12,2

Se prepararon seis medios de cultivo con las composiciones y densidades secas y húmedas que siguen:

Medio	Densidad de la mezcla anhidra g/cm. ³	A las 12 horas del último riego
1) 1/2 turba — 1/2 arena	0,75	0,97
2) 1/2 turba — 1/2 perlita	0,15	0,4
3) Arena	1,03	1,23
4) Corteza de pino triturada	0,3	0,45
5) 1/2 corteza de pino — 1/2 arena ...	0,76	0,97
6) 1/2 corteza de pino — 1/2 perlita .	0,22	0,37

Se ensayaron trece especies. Los plantones, que presentaron enraizamientos superiores en los medios formados por corteza de pino y sus

mezclas pertenecían a las siguientes: Juniperus horizontalis, variedad plumosa, Juniperus climensis, pfitteriana,

- Juniperus confecta.
- Salix purpurea, variedad nana.
- Hypericum «Hidcote».
- Santolina virens.
- Pyracantha.

Por el contrario, las especies siguientes lograron crecimientos superiores en mezclas de turba o en arena:

- Juniperus horizontalis.
- Juniperus horizontalis, variedad «Wiltoni».
- Juniperus chimensis, variedad Sargenti.
- Gradenia radicans.
- Ilex cornuta, variedad Femina
- Ilex cornuta, variedad Bubardi.

En cuanto a la acidez de uno y otro medio, no hay grandes diferencias, a excepción del compuesto de arena exclusivamente. Los resultados de las medidas son:

Medio de cultivo	pH
1) 1/2 turba - 1/2 arena ...	4,47
2) 1/2 turba - 1/2 perlita ...	4,58
3) Arena	6,62
4) Corteza de pino molida .	4,9
5) 1/2 corteza de pino - 1/2 arena	5,15
6) 1/2 corteza de pino - 1/2 perlita	5,23

En las comparaciones descritas no hay una franca ventaja para la corteza de pino; sin embargo, ésta se manifiesta con holgura en las consideraciones económicas. La relación, en Estados Unidos, entre el precio de la turba y la corteza de pino es de seis a uno aproximadamente, lo que hace a este último producto muy deseable para su empleo en el fin estudiado.

La corteza de pino triturada se puede emplear para formar semilleros, para el transporte de árboles, flores, plantones, etc.

Esperamos que estos estudios continúen y se encuentre un gran número de aplicaciones para este subproducto del aprovechamiento forestal.

(Extracto del artículo escrito por F. A. Pokorny y H. F. Perkins, aparecido en el número de agosto de 1967, en el Forest Products Journal.)