

12292

12292

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



CATALOGADO

DIAGNOSTICO SOBRE FABRICACION

DE RESINAS FENOLICAS

A PARTIR DE MATERIAS

DE ORIGEN LOCAL (CHACO)

El Extracto de Quebracho: Desarrollo Histórico y Perspectivas

Mercado, Producción y Tecnología

0
H. 1225
T 15
Final
II

Tomo II

Tecnisa S.A.

Buenos Aires, 1971

PARTE III

ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO DE
NUEVAS APLICACIONES DEL TANINO
DE QUEBRACHO Y DEL FURFURAL

Agradecemos la información proporcionada para la confección de esta parte del informe a las siguientes personas:

Ing. Luis BARTOLUCCI

Ing. Edwin DUWIN

Arq. Carlos Beltrán HARDOY

Ing. Herber A. HINCKELDEYN

Ing. Isaías LECMAN

Ing. Alberto MONTES

Sr. Harold R. PINSENT

Ing. Sven B. RASMUSSEN

Dr. Roberto REY

Dr. Basilio SERRANO

Hasta donde alcanza nuestro conocimiento, la información contenida en este informe es exacta. La misma tiene carácter puramente descriptivo y no debe inferirse del hecho de su publicación que el uso de cualquiera de los productos o procesos descritos en él esté libre de restricciones por concepto de patentes.

CONSIDERACIONES GENERALES

Para poder analizar las posibilidades de reemplazo en las resinas fenol formol de los reactivos que su nombre implica, por los taninos del extracto de quebracho y el furfural respectivamente, debemos antes conocer como se originaron las resinas a partir de las dos sustancias químicas simples (fenol y formol), cuál es su estructura química, cómo se fabrican, cuáles son sus principales aplicaciones y cómo juegan en ellas las características de las materias primas, las cantidades empleadas y los procesos de fabricación.

Estudiaremos después los sustitutos posibles del fenol y el formol. Nos detendremos particularmente en analizar el estado en que se encuentran las investigaciones y los desarrollos experimentales, mediante los que se intenta realizar esa sustitución en distintas partes del mundo, así como las aplicaciones prácticas que ya se hubieran conseguido llevar al terreno de la producción.

Finalmente, dedicaremos una parte de esta sección a otras aplicaciones posibles del extracto de quebracho y del furfural no ligadas a la producción de resinas fenólicas y tampoco vinculadas a sus usos tradicionales y de mayor volumen de mercado hasta ahora, o sea, la curtiembre para el primero y la refinación de aceites para el segundo.

En esta sección nos veremos forzados a usar un cierto lenguaje técnico, pero procuraremos no emplear fórmulas en el texto. Estas se darán siempre al final de cada capítulo para mejor comprensión de los procesos o reacciones a que se refieren.

En un capítulo final se explicitarán las conclusiones a que llegamos a través del estudio descripto, aconsejando las medidas que a nuestro juicio se deben tomar si se quiere favorecer el reemplazo analizado, en los casos en que el mismo demuestre su importancia o conveniencia para el desarrollo de la industria ligada a la explotación del quebracho en la Provincia del Chaco.

CAPITULO 1

QUE SON LAS RESINAS FENOLICAS Y COMO SE PRODUCEN

DONDE Y COMO SE APLICAN

1.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Las resinas fenólicas constituyen los primeros polímeros preparados artificialmente a partir de sustancias químicas de bajo peso molecular. Es cierto que la galalita, preparada con caseína y formol, ya desde 1897, se les anticipó, pero mientras la caseína está constituida por moléculas complejas, el fenol es una molécula mucho más simple de peso mucho más bajo.

La facilidad con que el formol da productos resinosos fue observada por Butlenov ya en 1859 y la condensación entre fenol y formol fue descrita por Bayer en 1872, pero la primera patente data de 1899 (Gran Bretaña, Arthur Smith) y más que a cómo prepararlos hacía mención a la posibilidad de reemplazar con ellos a la ebonita en el aislamiento eléctrico.

Recién en 1907, Leo Hendrik Baekelan encuentra la forma de controlar la reacción y preparar productos útiles constituyéndose la General Bakelite Company en 1910. A la muerte de su inventor en 1944 se vendían 175.000 ton/año de esas resinas, a pesar de que en el interín habían surgido productos competitivos como las resinas de urea formaldehído.

El hombre empezaba recién a fines del siglo pasado y principios de éste a producir materiales plásticos y elastómeros con los cuales reemplazar a los materiales naturales que venía usando desde los orígenes de la historia como el bitumen, citado en la Biblia, la goma laca, que figura en el libro de las Vedas, o el caucho natural, obtenido por coagulación del latex, que los primitivos habitantes del Amazonas o de América Central usaban para impregnar telas con las que fabricaban botellas flexibles y zapatos impermeables.

1.2. ESTRUCTURA QUIMICA

Las resinas fenólicas son productos de condensación de moléculas de fenol (Form. 1.2.1.) y de formaldehído (Form. 1.2.2.) en los que el grado de unión y entrecruzamiento de los núcleos elementales y la naturaleza misma de los productos de condensación puede variar entre amplios límites.

En adelante, cuando hablemos de resinas o adhesivos fenol-formol, nos es taremos refiriendo siempre a este tipo de compuestos.

Las resinas se polimerizan totalmente, es decir, llegan al estado en que son insolubles e infusibles cuando los núcleos fenólicos y metilénicos están

encadenados y entrecruzados entre sí en todas direcciones. Lo que se busca comercialmente es producir un prepolímero, o sea una sustancia cuya reacción de condensación haya comenzado, pero no esté terminada y que sólo continúe hasta la polimerización total, cuando se la someta a determinadas condiciones físico-químicas (presión, temperatura, pH, presencia de catalizadores).

Hay dos maneras principales de llegar a los productos finales de condensación a partir del fenol y del formol. Una, es por la vía de las llamadas novolacas, la otra, por el camino de los resoles.

1.2.1. NOVOLACAS

Se preparan por reacción del fenol con el formaldehído, en proporciones que van de 0,6 a 0,8 moléculas de formaldehído por molécula de fenol y en medio ácido.

Se forman así orto y para metilolfenoles, que luego reaccionan con más fenol, para dar diferentes isómeros del dihidroxidifenilmetano según que la reacción del grupo metilol se haga en cualquiera de las posiciones orto, o en la posición para de la nueva molécula de fenol y según que reaccione un orto, o un para metilolfenol.

Como la formación de metilolfenoles es lenta y la de dihidroxidifenilmetanos es rápida, y como hay, además, defecto de formol, los grupos metilol no se acumulan como para originar estructuras entrecruzadas. Lo máximo que sucede es que estos grupos dihidroxidifenilmetano pueden unirse lentamente hasta formar cadenas lineales con no más de cinco o seis anillos bencénicos en cada una (Form. 1.2.3.). Esta ausencia de grupos reactivos por su rápido consumo en su formación de cadenas lineales explica por qué estas novolacas se funden y no se polimerizan al calentarse. Pero si se mezclan con compuestos capaces de proporcionar esos grupos reactivos como la hexametilentetramina (Form. 1.2.4.) o el paraformaldehído*, al calentarlas se produce el entrecruzamiento y pasan a ser resinas termoestables e infusibles.

* El formol, por su rápida polimerización, sólo puede obtenerse comercialmente en solución acuosa (formalina), o como un sólido constituido por polímeros (lineales), de peso molecular variable, conocido como paraformaldehído.

Las novolacas se consideran resinas de dos fases por el hecho de que solamente se transforman en tales agregando a la mezcla de reacción inicial compuestos generadores de grupos metilénicos reactivos.

1.2.2. RESOLES

A diferencia de las novolacas que se obtenían en medio ácido y exceso de fenol, éstos se obtienen en condiciones básicas y en exceso de formol. Y esta inversión produce, a su vez, una inversión en la cinética de las reacciones. En la novolaca, la formación de fenoalcoholes era lenta y su posterior condensación en dihidroxidifenilmetanos rápida. Aquí, la formación de fenoalcoholes es muy rápida y la condensación posterior lenta. Por eso alcanzan a formarse no sólo monoalcoholes (orto y para metilol fenol) sino también polialcoholes (Form. 1.2.5.) y la posterior condensación lenta a lo sumo permitirá que dos de esos polialcoholes se unan en los resoles líquidos y no más de cuatro, en los sólidos. Pero los grupos metilol están allí listos para entrecruzarse en cuanto cambien las condiciones.

En la condensación entre polialcoholes se presentan tanto uniones directas de un grupo metilol de una molécula al carbono del núcleo bencénico de la otra, uniones entre dos grupos metilol a través de un puente de oxígeno (éteres).

Esta reactividad latente hace que también se llame a estos resoles resinas de un solo paso, pues basta modificar el pH de la mezcla inicial y calentar, para que el entrecruzamiento resinificante se produzca y, con él la termoestabilidad y la infusibilidad.

1.2.3. ENDURECIMIENTO DE NOVOLACAS Y RESOLES

Se produce cuando los grupos reactivos libres (pre-existentes en el caso de los resoles y agregados en el caso de las novolacas) producen el entrecruzamiento y llevan a una estructura como la de la Form. 1.2.6.

Como ya dijimos, este entrecruzamiento se producirá cuando se caliente un resol o una novolaca a la que se hubiere agregado hexametilentetramina o formol, o cuando se acidifique fuertemen-

te al medio en que se encuentre el resol (resinas de curado en frío).

A temperaturas superiores a 160°C, empiezan a producirse otras reacciones como las de formación de metilenquinonas, que dan origen a compuestos fuertemente coloreados (Form. 1.2.7.).

1.3. COMO SE FABRICAN LAS RESINAS

Lo que se fabrica en realidad es la pre-resina (llamémosla así) que, a su vez, puede ser novolaca o resol. El equipo y fórmulas típicas para una y otra variedad se dan en las Figs. 1.3.1. y 1.3.2. respectivamente. Se catalice la reacción con amoníaco o con hidróxido de sodio los resoles son siempre solubles en alcohol, pero en cambio los obtenidos con amoníaco no son solubles en agua. Con hidróxido de sodio, las condiciones pueden regularse para obtener resoles de diferente grado de solubilidad en agua.

En la Fig. 1.3.2. hemos resumido los precios internos y externos de las principales materias primas y los sólidos de resina de tipo fenólico o competitivos.

1.4. APLICACIONES

En la Fig. 1.4.1. mostramos las principales aplicaciones de los dos tipos fundamentales. Analizaremos brevemente cada uno de esos grupos de aplicación.

1.4.1. POLVOS DE MOLDEO

Se trabaja con ellos por compresión, por transferencia, y, muy poco, por extrusión. Se obtienen productos estables hasta los 200°C, bastante resistentes a los ácidos (con excepción de los oxidantes, del sulfúrico al 50% y del fórmico) y poco resistentes a los alcalis. Sus propiedades eléctricas y mecánicas se resumen en la Fig. 1.4.2. donde se las compara con las de otras resinas de estructura y composición semejantes como las de urea formaldehído, o las de melamina formaldehído.

FIG. 1.3.1. Equipo típico para la fabricación de las resinas fenólicas.

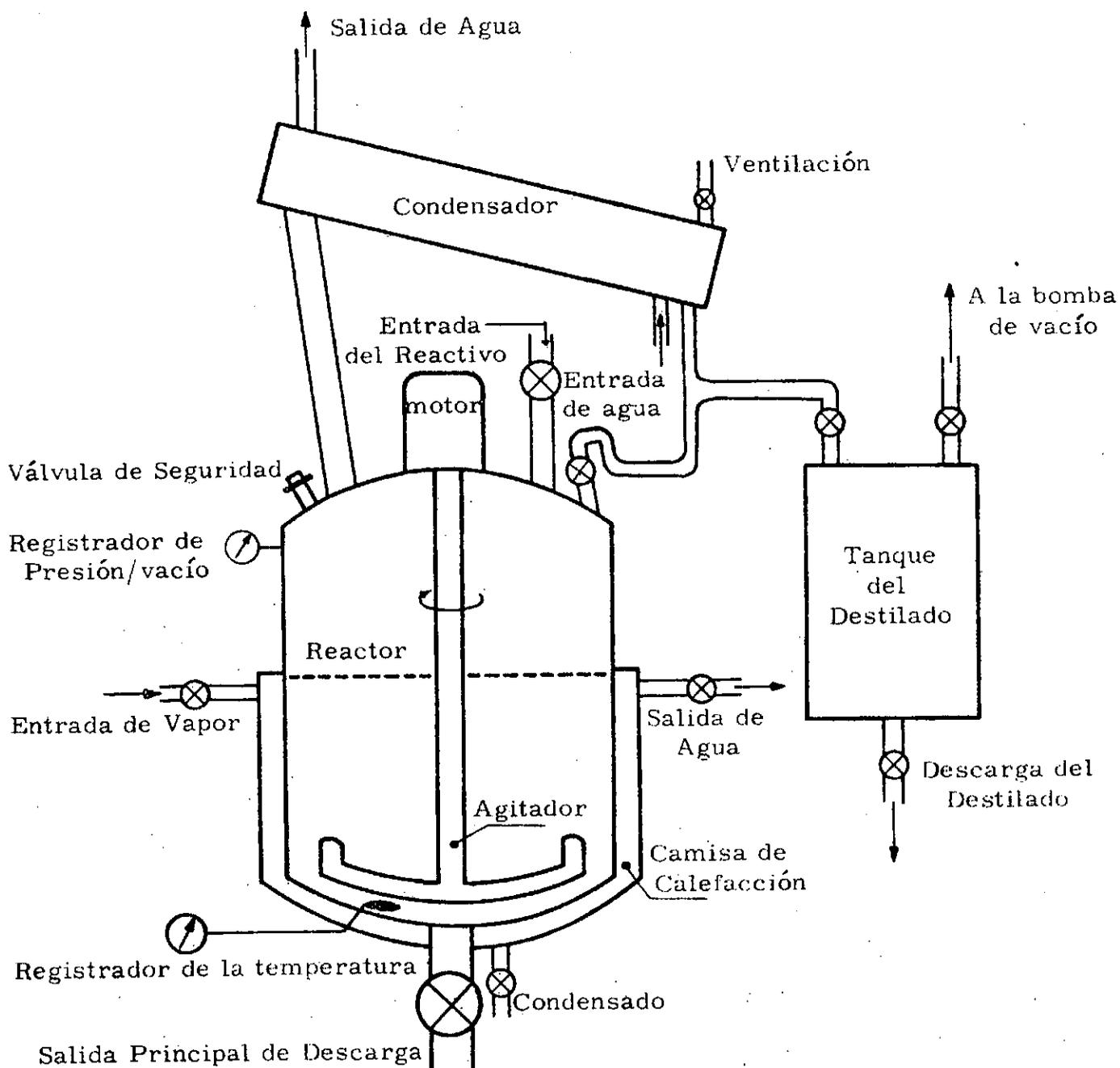


FIG. 1.3.2. Fórmulas típicas y costos de materias primas.

Materias Primas				Novolacas				Resoles			
	Costo unitario		Proporciones		Costo		Proporciones		Costo		
	\$/kg.	u\$s/kg	En peso	Reactivos en Moles	\$	u\$s	En peso	Reactivos en Moles	\$	u\$s	
Fenol	2,45	0,555	100	1,08	245,00	55,50	94	1	230	52,2	
Formalina (37% en peso)	0,785	0,178	70	0,865	55,00	12,50	122	1,5	96	21,8	
Acido oxálico	2,10	0,5	1,5	-.-	3,15	0,75	-.-	-.-	-.-	-.-	
Amoníaco (88%)	0,78	0,18	-.-	-.-	-.-	-.-	2,5	-.-	1,95	0,45	
T O T A L E S			171,5	-.-	303,15	68,75	218,5	-.-	327,95	74,45	
Sólidos de resinas a obtener			104				132				
Costo unitario sobre		\$/kg.	2,90				2,48				
Sólidos de resina		u\$s/kg.	0,66				0,565				

- Precios del mercado interno argentino - Julio 1971 - tasa de cambio 4,4 \$ = 1 u\$s

Fuente: Brydson S.A. - Materiales Plásticos - Instituto de Plásticos y Caucho - Madrid, 1969.

FIG. 1.4.1. Aplicaciones de los dos tipos de resinas fenólicas.

Aplicaciones	Novolaca	Resol
Polvos de Moldeo	*	*(1)
Laminados		*
Adhesivos	*	*
Espumas		*
Recubrimiento de Superficies		*
Paneles de Partículas		*
Moldeo por Colada		*
Moldeo de Pre-formas		*
Preparación de Noyos de Fundición	*	*

(1) Solamente para usos especiales (povos de moldeo inodoros o resistentes a los alcalis).

FIG. 1.4.2. Propiedades comparativas de distintos tipos de polvos de moldeo.

Propiedad	Unidad	Resinas Fenólicas							Hrea Formaldehido (1)	Mela-mina Formaldehido (2)	Mela-mina Fenol Formaldehido	Método de Ensayo BS-2782
		De uso General	De Impacto Medio	De Alto Impacto	De Baja Pérdida Eléctrica	Resisten-te a Acidos	De Olor Mínimo	Resisten-te al Calor				
Clasificación B. S. 771		GX	MS	HS	L			HR				
Peso Específico		1,35	1,37	1,40	1,85	1,42	1,38	1,94	1,55	1,525	1,55	500-A
Contracción	mm/mm	0,006	0,005	0,002	0,002	0,009	0,007	0,002				106-A
Resistencia al Impacto	Kgm.	0,022	0,04	0,11 a 0,193	0,02	0,02	0,023	0,014	0,022 0,048	0,021 0,033	0,016 0,021	305-A
Resistencia a la tracción	Kg./cm ²	560	490	455	600	440	510	350	530 810	560 845	420 560	301-A
Resistencia a la rotura transversal	Kg./cm ²	810	770	845	770	615	790	615	770 1.150	915 1.470	700 845	304-A
Resistencia dieléctrica (900)	V/mm.	3.940 9.850	2.950 6.900	1.970 5.900	9.850 13.800	7.900 10.800	2.950 5.900	7.900 11.800	2.360 7.100	6.300 9.450	1.180 5.900	201-A
Resistividad de volumen	Ω /cm.	10^{10} - 10^{12}	10^{10} - 10^{12}	$10^{9,5}$ - $10^{11,5}$	$10^{11,5}$ - 10^{14}	$10^{11,5}$ - 10^{13}	10^{10} - $10^{11,5}$	10^{11} - 10^{12}	10^{11} - 10^{13}	10^7 - 10^8	10^9 - 10^{10}	202-A
Absorción de Agua 24 hs. a 20°C	mg.	54-65	30-50	50-100	2-6	15-25	45-70	3-8	40-170	10-50	---	502-F

(1) Con carga de harina de madera.-

(2) Con carga de Celulosa.

Fuente: Brydson, J. A. - "Materiales Plásticos" - Madrid, 1969.-

Se ve claramente que el reemplazo del fenol por urea o melamina no modifica notablemente las propiedades con la sola excepción de un ligero incremento en la resistencia a la rotura transversal.

Pero cualquiera de las otras propiedades puede conseguir modificarse en las resinas fenol formol hasta obtener valores óptimos como es el caso de la resistencia al impacto, o la baja pérdida eléctrica o la baja absorción de agua. El reemplazo del fenol por urea o melamina, obedece pues a otras causas. Las principales son las siguientes:

1.4.1.1. Precio

En la Fig. 1.4.3. hemos consignado los precios de las distintas materias primas y de resinas típicas de uso general en nuestro país y en el mercado internacional. Esta fue y sigue siendo la razón principal de la competencia que ejercen las resinas ureicas sobre las fenólicas.

1.4.1.2. Color

Con el fin de que el curado sea suficientemente rápido para aplicaciones comerciales, se lleva a cabo a temperaturas que dan lugar a la formación de metilquinonas y sus derivados (ver punto 1.2.3.). Estas dan una coloración oscura al producto terminado, por lo que la gama de colores disponible se limita al negro, marrón oscuro y rojos oscuros. En cambio las ureicas pueden dar colores claros y las melamínicas pueden llegar a un grado incoloro y transparente, particularmente apto para aplicaciones decorativas.

El color es la razón que explica la fuerte penetración de las resinas melamínicas en algunos campos (laminados, por ejemplo, como veremos más adelante) a pesar de su mayor costo en la mayoría de los países.

La obtención de variedades adecuadas a las distintas necesidades (alto impacto o alta resistencia eléctrica, por ejemplo) se

FIG. 1.4.3. Precios comparativos de materias primas y resinas

Producto	Argentina			Exterior	
	\$/Kg.	US\$/Kg.	Condiciones	US\$/Kg.	Condiciones
Fenol	2,45	0,555	en tambores por compras 60 ton/m.	0,20	de síntesis - 100% precio FOB fábrica por 15 toneladas sin impuesto.
Formol	0,785	0,178	a granel por 5 ton. 40% en volumen	0,067	40% en volumen - precio FOB fábrica por 15 toneladas sin impuesto
Paraformaldehido	2,79	0,63	en polvo	0,346	97% - polvo por lotes de 5 toneladas.
Urea	0,65	0,147	calidad técnica en bolsas	0,086	46% N- industrial por lotes de 5 ton.
Hexametilen-tetramina	3,23	0,73		0,41	técnica por lotes de 100 kilos.
Melamina	3,35	0,76		0,51	lotes de 1 tonelada
Fenol-formaldehido	2,50	0,57	cola con 60% de resina	0,405	polvo de moldeo por 5 ton. (en U.S.A.: 0,475).
Urea-formaldehido	1,20	0,27	cola con 66% de sólidos	0,42	a carga celulósica por ton. para moldeo (en Bélgica 0,30)
Melamina Formaldehido	1,68	0,382	por kg. con 50% resina	0,69	granulado p/moldeo la.cal. por 50 ton.

consigue modificando la proporción y naturaleza de los distintos ingredientes de los polvos de moldeo, donde las resinas propiamente dichas sólo representan una parte de la composición. En la Fig. 1.4.4. se dan fórmulas típicas y a continuación analizaremos rápidamente el rol de cada uno de los constituyentes.

1.4.1.3. Endurecedores

Se usa casi universalmente la hexametilentetramina que, como vimos en 1.2.1., provee los grupos metílicos adicionales para provocar el entrecruzamiento, ya que, repetimos, en el medio ácido en el que se han formado las novolacas, la rapidez de formación de los difenilmetaños no permite la producción de polialcoholes.

1.4.1.4. Activadores

Aumentan la velocidad de endurecimiento de las mezclas de novolaca y hexametilentetramina. Se usan comúnmente como tales los óxidos de calcio y/o magnesio que, además, tienen la virtud de neutralizar los grupos fenólicos que pudieran haber quedado libres, impidiendo que ataquen al molde ocasionando el pegado de los productos al mismo.

1.4.1.5. Cargas

Tienen dos finalidades: compensar la contracción que se produce al polimerizarse la novolaca y modificar algunas propiedades del producto final. Para los usos comunes se emplea el aserrín de maderas blandas, pero las fibras textiles (algodón, nylon, recortes varios) aumentan la resistencia al impacto. La mica mejora las características aislantes y el asbesto la resistencia al calor y a los productos químicos. En algunos países se ha ensayado la harina de cáscara de coco.

Observamos de paso que este ingrediente representa un consumo prácticamente del mismo orden que la resina misma y podría ser otra salida para algunos tipos de madera de la Pcia. del Chaco e incluso para la

FIG. 1.4.4. Fórmulas típicas para distintos polvos de moldeo.

	uso general	aplicaciones eléctricas	resistencia media al choque	resistencia elevada al choque
Resina tipo Novolaca	100	100	100	100
Hexametilentetramina	12,5	14	12,5	17
Oxido de magnesio	3	2	2	2
Estearato de Magnesio	2	2	2	3,3
Colorante Nigrosina	4	3	3	3
Harina de madera	100	-	-	-
Mica	-	120	-	-
Copos de algodón	-	-	110	-
Recortes textiles	-	-	-	150
Asbesto	-	40	-	-

llamada "albura" del Quebracho. Sobre esto volveremos más adelante.

1.4.1.6: Lubricantes

Protege sobre todo el pegado al molde. Los más usados son los estearatos metálicos o el ácido esteárico, pero se han ensayado algunas ceras y aceites, como el de castor.

1.4.1.7. Plastificantes

Se busca con ellos mejorar la fluencia de las resinas, o, mejor dicho, de las mezclas de moldeo, sobre todo en polvos con novolacas de alto grado de condensación inicial* que presentan menor contracción en el curado, pero que son más difíciles de trabajar. Suelen usarse con ese fin el naftaleno, el furfural y el ftalato de dibutilo.

1.4.1.8. Pigmentos

Tienen por fin uniformizar el color pero siempre dentro de las gamas oscuras ya señaladas (ver 1.4.1.2.).

Los polvos de moldeo se pueden preparar ya sea, mezclando en seco los componentes en molinos especiales que combinan la reducción de tamaño con el mezclado, o bien, disolviendo la resina en alcohol industrial y agregando los otros componentes en un mezclador de pastas. Este último procedimiento, que termina con el secado y fraccionamiento grosero de la pasta, se usa sobre todo en polvos de alto impacto, para no dañar la estructura fibrosa de la carga por una molienda intensiva.

* Estas resinas se obtienen aumentando la proporción de formol frente al fenol y usando catalizadores que favorecen la formación de difenilmetanos unidas en posición orto que al dejar la posición para más reactiva libre favorecen el entrecruzamiento. (ver mecanismo en 1.2.1.).

1.4.2. LAMINADOS

Aquí se usan únicamente los resoles en los que hay suficientes grupos metiloles como para que tenga lugar el entrecruzamiento, sin necesidad de agregar más donantes de grupos metilénicos.

La resina se separa generalmente con soda cáustica y se disuelve directamente con agua, o se evapora ésta bajo vacío y se disuelve la resina en alcohol industrial (puede ser isopropílico). En los laminados decorativos o mecánicos, el uso del agua, o alcohol, para solubilizar la resina, depende del tipo de material de base empleado. Los papeles más comunes no resistirían la inmersión en agua y su procesamiento posterior en horno. Cuando se quiere un laminado de buenas propiedades de aislación eléctrica, se cataliza la preparación del resol con amoníaco. En ese caso, la resina es soluble solamente en alcohol industrial.

Los materiales de base para la impregnación pueden ser papeles de distinto tipo, o tejidos de algodón, lino, rayon, vidrio o asbesto. Por el problema ya señalado del color, en los laminados decorativos se usan comúnmente las resinas fenólicas para impregnar los paneles de base, mientras que, por la parte exterior, que juega el rol decorativo, se usan melaminas formaldehído que son incoloras y que presentan una mayor resistencia al manchado por jugos de frutas y bebidas.

Internacionalmente, las resinas melamina - formaldehído son más caras que las de fenol - formaldehído, no así en nuestro país (ver Fig. 1.4.3.). No obstante, se siguen usando estas últimas para los paneles soporte, porque son más flexibles que las primeras y dan un mejor producto final.

El procedimiento de fabricación consiste, en esencia, en hacer pasar el material de base para la solución conteniendo la resina y en evaporar el solvente en un horno, donde se controla la temperatura de manera que se inicie el curado. Luego, en el caso de laminados planos, se superponen varios tejidos o papeles ya impregnados en resina y pre-curados, hasta obtener el espesor deseado y se someten a altas presiones y temperaturas (entre 70 y 140 Kgs./cm² y 150 a 160°C) durante tiempos variables que pueden llegar hasta media hora por operación.

En el caso de laminados tubulares, se van prensando capa sobre capa, entre tres rodillos (dos calefaccionados y uno de presión) que rodean el mandril, donde se va enrollando el material impregnado.

1.4.3. MOLDEO POR COLADA

Este empleo fue importante hasta la aparición de los polietilenos y poliestirenos. Se usaba un resol, preparado con mucho formaldehído (relación fenol/formaldehído = 1:2,25) y catalizado con hidróxido de sodio, de manera que resultara soluble en agua.

Cuando se alcanza el grado de condensación deseado, se frena la reacción con ácido láctico o fólico para neutralizar el excedente de alcali, se agregan plastificantes y colorantes, y se destila el exceso de agua al vacío.

Cuando el contenido de agua ha alcanzado el mínimo necesario para poder verter el contenido en los moldes, éstos se llenan y se mantienen a 70 - 85°C durante un lapso de tiempo generalmente muy largo (tres a diez días).

Este curado lento obedece a dos razones: se han tenido que frenar las reacciones de adición de los polialcoholes para permitir un buen llenado de los moldes, los que posteriormente no pueden calentarse mucho pues destilaría el agua que aún contienen, produciéndose burbujas o huecos. En cambio, así, el agua queda atrapada en pequeñas gotitas que, por el agregado de algunos modificadores como el glicerol, pueden hacerse más pequeñas que las longitudes de onda de la luz visible, obteniéndose un producto transparente.

Así se fabricaban, hasta los años cincuenta aproximadamente, los mangos de paraguas, pulsadores eléctricos y otros objetos similares.

1.4.4. ESPUMAS

También han sido desplazadas por las de poliuretano o poliestireno expandido. Se podían fabricar en moldes o in situ (espacio entre dos muros por ejemplo), mezclando un resol, preparado como para el moldeo por colada, con bicarbonato sódico y un agente endurecedor como el ácido p-toluensulfónico. La misma exo

termia de la reacción descompone el bicarbonato, generando el anhídrido carbónico que va a producir el espumado. El agregado de agentes modificadores y el uso de distintos resoles permite controlar el tamaño del poro, obteniéndose densidades variables entre 16 y 320 Kg./m³.

La conductividad térmica promedio de esas espumas es del orden de 0,035 Cal. m. hr⁻¹m⁻²°C⁻¹ comparable a la de los mejores materiales aislantes (ver Fig. 1.4.5.).

El cuadro hace ver que, mientras para ciertas aplicaciones, como la aislación de heladeras, el poliuretano se impone por sus características técnicas y de precio, en la construcción de edificios las espumas de fenol-formaldehído podrían competir bien:

- con las de Urea-formaldehído, si tuvieran un costo competitivo, por su mejor resistencia a la humedad.
- con los materiales clásicos, por su fácil colocación in situ, sin necesidad de imprimación de las superficies entre las cuales se aplican, ya que ellas mismas hacen de adhesivo sellante.

En Inglaterra especialmente, la industria de la construcción emplea este método de colocación de espumas in situ para lograr aislación térmica y acústica, pero utilizando preferentemente materiales ureicos y no fenólicos.

1.4.5. MOLDEO DE PREFORMAS

Se usa mucho este procedimiento de moldear fibras celulósicas impregnadas en resinas para fabricar piezas como cubiertas traseras de receptores de televisión, valijas, estuches de máquinas de escribir y los paneles de aplicación general conocidos como hard board.

Primero, se prepara una especie de fieltro celulósico, a base de pulpa de madera, empleando procedimientos y equipos similares a los de la industria del papel.

En esa pulpa, se introduce el molde perforado y, al hacer succión, se deposita sobre el mismo una capa de fibras cuyo espesor depende de la consistencia de la pulpa y de la intensidad y du

FIG. 1.4.5. Comparación entre materiales aislantes.

T I P O S		Densidad Kgs./m ³	Conductividad térmica Kcal.m./°C hr m ²	Precio \$/m ³
Espumas	Fenol-fomaldehido	16/320	0,035	67/1.330 *
	Urea-formaldehido	8/48	0,022	14.6/87,5*
	Poliuretano	32	0,017	300/350
	Poliestireno	16	0,027	100
Materiales Clásicos	Lana de Vidrio	64	0,032	287
	Corcho (expandido)	20	0,0355	200/250

* En base a los precios de las resinas en el mercado interno argentino en Julio de 1971 y considerando materia prima unicamente.

ración de la succión. Esta forma se seca, se impregna con una solución de resina y se moldea a las presiones y temperaturas normales para una composición fenólica (ver 1.4.2.).

Una variante puede consistir en agregar la resina directamente a la pulpa, en la máquina batidora.

Las formas pueden pintarse, o recubrirse con una capa de un material termo plástico.

1.4.6. RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES

Los resoles forman películas que confieren excelente protección a equipos y materiales diversos. Mezclados con polivinil-formol constituyen un muy buen esmalte para proteger alambre, por ser flexible, tenaz y resistente a los solventes.

1.4.7. ADHESIVOS

Nos extenderemos en esta aplicación pues, como veremos más adelante, es uno de los campos donde más se ha trabajado y se trabaja buscando modificar las resinas fenólicas, entre otras cosas, por reemplazo de sus componentes principales:

Generalmente se usan los resoles preparados como tales y, muy raras veces, las novolacas transformadas en resoles por adición de grupos metilénicos (paraformaldehído o hexamétilentetramina).

Cabe distinguir aquí los adhesivos para madera terciada, para pegado de metales y las llamadas colas frías, de uso general.

1.4.7.1. Adhesivos para Madera Terciada

La resina es fabricada, almacenada y aplicada al estado de resol y en la prensa caliente se transforma en resita. Por eso tienen importancia los siguientes factores:

- vida útil en estantería (shelf life o storage life) o, simplemente, período de vida útil según las normas IRAM.

- vida útil de la mezcla de aplicación (pot-life o gelation time).
- tiempo de endurecimiento o curado a una determinada temperatura de curado.

En general, cuanto menores sean el tiempo y la temperatura de curado, menores serán los tiempos de vida útil en almacenamiento y en preparación, porque, como se explicó al hablar de la química de la polimerización, más avanzado será el grado de reacción alcanzado por el resol.

La disminución del tiempo de curado conviene por razones económicas. El descenso de temperatura de curado es aconsejado por el hecho de que, cuanto mayor es ésta, mayor es la absorción de resina por la madera y mayor también, la evaporación de agua de la misma, con detrimento de la calidad.

Lo que normalmente se hace es preparar una solución de resina con un contenido en sólidos (40 a 50%) y un pH (12-13) tales, que la vida en almacenamiento sea larga. Luego, en la fábrica del usuario, y siguiendo instrucciones del fabricante de la resina, se agregan materiales de relleno, modificadores de pH y aceleradores de curado, en proporción tal, como para asegurar un endurecimiento rápido en la prensa y dar todavía un tiempo prudente de gelificación de la mezcla, como para que toda la cantidad preparada ("tachada" o batch) pueda usarse sin inconvenientes.

Los materiales de relleno tienen por objeto:

- impartir propiedades reológicas adecuadas a la cola, para mejorar su aplicación y poder cubriente. El comportamiento de las colas corresponde al de una sustancia plástica (es necesario llegar a un cierto esfuerzo de corte para obtener su movilidad o flujo), o pseudo plástica (crecimiento al principio lento y luego rápido del flujo, al incrementarse el esfuerzo aplicado) y se ha supuesto que algunas de las sustancias de carga pueden incluso conferir tixotropía (dis

minución de la viscosidad en el tiempo, a esfuerzo de corte constante, hasta llegar a un cierto valor mínimo y retorno gradual al valor inicial de la viscosidad, cuando deja de aplicarse al esfuerzo que pone en movimiento al material).

- reducir la absorción y penetración de la cola en los poros de la madera.
- abaratar la mezcla de encolado, incorporando sólidos de menor precio que la resina, para dar a la mezcla la consistencia necesaria para cumplir con los requisitos anteriores.

En la Fig. 1.4.6. se han enumerado algunas de las sustancias de carga más comunes, sin pretender agotar la lista, pues son muchos los materiales que, finamente molidos (malla 200 Tyler), pueden usarse y se están efectivamente ensayando en distintos lugares.

Los rellenos orgánicos de tipo farináceo y proteico disminuyen la resistencia a la humedad y al ataque de los hongos, por lo que han sido prohibidos en algunos países (ver American Specifications MIL - A - 3978 de Febrero de 1953 y MIL - A - 5534A de Junio de 1951, así como Canadian Standard Association 0112 - 7 - 1960).

Algunos efectos parecidos a los obtenidos con los materiales de relleno, como la modificación de la viscosidad, pueden obtenerse también con los llamados espesadores ("Thickeners" o "thickening agents"). Pero mientras el efecto de los primeros es también primordialmente económico (se usa en proporciones en peso iguales a las de los sólidos de resina), el de los espesadores es fundamentalmente técnico (se usan en proporciones del orden de 2% sobre el peso de solución).

Se mencionan como espesadores: el alcohol polivinílico (patente U.S.A. 2.462.252 de 1944), la metilcelulosa (patente U.S.A. 2.462.253 de 1944); el polietilenglicol, (patente U.S.A. 3.025.255 de 1959); el ácido bórico (patente U.S.A. 2.889.241 de 1954) y la hidroxietilcelulosa (patente U.S.A. 2.962.897 de 1954).

FIG. 1.4.6. Materiales de relleno o carga en adhesivos fenol-formaldehido.

T I P O		Carga	Observaciones
Orgánicos	Ligno	Aserrín o harina de madera	Puede ser un aserrín agotado proveniente de la extracción de tanino o polvo de madera convencional.
	Celulósicos	Harinas de marlos de maíz, de cáscaras de avena o de salvado de arroz.	Los dos primeros después de la extracción de furfural. Hay patentes americanas de 1953.
		Harina de cáscara de nueces o de coco o de carozos de ciruela.	
	Proteicos y/o Farináceos	Harinas de trigo, soja o mandioca.	Son adhesivos por sí mismos.
		Almidones	Idem.
Sangre seca		Idem.	
Inorgánicos	Talco Yeso Tiza Arcillas		

Las resinas fenólicas, como adhesivos para madera, se caracterizan por su alta resistencia al agua, aún en ebullición. Las pruebas a que se someten los trabajos ejecutados con estas colas fenólicas son cuatro:

- 1.4.7.1.1. Resistencia en seco.
- 1.4.7.1.2. Resistencia al agua fría $15^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 16 horas.
- 1.4.7.1.3. Resistencia al agua en ebullición 100°C durante 72 horas.
- 1.4.7.1.4. Exposición al ataque de micro-organismos durante cuatro semanas.

Los procedimientos para realizar estas pruebas se describen en la norma IRAM 9507, de noviembre de 1959, que se encontrará en el Anexo 1. En algunos ensayos en el país, a los cuales haremos mención más adelante, se empleó la norma ASTM D - 805 52.

Al aplicar la tracción sobre las probetas de ensayo, si la adhesión de la cola es mayor que la cohesión de la madera, se rompe la probeta, no por la línea de encolado, sino por la madera. En caso contrario, se rompe por la línea de encolado y queda a la vista toda la parte encolada perfectamente limpia, mientras que, en el anterior, la parte encolada queda cubierta por fibras de la madera desgarrada.

Entre estas dos condiciones extremas, caben todas las posibilidades intermedias y algunos autores miden el ensayo, no sólo por la carga de rotura, sino por el porcentaje de madera fallada, en una escala que va desde 100, cuando la rotura se produce totalmente en la madera, hasta 0 cuando la madera queda intacta y falla sólo la línea de encolado.

1.4.7.2. Adhesivos para Pegado de Metales

Se usan aquí las resinas fenólicas solas pero, más aún, combinadas con una resina tipo epoxi.

Se usan solas fundamentalmente para pegar láminas de aluminio sobre madera terciada, o paneles de partículas de madera. Se aplican impregnando un papel que se interpone entre el aluminio y la madera.

Otra aplicación corresponde a aquellas uniones de acero inoxidable o de aluminio que deben soportar altas temperaturas (400 a 500°C en el acero y 250 a 350°C en el aluminio) por períodos de tiempo cortos.

Se usan resoles solubles en alcohol o acetona y se curan a temperaturas elevadas y tiempos muy prolongados.

La resistencia al esfuerzo de corte de la junta probada, según la norma U.S.A. MIL - A - 005090 E, suele ser del orden de 105 Kg/cm² para el acero inoxidable y de 140 Kg/cm² para el aluminio.

El agregado de una resina epoxi, como la obtenida a partir del bisfenol A y la epiclorhidrina (ver Form. 1.4.1.), mejora la adhesión y reduce la fragilidad de la resina endurecida, con lo que aumenta la resistencia al doblado.

Se aplican mucho en construcción de aviones* porque mantienen alta resistencia al esfuerzo de corte, aún sometidos a altas temperaturas durante largo tiempo, cuando se aplican para unir aluminio. En acero inoxidable los resultados no son tan buenos porque los tiempos prolongados a altas temperaturas producen una descomposición de la resina por un efecto catalítico del hierro.

1.4.7.3. Adhesivos de Curado en Frío

Fueron creados para trabajos generales sobre madera. Se usan resoles solubles en alcohol, isopropanol o acetona y se endurecen disminuyendo brutalmente el pH hasta, valores menores que uno, mediante un ácido fuerte de un hidrocarburo aromático como el p-toluensulfónico.

* El bombardero norteamericano B-58 emplea 400 kgs. por unidad.

Los ácidos minerales como el sulfúrico, el clorhídrico, o aún los orgánicos, como el acético, afectan la solubilidad de la resina que es precipitada de la solución.

En esta aplicación, las resinas fenólicas han tenido escaso éxito, pues el curado no es sencillo, ya que un exceso de ácido reduce la vida de la preparación, al elevarse demasiado la temperatura por la exotermia de la reacción y un defecto de ácido aumenta desproporcionadamente el tiempo de endurecimiento.

Su mayor ventaja es que las uniones poseen una buena resistencia aún cuando el curado se haga a temperaturas cercanas a 0°C.

1.4.8. TABLERO DE PARTICULAS AGLOMERADAS

En esta aplicación, las resinas también actúan preponderantemente como adhesivos aglutinantes, que es, hasta cierto punto, su función también en los polvos de moldeo (recuérdese que en 1.4.1. hemos visto que la carga de un polvo de moldeo puede igualar el peso de resina), en los moldeados de preformas de fibras y en el encolado de madera terciada.

Pero siendo el de los tableros otro de los campos donde la importancia de la sustitución de los fenoles por taninos vegetales es grande, preferimos tratarlo aparte. Además, por las características del proceso de fabricación y por las especiales exigencias del mercado sobre el producto terminado, es necesario preparar para esta aplicación adhesivos que, si bien responden en líneas generales a las características indicadas para los utilizados en la industria de la madera terciada (punto 1.4.7.1.), deben poseer algunas propiedades peculiares.

Los tableros de partículas son, en esencia, paneles que son preparados prensando en caliente mezclas, en proporciones adecuadas, de aserrín, virutas de madera o fibras del tipo de bagazo, con resinas al estado de resoles que polimerizan en la prensa, uniendo entre sí las partículas que recubren.

El conjunto adquiere un aspecto homogéneo y propiedades mecánicas que facilitan su trabajo posterior, al mismo tiempo que le con

fieren resistencia frente al ataque climático y biológico. Las maderas utilizadas pueden ser prácticamente de cualquier tipo pero, generalmente, se prefieren las de densidad más baja. Así, para fabricar un tablero de densidad 0,64, se obtendrá un tablero más resistente con madera de densidad 0,38, que con otra que tenga densidad 0,60, pues esta última no permitiría alcanzar el grado de compactación por compresión requerido para una buena cohesión y adherencia. Aquí, como en los polvos de moldeo, y la madera compensada, la competitividad es grande entre las resinas de urea-formaldehído y las de fenol-formaldehído. A las razones de precio y color comentadas en 1.4.1., se agrega, en esta aplicación justamente, la diferente resistencia a los agentes atmosféricos que confieren una u otra resina.

Universalmente se acepta ahora que, para obtener resistencia al agua en general a la intemperie, tanto los tableros como la madera terciada deben fabricarse con resinas fenólicas, llegándose a productos de los denominados Weather and Boiling Proof.*

Justamente el desarrollo acelerado del consumo de estos tableros en la industria de la construcción en general y de muebles en particular, comenzó cuando las resinas sintéticas permitieron obviar las debilidades estructurales y de resistencia biológico-climáticas de los paneles aglomerados con colas de naturaleza proteica como las de caseína.

Comenzaron a producirse durante la Segunda Guerra Mundial, en Alemania, para aprovechar mejor las reservas forestales frente a las explotaciones clásicas de madera laminada o aserrada. Pero cobraron impulso sobre todo en la post-guerra gracias a un trabajo de investigación realizado también en Alemania y que es un buen ejemplo de cooperación entre el sistema productivo y el científico-técnico, ya que aunaron esfuerzos el Instituto de Investigaciones de la Madera de la Escuela Superior de Braunschweig, el Instituto para la Construcción de Máquinas de la Escuela Técnica Superior y la Asociación de Industriales de la Madera de ese país.

* Para aumentar aún más esa resistencia se suelen agregar también ceras o parafinas.

Otros desarrollos tecnológicos importantes en este campo fueron realizados en Suiza por el Instituto Farhni, dedicado a la investigación sobre la utilización de la madera.

Los paneles se clasifican en:

- 1.4.8.1. homogéneos: compuestos en toda su masa por partículas cuya forma y tamaño oscilan entre límites estrechos.
- 1.4.8.2. heterogéneos (tipo sandwich): con un núcleo de partículas más bien largas y gruesas (astillas o chips) y superficies formadas por partículas planas y delgadas (hojuelas, escamas, o flakes).
- 1.4.8.3. de densidad baja: 0,30 a 0,50
- 1.4.8.4. de densidad media: 0,50 a 0,70
- 1.4.8.5. de densidad alta: 0,70 a 0,90
- 1.4.8.6. de superficie desnuda.
- 1.4.8.7. recubiertos con papel Kraft.
- 1.4.8.8. recubiertos con láminas de madera decorativa.
- 1.4.8.9. recubiertos con láminas metálicas.

En la Fig. 1.4.7. se reproduce un gráfico que pretende resumir el campo de aplicación de los tableros según su densidad y material de base.

Las definiciones de las normas IRAM 11532 en diciembre de 1964 que se encuentran en el anexo 2 incluyen lo que nosotros hemos llamado moldeo de preformas, o sea, los tableros tipo hard-board que, como hemos visto, representan un procedimiento bastante diferente que emplea grupos y operaciones similares a los de la industria del papel y el cartón. Esto complica un poco el ordenamiento de los distintos tipos. La confusión se incrementa por la duplicación de algunas definiciones al clasificar los tableros por densidad y al no definir claramente el tipo "sandwich" ya que cuando hace referencia a uno de tres capas, dice que su textura varía con el espesor en forma gradual.

FIG. 1.4.7. Varietades de tableros de aglomerados.

T I P O	Baja Densidad	Mediana Densidad	Alta Densidad
Aplicación principal	Aislación	Muebles y Construcción	Usos Específicos
Densidades Kgs/m ³	300 400 500	600 700	800 900 1000
Bagazo	—————		
Madera	—————		
Lino	—————		
Cañamo	—————		
Tallos algodón	—————		
Tallos yute	—————		

Fuente: Sugar y azúcar - Enero 1970.

El proceso de producción de los paneles en líneas generales abarca las siguientes fases:

- 1.4.8.10. preparación de las partículas: entraña una clasificación de tamaño y un secado para obtener una humedad uniforme y controlada.
- 1.4.8.11. encolado: consiste en distribuir adecuadamente la resina de manera que las partículas se recubran lo más uniformemente posible. El porcentaje de saldos de resinas oscila entre 6 y 10% del peso de partículas secas.
- 1.4.8.12. prensado: puede ser discontinuo o continuo, con pre-prensado en frío o no y la presión puede ser ejercida normalmente al plano de prensado o por prensado en la dirección del plano de formación del panel.

Las unidades económicas procesan entre 2 y 10 toneladas de tableros por hora.

Los tableros de partículas de madera se venden en medidas normalizadas con su humedad de equilibrio que es del orden del 8 al 10% (ver Fig. 1.4.8.). La medida standard más chica suele ser 1,22 x 2,44 (3 m²).

Los ensayos físicos y mecánicos a que se someten los tableros para determinar sus valores característicos están descritos en las Normas IRAM 11.533 de Mayo 1967 y 11.545 de Julio 1967 respectivamente (ver Anexos Nos. 3 y 4). En algunos trabajos realizados en el país se aplicaron también las Normas ASTM D - 1037.

Los valores admisibles, los fija la Norma IRAM 11.546 que se da en el Anexo No. 5.

Volviendo a la competencia entre las resinas ureicas y fenólicas, en la Fig. 1.4.9. hemos representado gráficamente la incidencia de una y otra en un panel de partículas de madera usando valores corrientes de mercado a la fecha de preparación de este informe y que se consignan además en la Fig. 1.4.3. En esta comparación no hemos tenido en cuenta el valor de los catalizadores.

FIG. 1.4.8. Dimensiones y valores típicos de un tablero comercial de partículas de madera.

Superficie = 4,10 m x 1,83 m. = 7,503 m² por panel.

<u>Espesor</u> <u>mm.</u>	<u>Resistencia a la flexión</u> <u>Kgs. / m².</u>	<u>Peso por Panel</u> <u>Kgs.</u>
8	330	41
10	280	50
13	250	64
16	238	76
19	226	91
22	214	105
25	206	116

Peso específico promedio: 0,63 g./cm³

Contenido de humedad: 9 a 10%

Conductibilidad térmica: 0,06 a 0,15 Cal./h. m² °C/m.

Dilatación: 0,000005 m/m. °C (Perpendicular a las caras).

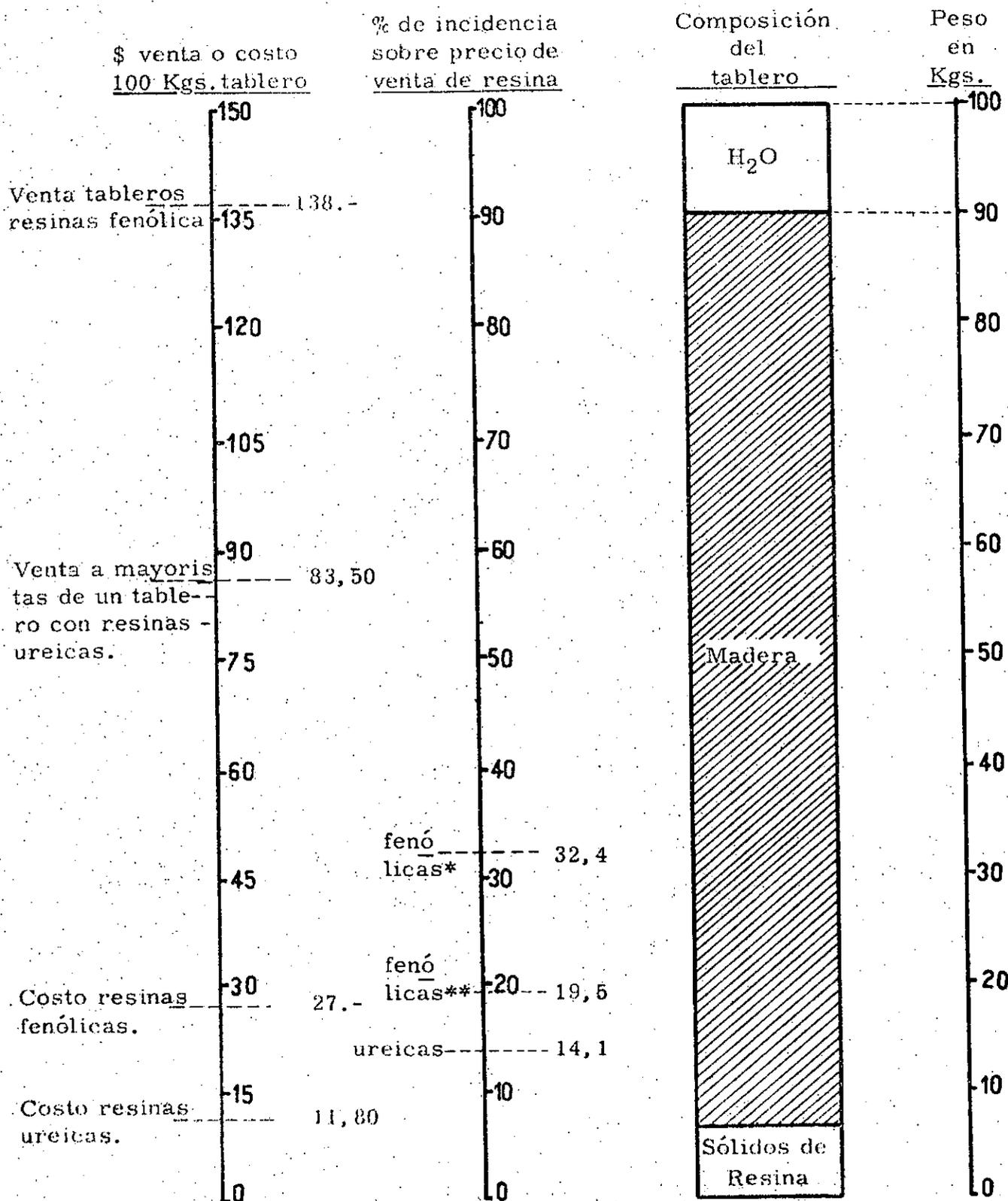
Resistencia a la tracción Paralela a las caras: 90 a 120 kg/cm².

Perpendicular a las caras: 5 a 8 kg/cm².

Resistencia a la extracción de clavos Paralela: 8 kg/cm².

Perpendicular: 20 kg/cm².

Fuente: Ensayos sobre la producción de una empresa privada argentina utilizando resinas ureicas.

FIG. 1.4.9. Incidencia del costo de resinas en la composición del tablero.

- Precios: Julio 1971 - Mercado interno argentino.

* S/precio tablero ureico.

** S/precio tablero fenólico.

de endurecimiento, que representan aproximadamente un 2 a un 3 por ciento del valor de la resina.

1.4.9. CONSOLIDACION DE SUELOS

Conviene definir claramente tres términos empleados en este campo:

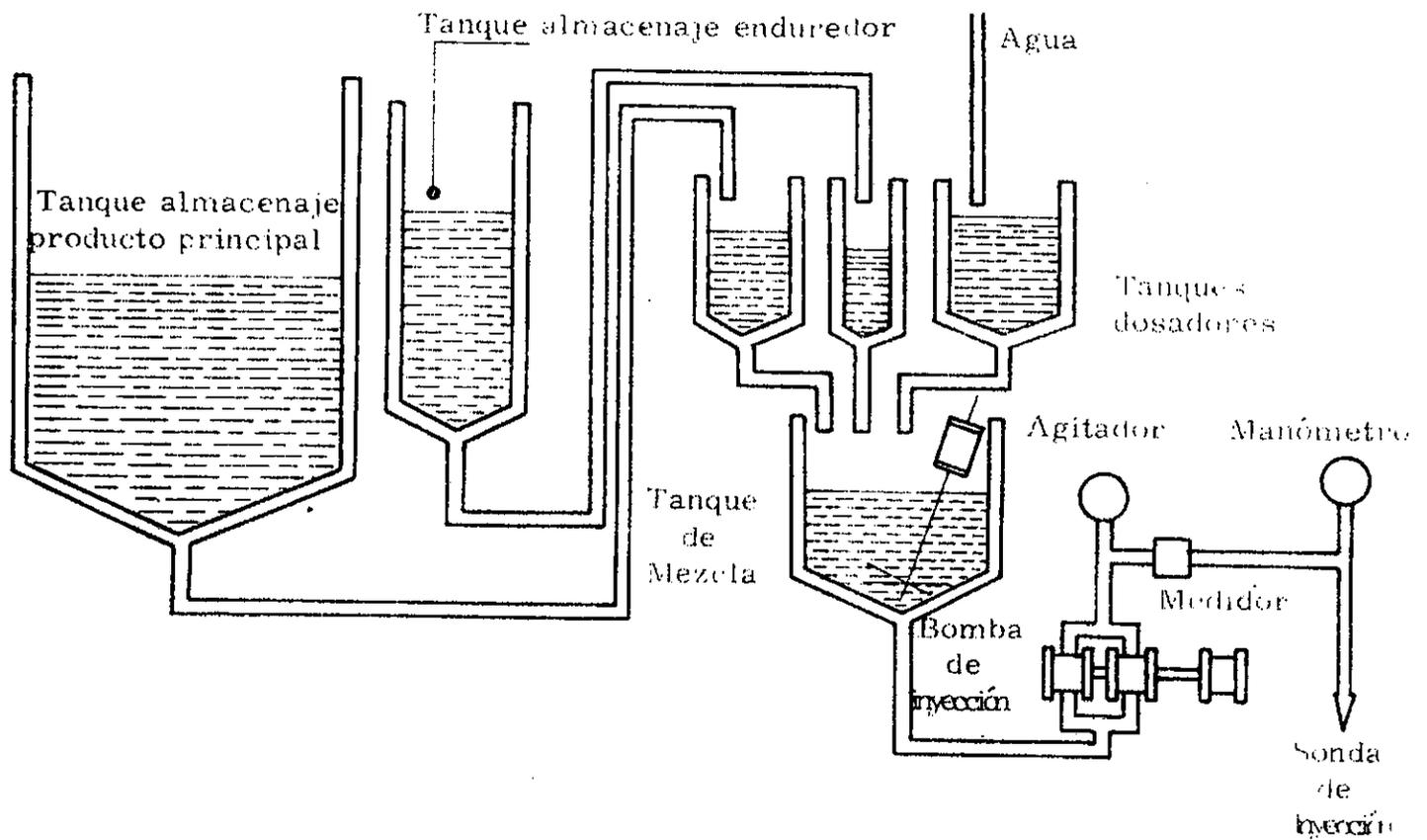
- 1.4.9.1. estabilización: consiste en la modificación de la superficie de los suelos y de las capas próximas a ella.
- 1.4.9.2. consolidación propiamente dicha: modificar las propiedades del terreno en profundidad.
- 1.4.9.3. impermeabilización: tiene por objeto disminuir, e incluso suprimir, la circulación y las filtraciones de agua en el suelo tratado.

En términos muy amplios podemos decir que la consolidación consiste en inyectar en el terreno sustancias capaces de transformarse en masas rígidas que, englobando las partículas y rellenando los espacios entre ellas, confieren al conjunto características mecánicas muy superiores a las que tenía originalmente. Al mismo tiempo, se logra, generalmente, una estanqueidad considerable. Esta técnica se está empleando en la construcción de estacionamientos subterráneos, de galerías de subterráneos y de túneles en terrenos de arenas finas o sedimentarias, o formados por arenas gruesas y pequeñas piedras.

Las primeras descripciones de este procedimiento, utilizando los llamados "morteros químicos", datan de 1887 y durante larto tiempo las mezclas se basaron en el empleo de silicato de sodio endurecido con cloruro de calcio. Un equipo típico se ve en la Fig. 1.4.10. Arenas finas no cohesionadas impregnadas por inyección con morteros de silicato de sodio pueden alcanzar valores de resistencia a la compresión del orden de 100 kgs./cm². En general, las sustancias a emplear deben reunir las siguientes condiciones:

- 1.4.9.4. que la mezcla de inyección se mantenga homogénea hasta su consolidación.

FIG. 1.4.10. Instalación de inyección en la consolidación de suelos.



Fuente: L'Industrie Chimique et les travaux de Génie Civil - Entreprise - No. 767 - 23 de Mayo de 1970 - Pág. 134.-

- 1.4.9.5. que se pueda regular el tiempo de vida útil de la mezcla, es decir, el tiempo entre el mezclado y la consolidación o endurecimiento.
- 1.4.9.6. que la viscosidad durante la inyección sea lo más baja posible.
- 1.4.9.7. que la masa consolidada sea resistente al agua y tenga buenas propiedades mecánicas.
- 1.4.9.8. que el manejo de los productos en obra no ofrezca riesgos al personal.
- 1.4.9.9. que el precio sea competitivo.

Las resinas fenólicas son capaces, mediante fórmulas adecuadas, de responder a la mayor parte de esos requerimientos y, efectivamente, se están usando en competencia con productos inorgánicos (los morteros a base de silicato de sodio de que antes habláramos) y con otras resinas (poliester, epóxidos, acrílicos).

1.4.10. FORMACION DE NOYOS DE FUNDICION

Se emplean tanto resoles como novolacas, pero se prefieren estas últimas, ya sea en solución alcohólica al 66% o en escamas. Para usar las escamas, se calienta la arena que funde la novolaca que no tiene todavía la hexametilentetramina y que, al fluir, recubrirá los granos de arena. Se agrega entonces la hexametilentetramina en solución acuosa. El agua enfría la arena y, al mismo tiempo, distribuye la hexametilentetramina sobre la novolaca, de manera que quede disponible para reaccionar cuando se vuelva a calentar la arena. A esto se llama arena pre-revestida, porque cuando se calienta a 180-200°C, queda recubierta por una capa de resina que ha gelificado y se ha hecho infusible por el proceso de entrecruzamiento descrito en 1.2.

La novolaca en forma de jarabe se usa en forma similar, pero sin calentar la arena. Obtenida la distribución de la novolaca, se agrega ahora hexametilentetramina en polvo y luego se evapora el alcohol donde está disuelta la novolaca usando aire caliente. Este método resulta más caro por el alcohol perdido y porque es más lento.

La ventaja de la novolaca es que da arenas pre-revestidas más estables que los resoles. Por eso estos últimos se aplican en el caso de arenas que se utilizan sin secado previo, inmediatamente después de su impregnación (no más de 4 ó 5 horas después).

La mayor parte de las fundiciones tienen equipos para trabajar con arenas secas pre-revestidas con novolacas y que adquieren como tales.

En este campo, las resinas ureicas compiten poco porque liberan nitrógeno al destruirse por el calor de la colada y éste se incorpora al metal.

1.4.11. OTRAS APLICACIONES

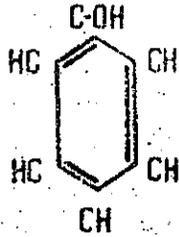
Se basan siempre en las propiedades aglutinantes de las resinas y consisten en su aplicación en:

1.4.11.1. fabricación de cintas de frenos.

1.4.11.2. fabricación de ruedas de esmeril y abrasivos flexibles.

1.4.11.3. impregnación de bobinas.

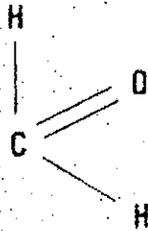
FORMULAS

FORM. 1.2.1. Molécula de Fenol

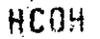
Se representa por comodidad así:



Peso Molecular: 94

FIG. 1.2.2. Molécula de Formaldehído o Metanal

Se representa por comodidad:



Peso Molecular: 30

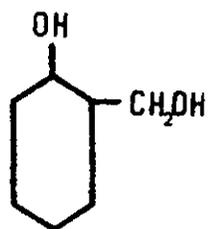
FORM. 1.2.3. Formación de novolacas

fenol

+

HCOH

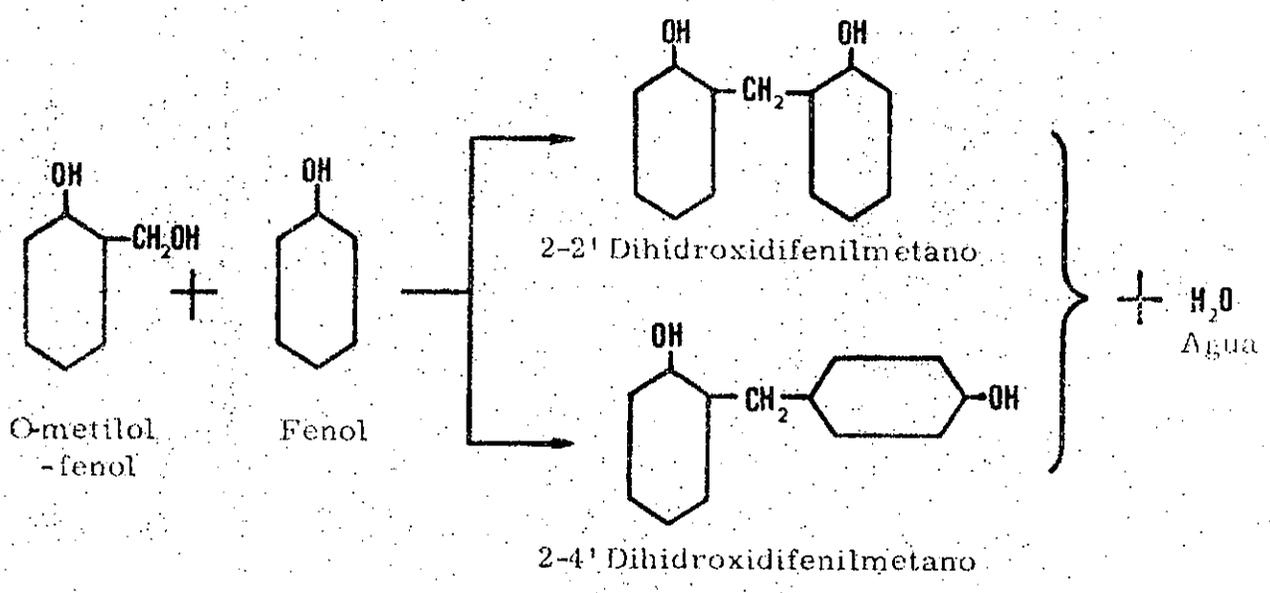
formol

orto
metilofenol

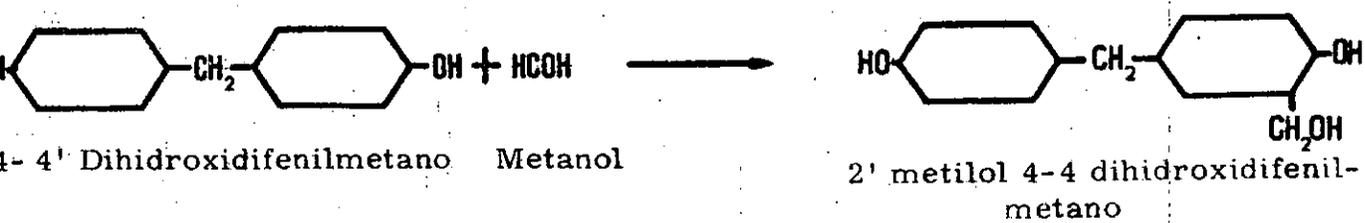
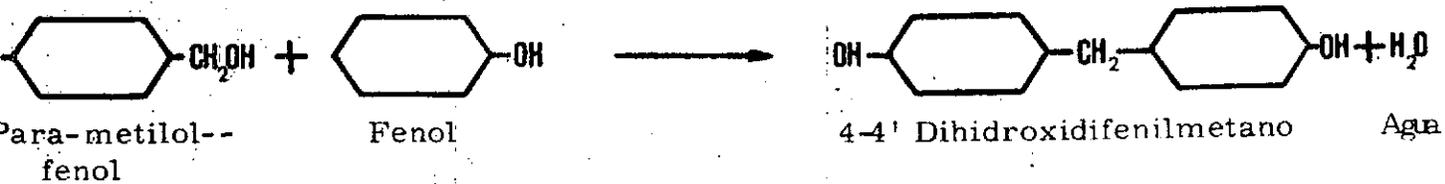
y

para
metilofenol

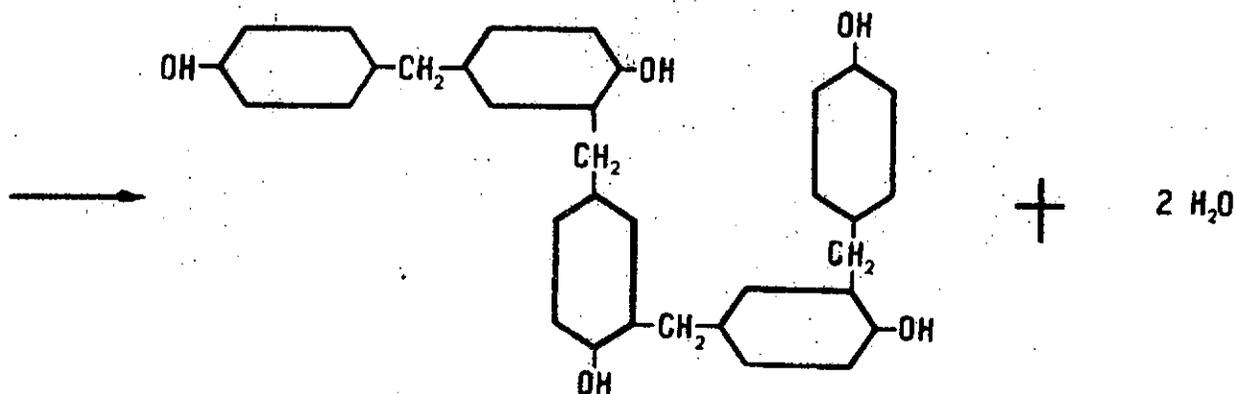
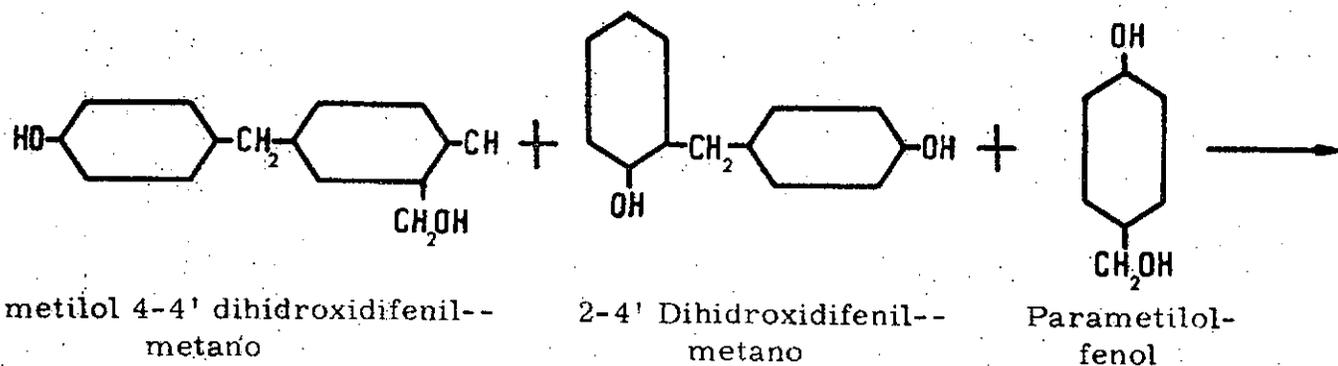
FORM 1.2.3. Formación de novolacas (cont.).



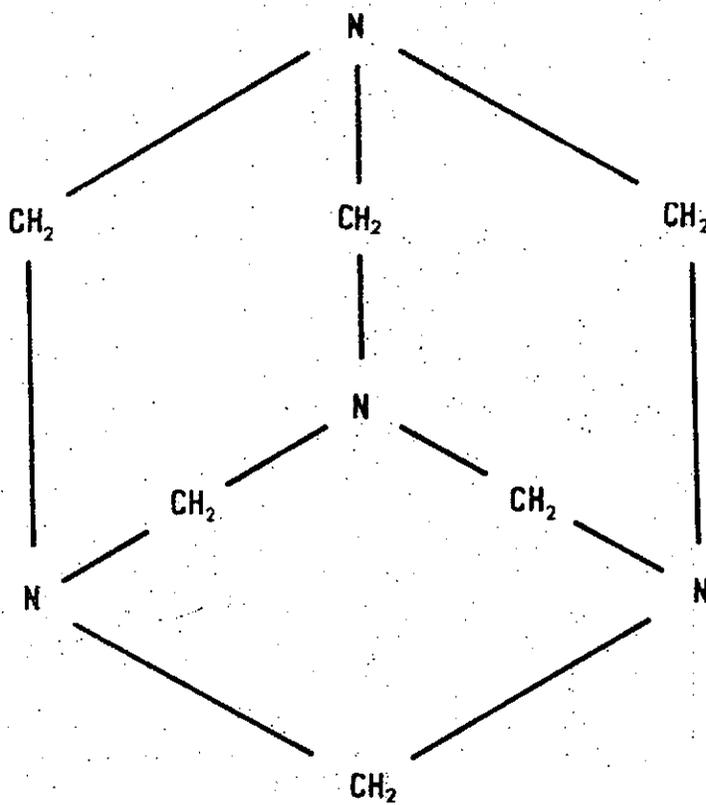
FORM. 1.2.3. Formación de novolacas (cont).

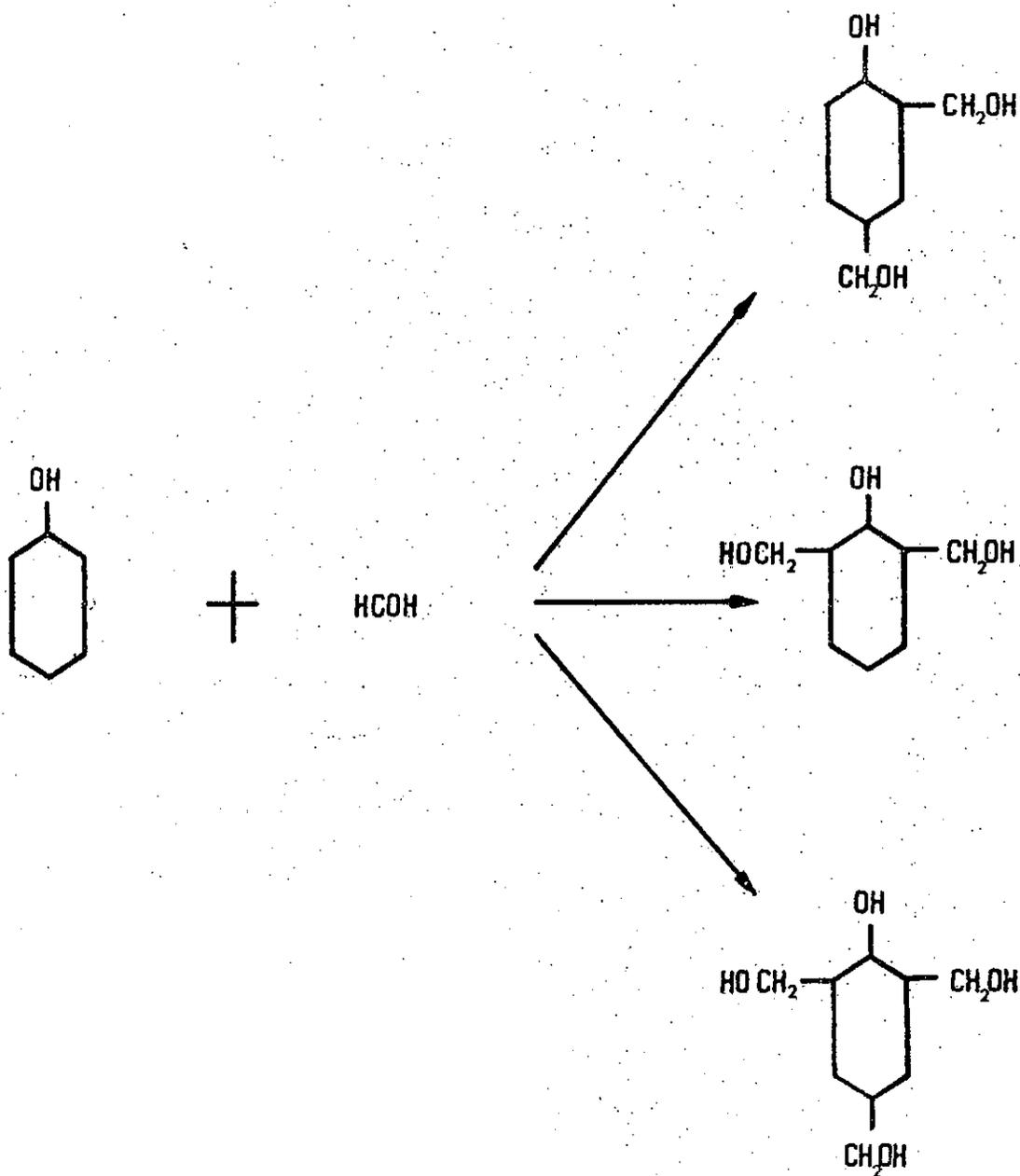


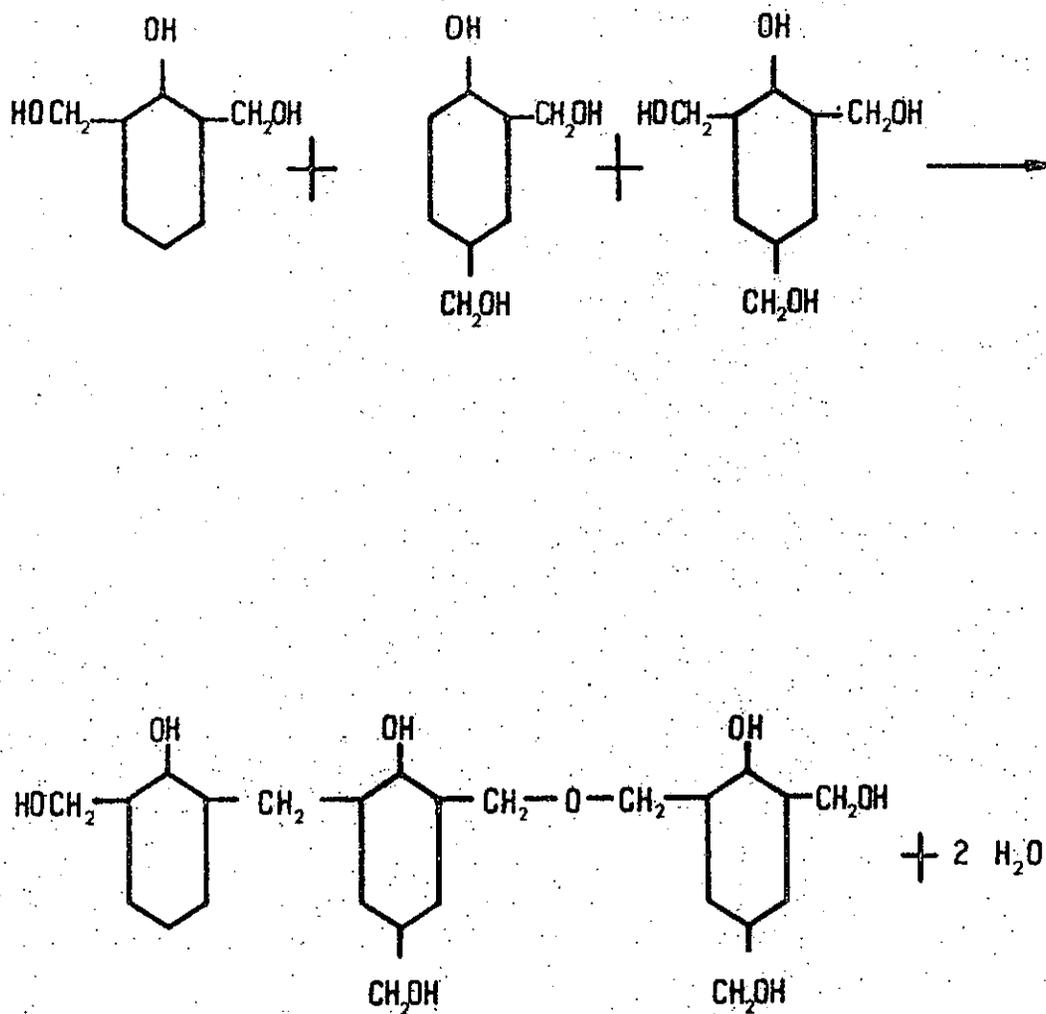
FORM. 1. 2. 3. Formación de novolacas (cont).



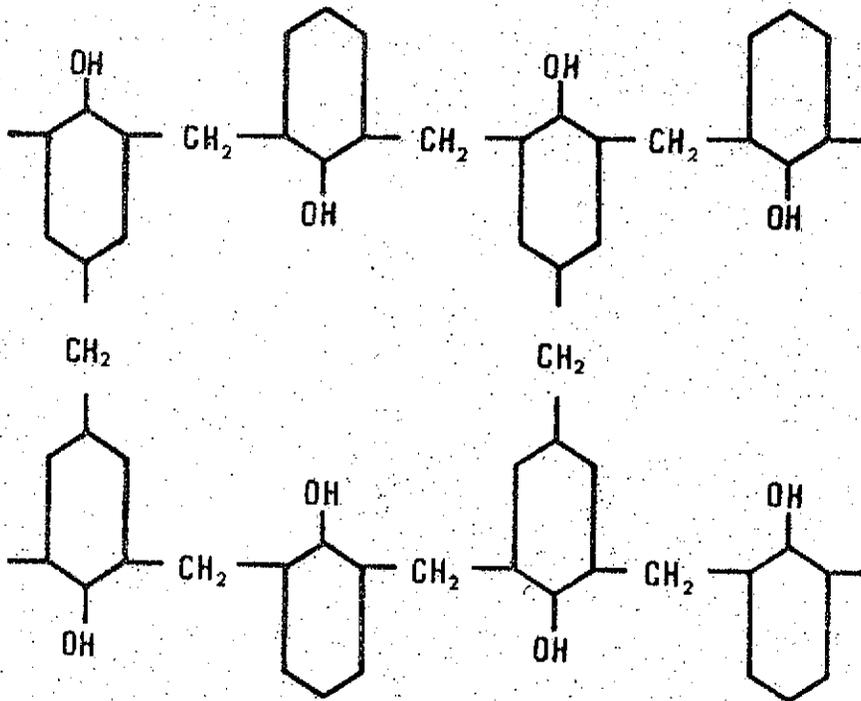
FORM. 1.2.4. Hexametilentetramina



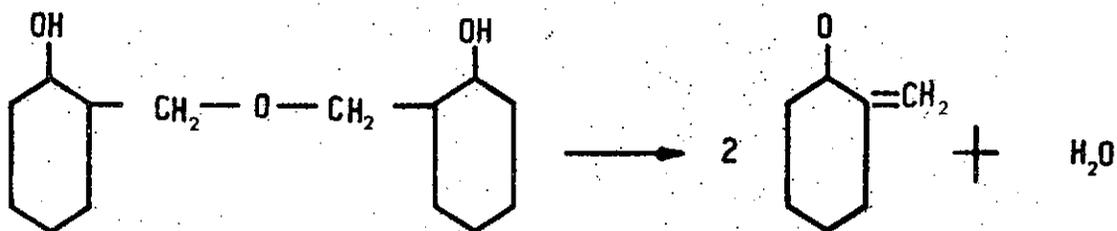
FORM. 1.2.5. Resoles

FORM. 1.2.5. Resoles (cont.)

Resol Típico

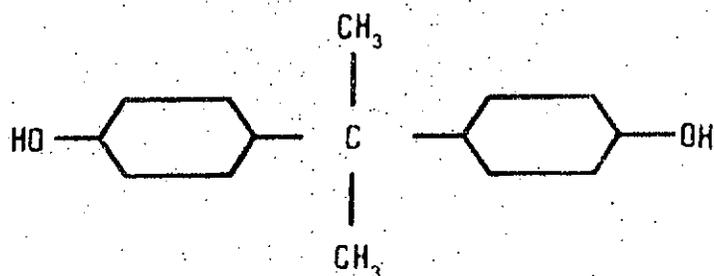
FORM. 1.2.6. Resinas finales (Resitas)

FORM. 1.2.7. Coloración de las resinas por formación de metilenquininas.

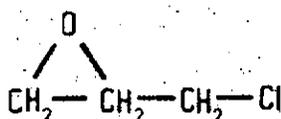


Materiales básicos

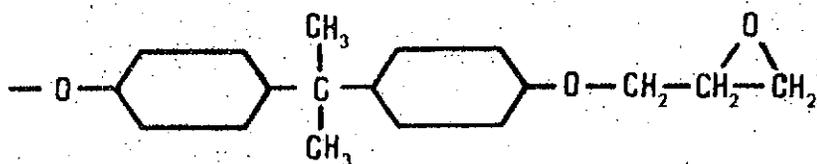
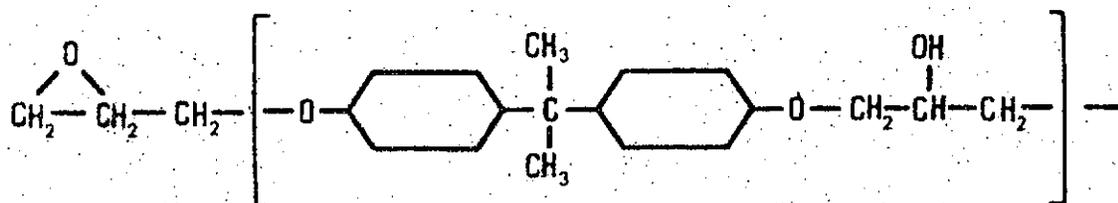
Bisfenol A



Epiclorhidrina



Resina terminada



BIBLIOGRAFIACapítulo 1

- . Brydson, J. A. - "Materiales Plásticos" - Instituto de Plásticos y Caucho, Madrid, 1969.
- . Gatchell, C. J. - y Heebink, B. G. - "Effect of particle geometry on properties of molded wood-resin blends" - Forest Products Journal - Vol. XIV - No. 14 : 501/506, Noviembre 1964.
- . Heebink, B. G. y Hann, R. A. - "Stability and strength of oak particle Boards" Forest Products Journal - Vol. IX - No. 7 : 236/242, Julio 1959.
- . Houwink, R. y Salomón, G. - "Adhesion and Adhesives" - Vol. 2 - Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1965.
- . Lewis, W. C. - "Use development for particle board" - Forest Products Journal - Vol. VIII - No. 2 : 27A - 30A, Febrero, 1958.
- . Nico, R. - "Paneles de partículas de maderas ligadas con resinas sintéticas" LEMIT, La Plata, 1957.
- . Turner, H. D. - "Effect of particle size and shape in strength and dimensional stability of resin bonded wood particle panels" - Forest Product Research Society, 1954.
- . U.S. Department of Agriculture - Forest Service - Forest Products Laboratory - Madison, Wisconsin.
 - .. Lewis, W.C. "Board materials from wood residue" - 1964.
 - .. Particle Board - 1964.
 - .. Heebink, B.G. - Kuenzi, E. W. y Maki, A.C. - "Linear Movement of Plywood and Flakeboards as related to the longitudinal Movement of wood" - 1964
 - .. "Show through of the particle board cores" - 1960.
 - .. "Wood Handbook" - Basic information on wood as a material of construction with data for its use in design and specification - Agricultural Handbook No. 72.
 - .. Heebink, B.C.; Hann, R.A. y Haskell, H.H. - "Particle board quality as affected by planes shaving geometry" - 1964.
- . U.S. Plywood Corporation - "Installation details for Novoply" - Bulletin

CAPITULO 2

LAS SUSTITUCIONES POSIBLES

2.1. POR QUE PUEDE REEMPLAZARSE EL FENOL?

Hemos visto en el capítulo 1, al hablar del proceso de formación de novolacs y resoles, que el grupo hidróxilo (OH) del fenol prácticamente no interviene en la reacción. Esta se inicia y prosigue gracias a los grupos metiloles que se fijan a la molécula de fenol en posiciones preferentemente orto (2º carbono a partir del que lleva el grupo hidróxilo), o para (4º carbono a partir siempre del que lleva el grupo hidróxilo).

Ello permitió, en un principio, usar los fenoles naturales que son mezclas complejas de fenol propiamente dicho con fenoles sustituidos o cresoles (ver Form. 2.1.1.). Por eso también fue posible usar xilenoles (Form. 2.1.2.).

Sin embargo, no todos ellos son igualmente aceptables. Dado que la reacción de condensación con el formaldehído se produce sobre todo en posiciones orto y para, los fenoles sustituidos en esas posiciones serán menos reactivos que aquellos que no tienen esas posiciones ocupadas por grupos metilénicos.

En la Fig. 2.1.1. damos la reactividad relativa de diferentes fenoles con el formaldehído. Vemos que aquellos xilenoles o cresoles que tienen ocupadas las posiciones meta, pero dejan libres las para, son todavía más reactivos que el fenol mismo, pero, al mismo tiempo, son más difíciles de obtener puros que este último.

Esto explica técnicamente, aunque no económicamente, un hecho curioso que hemos podido recoger sobre el comercio internacional de estos productos. La URSS vende el fenol puro que produce a Finlandia, para la fabricación por este país de resinas que luego la URSS recompra para su industria de la madera terciada. En cambio se reserva el fenol impuro obtenido en sus instalaciones hulleras, para otros usos donde la presencia simultánea de los sustituidos no es tan importante.

Estos datos son válidos para condiciones comerciales de utilización de los productos en la preparación de resinas. Trabajos de investigación han conseguido incluso hacer reaccionar en condiciones especiales el formaldehído con el fenol, en posición meta, utilizando fenoles que tenían las posiciones para y orto ocupadas, pero no pudimos obtener datos sobre si en esas condiciones particulares las velocidades de reacción tenían valores aceptables.



FIG. 2.1.1. Reactividad relativa de diferentes fenoles con el formaldehido.

<u>Tipo de Fenol</u>	<u>Velocidades relativas de reacción</u>
3 - 5 Dimetilfenol	7,75
m Cresol	2,28
Fenol	1,00
p - cresol	0,35
o = cresol	0,26
2 - 6 Dimetilfenol	0,16

Fuente: Howuink, R. y Salomon, G. - Adhesion and Adhesives - Vol.
Pag. 213 - Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 1965.

La reactividad en el caso del resorcinol es tal, que proporciones equimoleculares de resorcinol y formaldehído gelifican espontáneamente a temperatura ambiente. Por eso, comercialmente, se prepara una novolaca que luego el usuario convierte en resita agregando formaldehído.

En general las resinas de resorcinol-formaldehído o resorcinol/fenol/formaldehído se usan como adhesivos de curado en frío porque a altas temperaturas la evolución del formaldehído que se usa para el curado puede dar lugar a la formación de burbujas y el consiguiente espumado de la junta de adhesión. Cuando se quiere usar a mayores temperaturas (130°C, por ejemplo), en lugar de utilizar formalina o paraformaldehído como fuente de grupos metiloles se emplea una resina fenol-formol apropiada, que proporciona esos grupos metiloles mucho más lentamente.

Las resinas resorcinol-formaldehído no se han expandido por el alto costo del resorcinol (promedio 1,524 u\$s/kg. en el mercado internacional) frente al fenol. Otras resinas se obtienen de los extractos fenólicos extraídos de la cáscara de nuez de anacardo. Esta es una planta de la zona ecuatorial, pero cuyo fruto sólo se recoge sistemáticamente en India, por el alto valor alimenticio de la nuez. La cáscara tiene una estructura en panal de miel y encierra un líquido viscoso venenoso del cual se extrae un ácido salicílico sustituido que se llama ácido anacárdico. Este producto se estuvo importando en Europa para ser agregado, mezclado con hexametilentetramina, al caucho nitrilo.

Por su grupo fenólico reacciona de manera habitual con los grupos metilénicos del formol, pero parece ser que la larga cadena lateral (Form. 2.1.5.) confiere a las resinas con él obtenidas propiedades especiales, entre otras la de endurecer sin perder flexibilidad, es decir sin volverse quebradizo como las resinas fenólicas básicas. Además parece tener mayor resistencia que éstas al ataque por la soda cáustica.

Resumiendo: el fenol fue y sigue siendo la materia prima de elección para la producción de resinas fenólicas, más que nada por razones de precio y comodidad. En los países de alto desarrollo industrial petroquímico era y es más fácil y barato obtener fenol puro por síntesis, que desarrollar tecnologías complejas para usar otros fenoles naturales o sustituidos. Sin embargo, histórica y técnicamente, han quedado demostradas, no sólo la factibilidad, sino también la conveniencia de reemplazar, parcial o totalmente, el fenol por algunos de esos otros compuestos y, muy especialmente, por el resorcinol y/o por los fenoles sulfonados.

Para algunas aplicaciones especiales se prefieren las resinas preparadas con cresoles. Es lo que sucede cuando se quieren polvos de moldeo con características eléctricas mejoradas o más resistentes a los ácidos.

Por el contrario, los xilenoles parecen mejorar la resistencia a los álcalis. Para que esto pudiera hacerse comercialmente sería necesario disponer del *m*-cresol, o del 3-5 dimetilfenol, que son los más reactivos, en condiciones de pureza y precio convenientes, lo que aún no es práctica corriente. Por ello, cuando industrialmente se recurre a estos sustitutos del fenol, generalmente se usan productos como el llamado ácido cresílico (con 50 a 55% de *m*-cresol) que, en ciertas circunstancias, a lo que conducen es más a un abaratamiento del costo de la materia prima, que a una mejora real de alguna propiedad de la resina.

En otras palabras, lo que muchas veces se hace es aprovechar la mayor reactividad de estos productos (*m*-cresol y 3-5 xilenol), aún impuros, para acelerar el curado de las resinas fenol-formol convencionales.

Otra vía de reemplazo fue la de usar un fenol sulfonado como el ácido para-fenolsulfónico (Form. 2.1.3.). En este caso el reemplazo tiene un objetivo técnico preciso: transformar una resina insoluble en agua en otra soluble. No todo el fenol necesita sulfonarse para lograrlo, basta reemplazar una parte para obtener una solubilidad satisfactoria. Estos resoles sulfonados, cuando se preparan en medio alcalino pueden ser secados por atomización, produciendo una cola en polvo que es fácilmente re-disuelta en agua y que cura agregando, por ejemplo, ácido clorhídrico.

La tercera vía de reemplazo dio origen a toda una serie de resinas que, especialmente como adhesivos, se están clasificando aparte. Consiste en sustituir total o parcialmente el fenol por resorcinol (ver Form. 2.1.4.). En lugar de ser un resol que cura por calor, o por adición de un ácido, se obtiene una novalaca que cura en frío, añadiendo formaldehído. El resorcinol es trifuncional, al igual que el fenol, en el sentido de que los grupos metiloles pueden fijarse en cualquiera de las dos posiciones orto (2 ó 5) y en la para (4), pero teniendo un segundo grupo hidróxilo en la posición meta. La capacidad para orientar los grupos metiloles a esas posiciones es mayor que en el fenol mismo. En general, la ocupación de la posición meta entraña una mayor reactividad frente al formaldehído, pues ya vimos que también el *m*-cresol era más reactivo que el fenol mismo.

En los países de menor desarrollo puede resultar conveniente volcarse sobre el aprovechamiento de sus recursos naturales, investigando y explotando sus propiedades particulares como en el caso del ácido anacárdico.

Si ahora echamos una ojeada a la química de los taninos vegetales podremos comprender fácilmente por qué también éstos han sido repetidamente mencionados y usados como sustitutos del fenol.

2.2. LA QUIMICA DE LOS TANINOS

En general se define como tanino vegetal a toda sustancia orgánica extraída de la madera, la corteza o las hojas de una planta que son capaces de convertir un tejido animal fibroso en cuero resistente imputrescible.

Sus características más conocidas son:

- un cierto grado de estringencia.
- la coloración intensa que dan en presencia de sales de hierro.
- la capacidad de combinarse en forma a menudo irreversible con las proteínas.

Los extractos tánicos se pueden clasificar fundamentalmente en dos grandes tipos: los hidrolisables o gelotánicos y los condensados o flavotánicos.

En todos ellos háy fenoles polihidroxílicos. En los primeros predominan ácidos fenólicos emparentados con el ácido gálico ligados por una unión tipo ester a un grupo residual de los hidratos de carbono resultantes de la fotosíntesis (Forms. 2.2.1. y 2.2.2.) Al calentarlos con ácidos, estos taninos se hidrolisan liberando los azúcares de los ácidos gélicos.

Estos taninos se encuentran, por ejemplo en las excrecencias o tumores producidos en ciertas plantas (*Rhus Chinensis* Mill de China o *Quercus Infectoria* Olivier de Turquía), por algunos insectos, en la corteza de otros (*Hamamelis Virginiana* L. de los EE. UU., y en las hojas de algunas variedades de sicomoros y del té. Los más conocidos son sin embargo los extraídos de la madera y corteza del roble y del castaño.

Comercialmente juegan un papel mucho más importante los taninos condensados flavotánicos, a los que pertenecen los extractos de diferentes variedades de quebracho (especialmente el *Schinopsis Balansae* o quebracho chaqueño y el *Schinopsis Lorentzii* o quebracho santiagueño), de acacias (principalmente mimosa o wattle) y de eucaliptus. Son éstos los que más nos interesan, porque los hidrolisables no forman materiales plásticos con el formaldehído, mientras que los condensados reaccionan fácilmente, dando resinas del tipo fenol formaldehído o resorcinol formaldehído.

El extracto de mimosa se obtiene de plantaciones en Sud Africa, Rodhesia y Kenya, mientras que el extracto de quebracho se obtiene principalmente de los bosques naturales de nuestro país y del Paraguay.

La química del extracto de quebracho ha sido muy estudiada en los últimos años por una especial preocupación del Instituto Técnico del Extracto de Quebracho (ITEQ), creado por la Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho. Estos estudios fueron dirigidos por el Dr. T. White, que se ocupa de estos problemas desde hace mucho tiempo como técnico de The Forestal Land, Timber and Railways Co. Ltd. primero, y como consultor del ITEQ ahora.

La Forestal se ocupó también de la química de otros taninos*, lo que permitió desarrollar la competencia de la mimosa en el mercado internacional al comprobar que esa acacia, que se desarrollaba en ocho años, producía un tanino similar al del quebracho que necesita diez veces más tiempo para alcanzar la madurez.

Estos estudios demuestran la importancia de que el sistema científico-técnico de un país responda a las necesidades de su sector productivo. Volveremos sobre ellos más adelante (capítulo 5), para señalar nuestra preocupación por el hecho de que Argentina no haya tomado el control tecnológico sobre producción y utilización de estos recursos naturales, ya que todos los trabajos, incluso los auspiciados por la Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho a través del ITEQ, fueron realizados en el exterior del país.

* En 1946 se imprime, para "circulación privada", un trabajo de E. H. Rottsieper, Jefe de Investigaciones Químicas de The Forestal Land, Timber and Railways Co. Ltd., sobre la Naturaleza Química de los Taninos Vegetales, aunque hay publicaciones anteriores como la del Imperial Institute sobre los materiales tanantes del Imperio Británico, que data de 1929.

Debemos no obstante señalar que ya en 1938, el Dr. Gustavo Adolfo Fester y sus colaboradores de la Facultad de Ingeniería Química de Santa Fe (entonces Facultad de Química Industrial y Agrícola) publicaron algunos resultados de los ensayos que estaban efectuando sobre la formación del tanino en el quebracho colorado.

Los últimos trabajos parecen confirmar un proceso de condensación de los taninos en tres etapas.

2.2.1. PRIMERA ETAPA

En las hojas, como resultado de las fotosíntesis y procesos metabólicos subsecuentes, se formarían residuos fenólicos mono, di y trihidroxilados (Form. 2.2.3.). Se ve que son también ésteres complejos de fenoles polihidroxilados con restos de glucosa similares a los de los taninos hidrolisables.

2.2.2. SEGUNDA ETAPA

En la albura se produce una primera condensación de los fenoles por una unión carbono a carbono que da polifenoles que comienzan a establecer la estructura típica de los taninos no hidrolisables. Se constituyen así compuestos con unos 15 átomos de carbono por grupo, cuya estructura tipo se muestra en la Form. 2.3.4. y algunas variedades en la Form. 2.2.5.

2.2.3. TERCERA ETAPA

En esta etapa ocurre la interfase entre la albura y el corazón del quebracho bajo la acción de una enzima que oxida algunos de los componentes de los polifenoles anteriores, con lo que desaparece toda traza de compuestos tipo éster que hacían que los precursores anteriores fuesen todavía hidrolisables, mientras que el extracto del corazón del quebracho no lo es más. El proceso de condensación posterior de estos polifenoles oxidados no ha sido estudiado todavía en detalle y la estructura exacta de los productos formados no es aún conocida, pero parece obedecer a lo indicado en la Form. 2.2.6.

FIG. 2.2.1. Viscosidad de las soluciones de extracto de quebracho común.

<u>% de sólidos totales</u>	<u>Viscosidad en poises</u>
35	10
40	24
43	60
47	170

Fuente: The Chemistry of Quebracho Extract - ITEQ - Noviembre, 1970

Nota: El trabajo no aclara a qué temperatura están dados los valores de viscosidad.

FIG. 2.2.2. Viscosidad de soluciones de extracto de quebracho sulfitado.

<u>% de sólidos totales</u>	<u>Viscosidad en poises</u>
36	0,28
40	0,74
45	2,84
48	5,88

Fuente: The Chemistry of Quebracho Extract - ITEQ - Noviembre, 1970

Nota: El trabajo no aclara a qué temperatura están dados los valores de viscosidad.

Los estudios de viscosidad y de presión osmótica de soluciones de extracto de quebracho llevarían al convencimiento de que una buena parte de éste correspondería a compuestos formados por la condensación de dos tres o cuatro grupos de los indicados en la Form. 2.2.5., con un peso molecular del orden de 1.000.

El extracto de quebracho presenta un comportamiento singular en lo que respecta a solubilidad. El extracto es completamente soluble en agua, sólo a temperaturas superiores a 60°C o, en medio alcalino (pH 8,5), a temperatura ambiente. Las soluciones en agua sin ajuste de pH (pH entre 4⁵ y 5) se mantienen, aún cuando luego la temperatura disminuya, siempre que la concentración en sólidos sea superior a 50%, pero si se diluyen se produce una precipitación parcial. Los últimos trabajos explican este fenómeno como un ejemplo de solubilización mutua. Los componentes más solubles del extracto modificarían el comportamiento del agua mejorando sus cualidades como solvente. Al diluirse la solución, las propiedades del solvente son cada vez más cercanas a las del agua misma, en la cual aproximadamente un 20% de los componentes del tanino de quebracho no son solubles a temperatura ambiente.

Otra peculiaridad es que las soluciones sin ajuste de pH dan viscosidades más altas que las que sería dable esperar por el peso molecular de sus componentes (Fig. 2.2.1.). Esto se trata de explicar por las fuertes asociaciones moleculares entre los hidrogeniones de los grupos fenólicos, formándose agregados micelares de alto peso molecular.

Estos dos efectos no se observan en el llamado comercialmente extracto sulfitado, que se obtiene introduciendo un pequeño número de grupos sulfónicos en la estructura mostrada en la Form. 2.2.6. Aparentemente, esos grupos se introducen en los anillos A. de la estructura a razón de uno por cada tres grupos de quince carbonos.

Esta sulfitación convierte al extracto en completamente soluble en agua fría en cualquier concentración y disminuye la viscosidad de las soluciones (Fig. 2.2.2.).

Estas consideraciones muestran:

2.2.4. que los taninos en general, y el de quebracho en particular, contienen fenoles complejos reactivos que pueden reemplazar al fenol puro, en las formulaciones en que éste reacciona con el for-

maldehído, ya que su acción sería en definitiva similar a la de los fenoles sustituidos y fenoles polihidroxílicos considerados en el punto 2.1. En la Fig. 2.2.3. indicamos algunas de las patentes referentes a este reemplazo mencionadas en la literatura consultada. La Fig. 2.2.4. es una lista de Institutos de Investigación que se han ocupado, o se están ocupando, de la utilización integral de los recursos forestales, incluyendo la sustitución de fenoles por taninos vegetales.

- 2.2.5. que la policondensación de los taninos de quebracho puede ser favorable para las utilidades donde la formación de estereopolímeros es importante como en las resinas.
- 2.2.6. que la composición química y las características físico-químicas de los taninos, y en particular del quebracho, permiten prever y explicar su aplicación en diferentes procesos tecnológicos y no solamente en la curtiembre.
- 2.2.7. que esas características físico-químicas son susceptibles de ser modificadas para adecuarlas a las necesidades de los diferentes procesos, ya sea durante el proceso de obtención del extracto, como vimos en el caso de la sulfitación, o en el curso de su aplicación como veremos más adelante.

Ahora pasaremos a analizar las posibilidades de reemplazo del otro componente de las resinas fenol formol, o sea, el aldehído.

Debemos hacer notar, sin embargo, antes de terminar este punto sobre la química y la físico-química de los taninos en general y el extracto de quebracho en particular, que si bien los trabajos aportan datos suficientes para el estado actual de las investigaciones tendientes a encontrar nuevas aplicaciones a esos productos, deberían precisar algunos detalles como ser si los ensayos fueron efectuados sobre extractos comerciales, es decir, obtenidos a partir de mezclas de madera de árboles viejos y recién cortados o si se hicieron serias experiencias sobre extractos obtenidos con diferentes edades.

Ya en 1946 se planteaba la duda de si el tanino en la planta con vida tiene la misma estructura que el producto de extracción y esa duda aún no ha sido completamente disipada. Basta considerar la diferencia de intensidad de coloración roja de un tanino extraído de madera verde, del lla-

FIG. 2.2.3. Patentes sobre utilización de taninos vegetales en reemplazo de fenol.

País	Nº	Fecha	A favor de:
U.S.A.	1.269.627	1914	Westinghouse Electric and Manufacturing Co.
Gran Bretaña	481.819	1936	D.S.I.R. Chemical Research Lab.
Gran Bretaña	520.913	1938	Venesta Ltd.
Gran Bretaña	539.581	1940	Forestal Land, Timber & Railways Ltd.
Gran Bretaña	545.157	1940	Idem.
Gran Bretaña	567.495	1943	Idem.
Gran Bretaña	723.884	1951	Bakelite Ltd.

FIG. 2.2.4. Lista de laboratorios que estudian problemas de aprovechamiento de maderas, resinas y taninos vegetales.

ATWIF (African Territories Wattle Industries Fund)
52 Lincoln Inn Flds.
LONDON WC 2
Inglaterra

Central Leather Research Institute
KANPUR (U. P.)
India

Central Scientific Leather Research Institute
MOSCU
Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

Ciba - Geigy International AG
Klybeckstrasse 141
4002 BASILEA
Suiza

CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)
372 Albert Street
East Melbourne
VICTORIA 3002
Australia

Forest Research Institute
DEHRA - DUN (U. P.)
India

Imperial College of Science and Technology
Prince Consort Road
LONDON SW 7
Inglaterra

FIG: 2.2.4. Lista de laboratorios que estudian problemas de aprovechamiento de maderas, resinas y taninos vegetales (cont).

Laboratoire Central d'Investigation de Progil S.A.
DECINES (Rhone)
Francia

Leather Industries Research Institute
GRAHAMSTOWN
República Sudafricana

State Institute of Technical Research
OTANIEMI
Finlandia

The Fahrni Institute Limited.
Bellariastrasse 7
ZURICH
Suiza

The Forestal Land, Timber and Railway Co. Ltd.
Central Investigation Laboratories
Regis House
King William St.
LONDON E.C.4.
Inglaterra

United States Department of Agriculture
Crops Research Division
BELTSVILLE, Maryland
Estados Unidos

United States Department of Agriculture
Forest Service
Forest Products Laboratory
P.O. Box 5130
MADISON, Wisconsin
Estados Unidos

mado sámagó (madera con dos años de permanencia en el bosque y que aún conserva, total o parcialmente, su albura) y de la madera denominada campana (la que tiene más de cinco años de permanencia en el bosque luego de su corte y que ha perdido totalmente su albura) para pensar que han debido ocurrir modificaciones sustanciales a medida que el tronco envejecía desde el momento de ser cortado.

También debemos señalar que los estudios intensivos que se han realizado sobre los extractos de quebracho y de mimosa, no se han repetido en otras especies que pueden ser de interés actual o potencial en nuestro país como el eucalipto, ciertos pinos y los algarrobos. En la Fig. 2.2.5. se dan los distintos tipos de tanino de quebracho posibles de obtener en el mercado argentino.

El estado de los ensayos tendientes a la sustitución del fenol por el tanino en cada una de las aplicaciones posibles de las resinas fenólicas lo estudiaremos en el capítulo siguiente ya que cada una de ellos ha alcanzado grados de desarrollo tecnológico diferentes y entraña consideraciones económicas también particulares.

2.3. POR QUE PUEDE REEMPLAZARSE EL FORMALDEHIDO?

Como pudo verse en el capítulo 1 todo dador activo de grupos metiloles puede intervenir en la polimerización de los fenoles. Así la hexametileno tetramina podía sustituir al formaldehído o al paraformaldehído en las reacciones de endurecimiento de las novolacas por ejemplo.

En todos los casos mencionados se trata de compuestos químicos en que el grupo aldehídico es fuertemente reactivo como donante o formador de grupos metiloles. Examinando la fórmula del furfural (Form. 2.3.1.) vemos que está unido a un núcleo que posee dos doble ligaduras lo que lo hace particularmente reactivo. Por eso puede actuar frente a los fenoles como lo hace el formaldehído mismo, pero además el mismo núcleo furánico con su sistema conjugado de dobles ligaduras también entra en la reacción formando una red de cadenas moleculares entrelazadas capaz de curar completamente dando productos de alta resistencia mecánica y al impacto.

Obsérvese que el anillo furánico interviene ya en los polifenoles de los taninos (Forms. 2.2.4., 2.2.5., y 2.2.6.) explicando la mayor reactivi-

FIG. 2.2.5. Análisis tipo de las diferentes variedades de tanino de quebracho argentinas.

T I P O	Soluble en caliente		Soluble en frío				Semisolubles	
	Sólido	Atomizado	Sólido	Triturado	Molido	Atomizado	Atomizado	Decolorado Atomizado
Taninos (1) %	69,7	77,2	74,8	75,2	75,7	81/83	79/80,0	78/80,0
No taninos (1) %	4,8	5,2	8,2	8,3	8,3	10,5/11,5	9/10,0	10/12,0
Insolubles (1) %	8,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	3,0
Agua (1) %	17,5	8,0	17,0	16,5	16,0	6/8	6/8,0	6/8,0
Color (2) Rojos	2,8	2,7	3,8	3,8	3,8	3	2,2	0,8
Color (2) Amarill.	7,4	7,4	10,0	10,0	10,0	7,8	4,7	2,0
pH (3)	4,6	4,6	5,9	5,9	5,9	5,8	4,8	4,6
Cenizas (4) %	0,5	0,6	5,3	5,3	5,3	5,3	3,2	5,5

(1) Determinados por el método de filtro.

(2) Lovibond Standard de una solución con 0,5% de tanino.

(3) Solución de 50 Bé.

(4) Sobre 100 g. de sólidos solubles.

dad de estos frente al fenol mismo en su reacción con el formaldehído, pues las cadenas fenol - furanofenol equivalen a una prepolimerización que luego es completada por el entrecruzamiento de los grupos metiloles que se fijan a los fenoles.

Las resinas fenol - furfural mantienen sus propiedades de flujo pues pasan directamente de las cadenas lineales fácilmente fusibles a las resinas entrecruzadas finales sin atravesar un estado intermedio que se da en los resoles en que parece haber una plastificación que entorpece el flujo del material.

Por eso estas resinas fueron de las primeras en usarse en el moldeo por transferencia. En efecto, el moldeo con resinas termoestables puede hacerse siguiendo dos caminos principales:

- 2.3.1. moldeo por compresión en que se obtiene la conformación aplicando presión entre dos partes de un molde caliente (Fig. 2.3.1.) a una carga medida de polvo de moldeo durante el tiempo necesario para el curado.
- 2.3.2. moldeo por transferencia en que la presión y temperatura sobre el polvo se aplican en una cámara exterior forzando luego el material al molde propiamente dicho donde tiene lugar el curado (Fig. 2.3.2.).

En el moldeo por transferencia las resinas fenol - furfural tienen la ventaja sobre las de fenol - formol de fluir fácilmente por aplicación de temperaturas a las que las últimas comenzarían a plastificarse y de curar luego en el molde con rapidez cuando alcanzan los 350/370°C.

También se encuentran en la literatura referencias a la utilización del furfural en la preparación de adhesivos con fenol para uso general y para madera terciada y como elemento de unión en la fabricación de ruedas abrasivas.

El reemplazo del formol por el furfural además de convenir por razones técnicas puede representar ventajas económicas como lo demuestran las cifras de la Fig. 2.3.3.

Las resinas fenol - furfural no han sido estudiadas desde el punto de vista de su composición y aplicaciones como lo han sido las de fenol - formol,

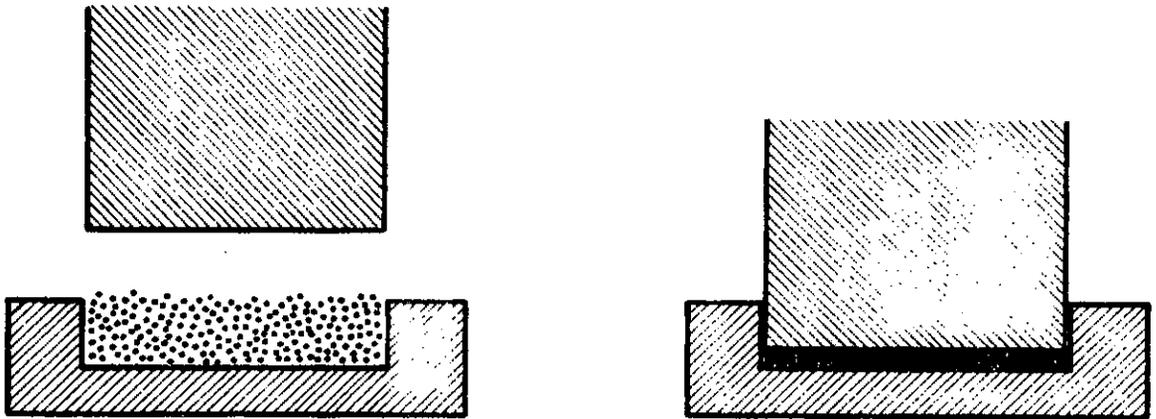


FIG. 2.3.2. Moldeo por Transferencia.

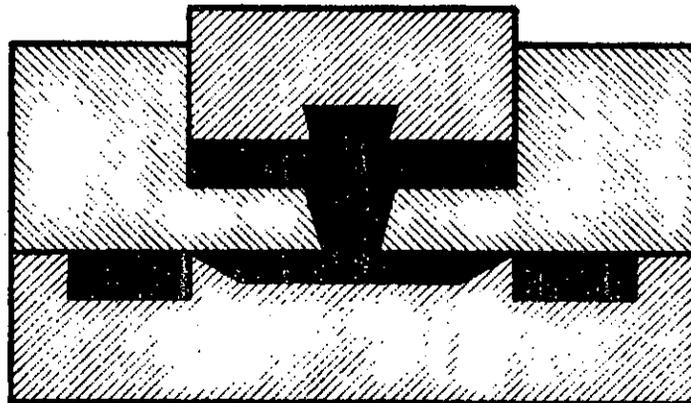


FIG. 2.3.3. Costos comparativos de la incidencia de materias primas en las resinas fenol-formol y fenol-furfural.

Materias Primas				Resinas Fenol-formol *				Resinas Fenol-furfural			
Nombre	Precio Externo	Precio Interno		Proporción en Peso/kg.	Costo externo	Costo Interno		Proporción en Peso/kg.	Costo externo	Costo Interno	
	u\$s	\$ / Kg.	u\$s/kg.		u\$s	\$ / kg.	u\$s/kg.		u\$s	\$ / kg.	u\$s/kg.
Fenol	0,20	2,45	0,555	100	20,0	245	55,5	100	20	245	55,5
Formol solución al 37% en peso	0,067	0,785	0,178	70	4,7	55	12,5	---	--	---	---
Furfural	0,42	1,53	0,348	--	--	--	--	96	40,3	147	33,4
T O T A L E S				170	24,7	300	68,0	196	60,3	392	88,9
Sólidos de resina a obtener - Kgs.				104				177			
Costo unitario por materias primas.				Externo u\$s/kg.	Interno		Externo u\$s/kg.	Interno			
					u\$s/kg.	\$ / kg.		u\$s/kg.	\$ / kg.		
				0,237	0,655	2,88	0,34	0,5	2,22		

- Precio externo promedio de la cotización en siete países (U.S.A., Bélgica, Francia, Alemania, Holanda, Italia y Gran Bretaña) según el European Chemical News de junio de 1971.

- Precios del mercado interno argentino en julio de 1971 - Tasa de Cambio 4,4 \$ = 1 u\$s.

* Además al formular el polvo de moldeo hay que agregar aproximadamente 12 a 15% de hexametilentetramina sobre sólidos de resina.

no obstante que en un momento dado en los EE.UU. se consumía con es te fin hasta un 50% del furfural producido.

Hemos podido saber que entre uno de los principales productores de adhesivos de los EE.UU. y el mayor productor de furfural de ese país se celebró un acuerdo para el empleo de este aldehído en las resinas y existiría un gran interés también entre los fabricantes de resinas de nuestro país por introducir dicho producto en sus formulaciones.

2.4. REEMPLAZO SIMULTANEO DEL FENOL Y DEL FORMOL

En los párrafos anteriores hemos estudiado el reemplazo o bien del fe- nol por otros y muy especialmente ~~los fenóles naturales del tanino~~ o bien del formol por el furfural.

No hemos encontrado en toda la bibliografía consultada, ni en los informes recabados a los institutos de investigación y especialistas del exterior y del interior del país, ningún antecedente de estudios tendientes al reemplazo simultáneo de ambos.

El único trabajo corresponde a un técnico de la Pcia. del Chaco, el Sr. Roberto Luis Franco, quien propone el uso de una resina tanino-furfural como mejorador de adherencia para uso vial.

En la revista Industrial and Engineering Chemistry, un artículo del año 1938* menciona la posible aplicación del furfural con ese objeto. Dice: "Uno de los usos más interesantes y potenciales de mayor utilización del furfural es el de su empleo para la construcción de caminos bituminosos: el furfural sólo, o una mezcla de furfural y fenol, o bien del primero con anilina, se añade a una mezcla de asfalto y agregado mineral. En primer término, resulta una mejora en la acción humectante del asfal to sobre el agregado mineral y en segundo término, se incrementa la adhesión. Es también probable que se forme una película resinosa que contribuye a aumentar la resistencia de la superficie bituminosa a la acción de los agentes climáticos. Como promedio se puede establecer a

* Citado en el trabajo del Sr. Franco que figura en la bibliografía.

razón de una tonelada de furfural por milla (1.6. km.) de camino. Existe una real necesidad de perfeccionamiento en este campo y si futuros experimentos confirman los resultados ya obtenidos, el furfural podrá utilizarse en muchas millas de caminos".

El mérito del Sr. Franco fue repensar el problema en términos de la economía de su provincia, mejorando la acción del furfural, no por el agregado de fenol, sino de tanino, con lo que la formación de esa película resinosa se ve favorecida y de ahí la protección acentuada de la carpeta asfáltica contra el efecto de los cambios climáticos.

Para ello el Sr. Franco consiguió fabricar con tanino y furfural una resina al estado de resol (véase Capítulo 1) que manteniéndose líquida al aplicarse cura luego al aplicar calor sobre la carpeta o más lentamente la acción de los rayos solares.

Si la estructura de las resinas fenol-furfural no está aún debidamente aclarada, menos aún se ha estudiado la de los compuestos tanino-furfural, donde la acción debe ser muy compleja ya que debe sumarse al efecto del entrecruzamiento por los grupos metiloles, la interacción de los anillos piránicos, furánicos y fenólicos del tanino con los furánicos del furfural. Por eso la reacción procede en frío con fuerte exotermia y una gelificación que hace muy difícil el manejo del producto.

El Sr. Franco encontró que con proporciones convenientes de tanino ordinario de quebracho (variedad soluble en caliente) y furfural al 99,8% y un catalizador adecuado se pueden obtener resinas fluidas fácilmente incorporables al asfalto. El trabajo del Sr. Franco no indica la naturaleza del catalizador empleado que, pareciera desprenderse del texto, sería más un retardador de reacción que un catalizador propiamente dicho.

Los pavimentos en general pueden clasificarse según la Fig. 2.4.1. El producto que mencionamos se aplicaría sobre todo en los tratamientos de superficie.

Los ensayos de laboratorio se realizaron empleando agregados pétreos de distinto origen y muy especialmente piedra de una cantera chaqueña (Las Piedritas) que resultaba de un mojado muy difícil por los asfaltos. Como material bituminoso se empleó el asfalto diluido RC1 (ver especificaciones en Fig. 2.4.2.) o bien cemento asfáltico de penetración 70-100 (ver Fig. 2.4.3.).



FIG. 2.4.1. Clasificación de los pavimentos.

Rígidos ————— hormigón

Flexibles
(todos con asfal
to como ligante)

carpeta en caliente

tratamiento de superficie
(con granulometría del
inerte decreciente ha -
cia la capa de rodamien
to)

concreto asfáltico
(con material inerte de
granulometría uniforme
en todo el espesor de la
capa)

doble

triple

multicapa

FIG. 2.4.2. Especificaciones del asfalto diluido RC1

- Residuo a 3600

- % 70

- Ductibilidad 150

- Penetración 100

- Solubilidad en
tetracloruro
de carbono % 99.8

- Viscosidad Seg
furol a 50°C 100

FIG. 2.4.3. Especificaciones del cemento asfáltico 70-100

- Ductibilidad a 25°C	150
- Penetración	85
- Punto de Inflamación	280
- Punto de Ablandamiento 9C	48
- Solubilidad en tetracloruro de carbono %	99,4
- Solubilidad en sulfuro de carbono %	99,8
- Penetración del Residuo	65

Los resultados se muestran en la Fig. 2.4.4. Puede verse que con 1% de aditivo (calculado sobre el peso del asfalto) se llega a un 100% de adherencia en todos los casos y que con los mejores agregados minerales ese resultado se alcanza con sólo 0,4% de aditivo. Las fotografías de los anexos 6 y 7 dan una indicación visual de las diferencias de mojado de las piedras según se use o no el aditivo.

Los ensayos llevaron a la Dirección de Vialidad Provincial de la Pcia. del Chaco a ordenar a la empresa Techint S. A. el uso de piedras de Las Piedritas con ese aditivo, como prueba, en los accesos de las localidades de General Pinedo y Charata, que dicha empresa debía construir en esa Provincia (Resolución 2105 del 25.10.65). Como testigos se utilizaron aditivos elaborados por los propios laboratorios de Vialidad Provincial en los accesos a Corzuela, Avia Terai y Las Breñas y el acceso a Campo Largo construido sin aditivo alguno.

Actualmente se usan como aditivos derivados de aminas grasas que se fabrican con materia prima importada.

Los ensayos directos realizados en virtud de la resolución arriba citada habrían indicado un consumo de resina tanino-furfural del orden de 500 kgs. por km. con una economía de 40 a 50% sobre los aditivos del mercado.

Suponiendo que los 15.000 km. de rutas pavimentadas previstos por el plan nacional de desarrollo para el quinquenio 1971/75, se ejecutaran por tratamiento de superficie utilizando estas resinas como aditivo, se alcanzaría un consumo total de 7.500 ton. de resina o sea aproximadamente 1.500 ton./año en promedio.

En una comunicación personal, el Sr. Franco indicó que las proporciones en peso utilizadas fueron de 835 kgs. de tanino y 165 kgs. de furfural por cada tonelada de resina. Es decir que el consumo anterior significaría la utilización de aproximadamente 1.250 ton. de tanino y 250 ton. de furfural por año.

Si las economías establecidas en los primeros ensayos fuesen corroboradas por ensayos nacionales en mayor escala y si esas economías fuesen aplicables también a otros países, podría pensarse en importantes mercados de exportación.

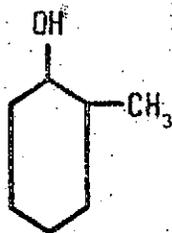
FIG. 2.4.4. Resultados de ensayos de laboratorio sobre adherencia asfalto-piedra.

Agregado mineral de la siguiente procedencia	PORCENTAJE PIEDRA DESCUBIERTA				
	En Blanco	Con 0,2 %	Con 0,4 %	Con 0,6 %	Con 1 %
Las Piedritas	100	40	10	10	0
Salta	90	20	0	0	0
Jujuy	90	20	0	0	0
Córdoba	90	40	0	0	0
Río Uruguay	100	40	0	0	0
Paraguay	60	10	0	0	0

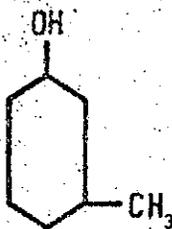
Fuente: "Resina Tanino Furfural, su empleo como aditivo" de Roberto Luis Franco, Dirección de Vialidad Provincial, Chaco, Argentina.

Además, sería necesario desarrollar tecnologías de fabricación y aplicación para otros campos como el de recubrimientos asfálticos para protección contra el pasaje de humedad en los que es necesario asegurar también una buena adherencia entre el material bituminoso y el material que se protege, especialmente hormigón.

Cada agregado, en el caso de mezclas para construcciones viales, o cada material, en el caso de protecciones, presenta un determinado comportamiento en cuanto a las fuerzas que actúan en la interfase sólido-asfalto, pero además hay factores externos que modifican generalmente en sentido negativo el efecto de esas fuerzas de superficie disminuyendo la adherencia propia del material. Entre esos factores podemos mencionar la humedad y el polvo superficial. Las resinas tanino furfural parecieran poder actuar sobre las condiciones físico-químicas de la interfase aún en presencia de esos factores adversos.



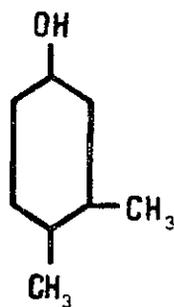
ortho - cresol



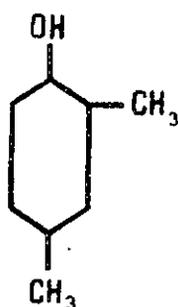
meta - cresol



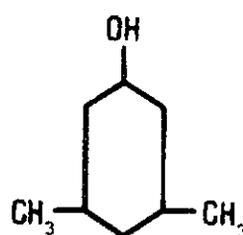
para - cresol

FORM. 2.1.2. Xilenoles o Dimetil fenoles

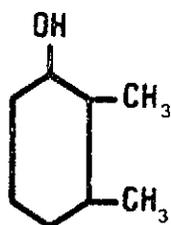
3-4 xilenol



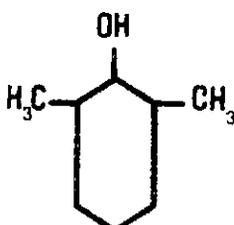
2-4 xilenol



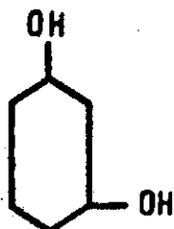
3-5 xilenol



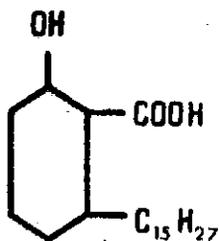
2-3 xilenol



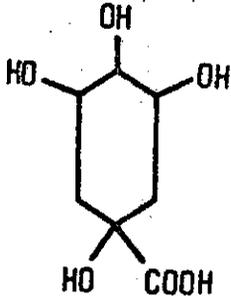
2-6 xilenol

FORM. 2.1.3. Acido p-fenol sulfónicoFORM. 2.1.4. Resorcinol

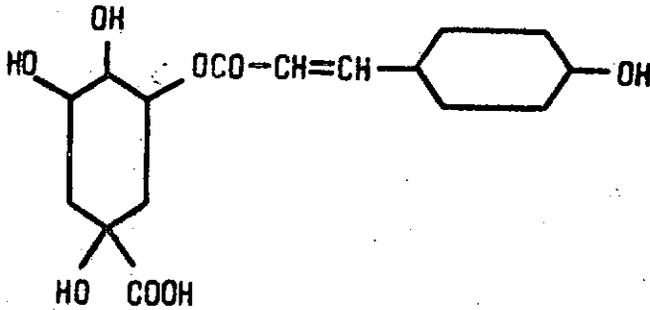
Meta-dihidroxibenceno - Peso Molecular 110

FORM. 2.1.5. Acido anacárdico

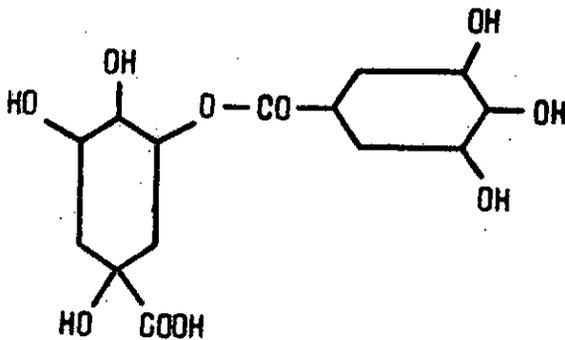
FORM. 2.2.3. Derivados fenólicos de la primera etapa de formación de taninos de quebracho (hojas).



Acido quínico

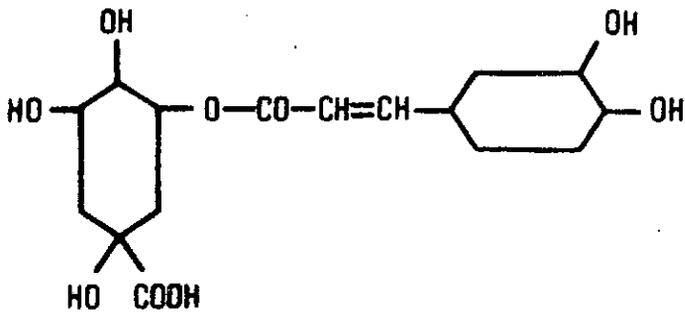


Acido p-cumaril-quinico

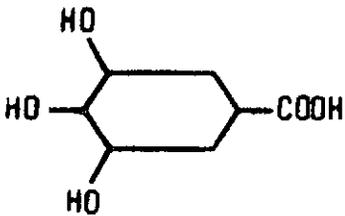


Teogalina

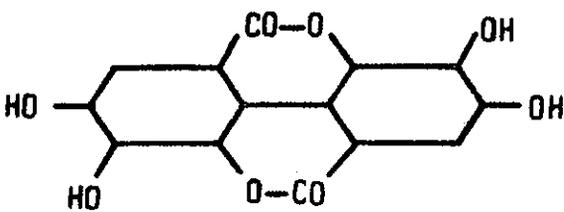
FORM. 2.2.3. Derivados fenólicos de la primera etapa de formación de taninos de quebracho (hojas) - (cont).



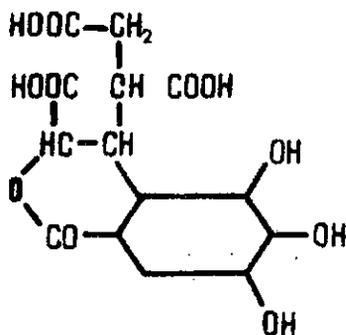
Acido clorogénico



Acido gálico

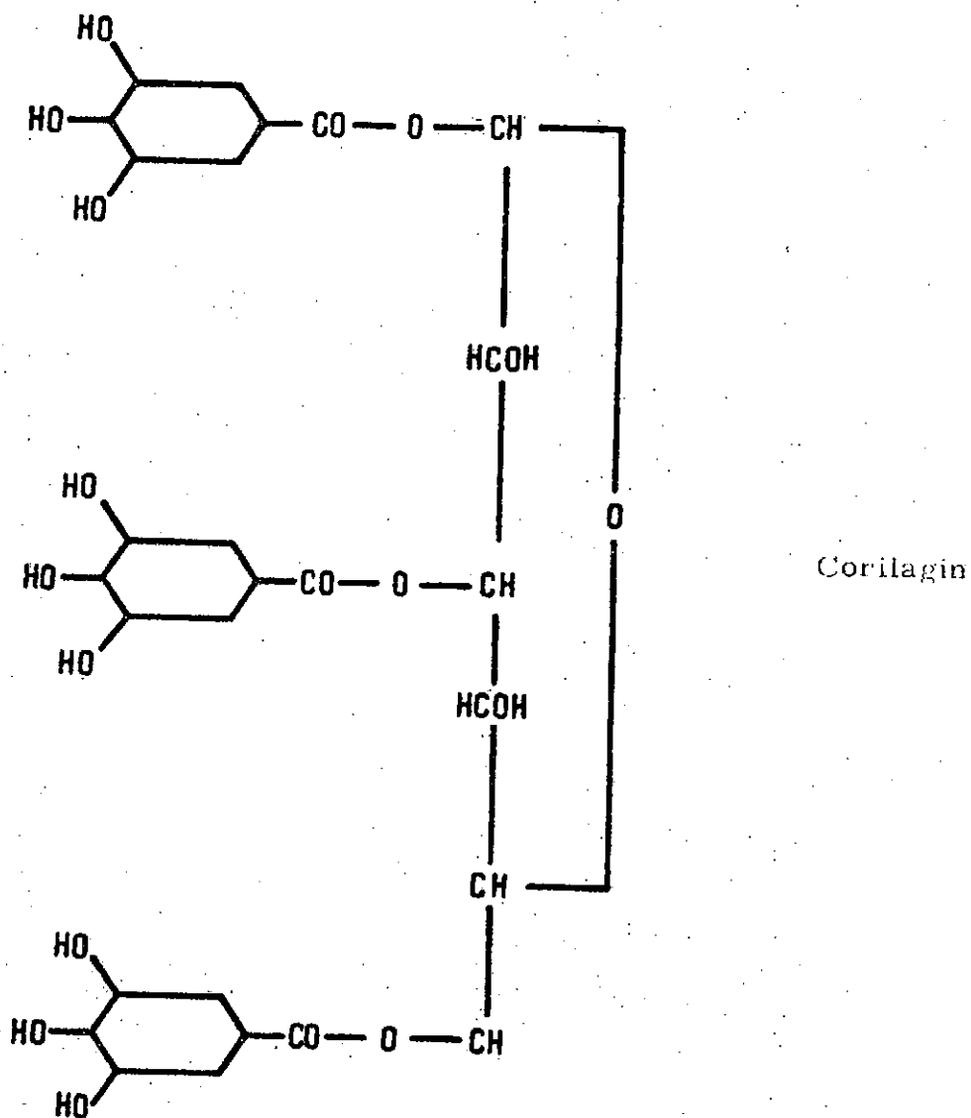


Acido elágico

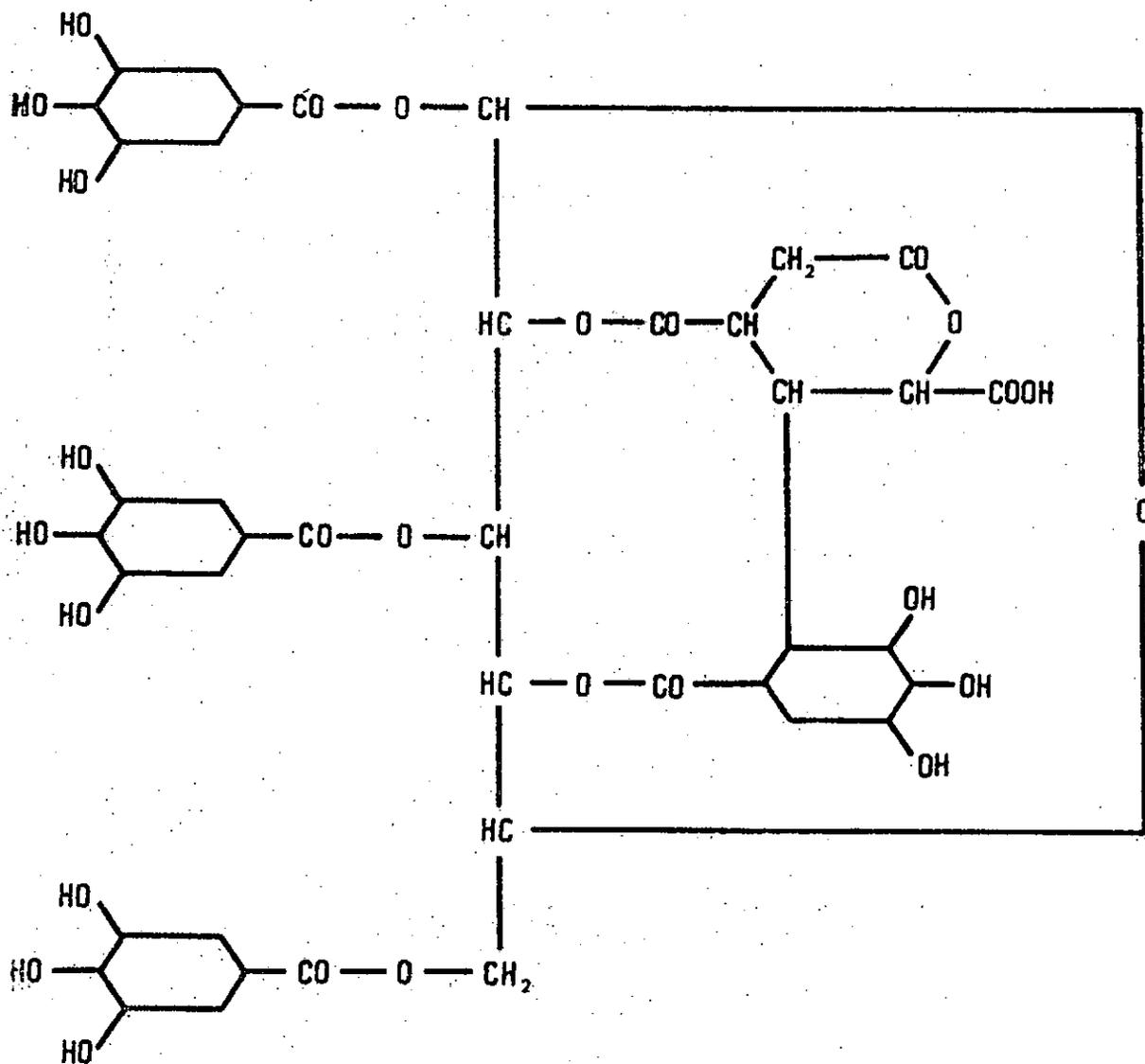


Acido quebúlico

FORM. 2.2.3. Derivados fenólicos de la primera etapa de formación de taninos de quebracho (hojas) - (cont).

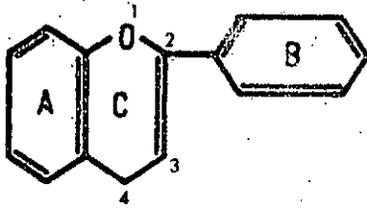


FORM. 2.2.3. Derivados fenólicos de la primera etapa de formación de taninos de quebracho (hojas) - (cont).



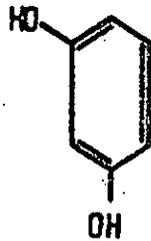
Acido quebulágico

FORM. 2.2.4. Estructura tipo de los polifenoles de la segunda etapa de formación del tanino de quebracho (albura).

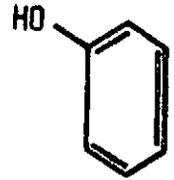


A

anillo resorcínico

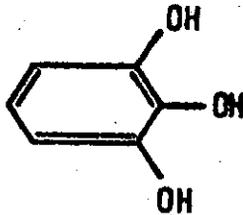


o fenólico

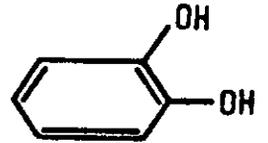


B

anillo pirogálico



o catéquico

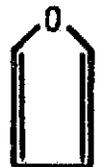


C

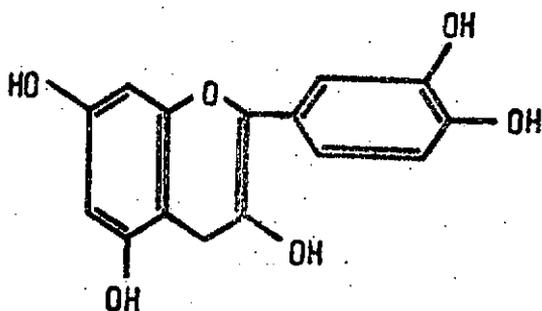
anillo piránico



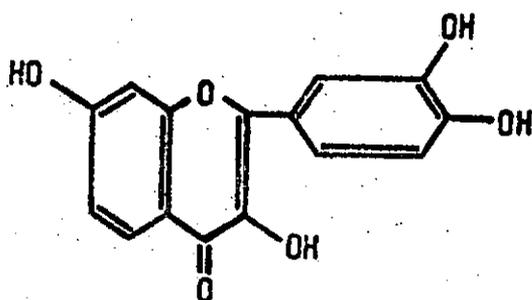
o furánico



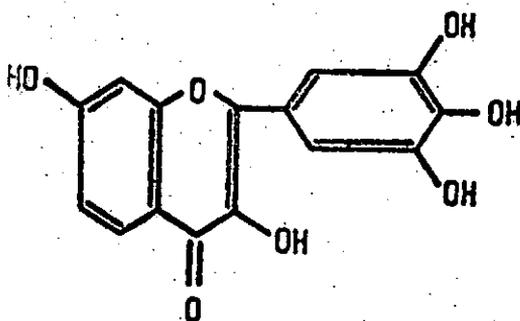
FORM. 2.2.5. Algunas variedades de polifenoles de la segunda etapa de formación del tanino de quebracho.



Catequina

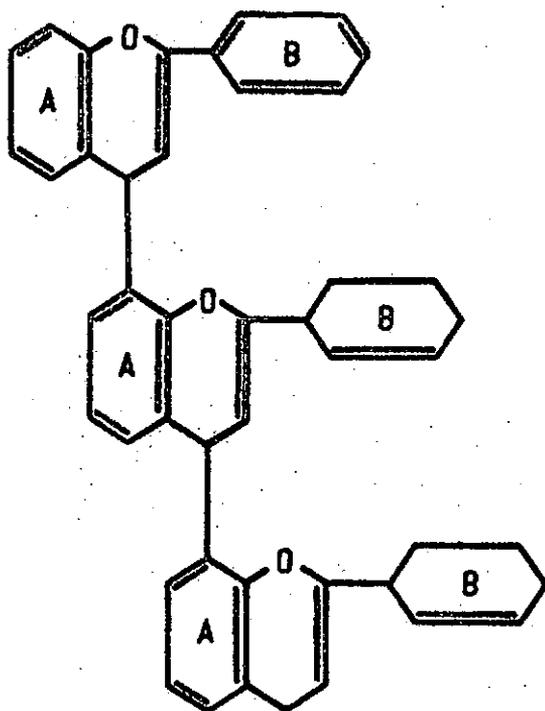


Fisetina

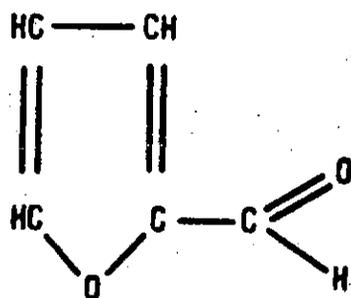


Robinetina

M. 2.2.6. Estructura final probable del tanino de quebracho (corazón del tronco)



A y B según Form. 2.2.4.

FORM. 2.3.1. Fórmula del furfural

Peso molecular: 96

CAPITULO 3

ANALISIS Y PROSPECCION DE LA SUSTITUCION DEL
FENOL POR EL TANINO DE QUEBRACHO EN DISTIN-
TAS APLICACIONES DE LAS RESINAS FENOLICAS.

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

El reemplazo del fenol por taninos vegetales ha seguido dos vías diferentes, según se trate de países productores de los extractos naturales, o de países de alto consumo de resinas fenólicas, pero donde la producción de taninos es prácticamente nula.

Los primeros (Australia principalmente) han desarrollado tecnologías para obtener el reemplazo total del fenol en ciertos usos. Solamente recurren al producto de síntesis para modificar ciertas propiedades o corregir algunos problemas que presenta la utilización de los taninos vegetales solos.

Por ejemplo, el problema de las viscosidades anormalmente altas que señalamos en el punto 2.2. y Fig. 2.2.1., puede eliminarse agregando un pequeño porcentaje de fenol que actúa como agente destructivo de las ligaduras entre hidrogeniones. (ver Fig. 3.1.1.)

Los fuertes consumidores de resinas fenólicas, en cambio, (Finlandia por ejemplo) están comenzando a incorporar en las tecnologías de aplicación de esos plásticos el uso de extractos vegetales, como modificadores de ciertas propiedades de las resinas, que favorecen su utilización. En este caso el agregado de un pequeño porcentaje de extracto conduce, por ejemplo, a un endurecimiento más rápido mejorando los ciclos de trabajo o permitiendo trabajar a menores temperaturas en algunas aplicaciones donde las resinas se usan como adhesivos. Es decir, aprovechar la propiedad que tiene el extracto de quebracho de catalizar, en cierta medida y por mecanismos de reacción todavía no bien conocidos, la reacción de los otros fenoles como el formaldehído.

En nuestro país, salvo algunos trabajos de los que nos ocuparemos en detalle más adelante, al describir el estado del reemplazo en cada uno de los campos de aplicación en particular, no ha habido programas sostenidos y organizados para desarrollar tecnologías tendientes por una vía u otra a esa sustitución.

Es así que podemos afirmar que en el mercado interno, a julio de 1971, el total de las resinas fenólicas que se consumían provenía de fenol de síntesis, no entrando en las formulaciones el extracto de quebracho ni ningún otro tanino vegetal, ni siquiera como agente modificador de algunas propiedades.

FIG. 3.1.1. Efecto del fenol sobre la Viscosidad de una Solución de Extracto de Quebracho con 47% Sólidos Totales.

<u>FENOL</u> <u>%</u>	<u>VISCOSIDAD A 25°C</u> <u>Poises</u>
0	140
2,5	48
5,0	23
10,0	10

Fuente: The Chemistry of Quebracho Extract - ITEQ, París, 1970.

Consideraremos ahora el estado de las investigaciones científicas y de desarrollos tecnológicos, en lo que concierne al reemplazo del fenol en las resinas fenol formaldehído, dejando para el próximo capítulo el panorama de las otras aplicaciones en las que el extracto de quebracho interviene como tal, sin asociación química previa con otras sustancias.

3.2. EL REEMPLAZO EN LA INDUSTRIA DE LOS ADHESIVOS

Sólo los taninos condensables (ver punto 2.2.) pueden ser usados en la fabricación de adhesivos, ya que los hidrolisables no reaccionan con el formaldehído para dar resinas entrecruzadas insolubles. Por eso se han desarrollado en este campo sobre todo las aplicaciones de mimosa, quebracho y eucaliptus. Nosotros nos concentraremos en los trabajos efectuados sobre el extracto de quebracho.

Distinguiremos el campo de las aplicaciones en madera terciada del que corresponde a su utilización en paneles de madera aglomerada que constituyen los sectores donde más se ha experimentado. Nos referiremos también a algunas otras aplicaciones como la acción aglomerante en nodos de fundición o la formación de epoxidados para el pegado de distintos elementos.

3.2.1. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA TERCIADA

Puede dividirse, a su vez, según que el extracto de quebracho sea solamente un modificador de los adhesivos fenólicos o que constituya, por el contrario, el elemento principal.

3.2.1.1. Adhesivos con Extracto de Quebracho como Modificador de las Resinas Fenólicas

Es el camino de penetración en el mercado de la industria de la madera terciada o compensados de madera que, muy inteligentemente, está siguiendo el ITEQ en los principales países productores como Finlandia, URSS y EE.UU.

Los trabajos de investigación y desarrollo más importantes, buscando la puesta a punto de fórmulas capaces de ser aplicadas en la práctica, fueron realizados en Finlandia. En ese país se están usando formulaciones conteniendo 10 a 20% de extracto de quebracho sulfitado

FIG. 3.2.1. Fórmulas típicas de adhesivos usados en Finlandia para compensados de madera.

	<u>Kgs.</u>
Resina fenol-formaldehido líquido	50
Quebracho sulfitado molido	3
Paraformaldehido	0,2
Tiza	7
Aserrín	2
Agua	4
	66,2

- Características promedio de la resina empleada:

Sólidos de resina	40/42%
Vida útil en estantería a 21°C	6 meses
Viscosidad	60 centipoises

Fuente: Quebracho for Plywood Bonding - ITEQ, París, Noviembre 1970.

en polvo sobre sólidos de resina fenol formol.

La producción de madera terciada finlandesa se dividía en 1969 en:

- terciado grado interior con resinas Urea - formaldehído - 201.561 m³.
- terciado grado exterior con resinas Fenol - Formaldehído - 250.000 m³.

Como un metro cúbico de terciado necesita aproximadamente 110 kgs. de cola fenólica, el consumo es del orden de 27.500 ton/año de resinas. Con las formulaciones típicas indicadas en la Fig. 3.2.1., el consumo simultáneo de extracto de quebracho sulfitado en polvo es del orden de 1.500 ton/año, que corresponde efectivamente a las exportaciones realizadas con ese destino y a ese fin.

Este mercado comenzó a abrirse en 1960 por la acción de una empresa privada (Priha Oy), con la colaboración del State Institute for Technical Research de Otaniemi y pasó a 300 ton. en 1965 y a la cifra antes indicada en 1969.

En 1965 el mercado de colas fenólicas finlandés se repartía entre dos firmas, la antes mencionada y la Hesto Institute, quienes utilizaban fenol ruso o checoslovaco y formol alemán. Luego, el Hesto Institute instaló una planta de formalina y comenzó a negociar con la URSS el establecimiento de una planta de resinas fenólicas en ese país para abastecer el mercado de compensado de madera.

Poco después el estado finlandés se hizo cargo del Hesto Institute y se unió a Priha Oy, constituyendo un monopolio, tanto para el formol mismo, como para las resinas fenólicas, empleando en la formulación del 100% de estas últimas el extracto de quebracho como mejorador de condiciones de trabajo y de resistencia a la intemperie.

Esa sociedad mixta vendió, en 1970, a la URSS, 3.000 ton. de resinas líquidas fenol formol, con las cantidades correspondientes de modificadores (extracto de quebracho sulfitado en polvo) y de material de carga. Como la producción total de madera terciada en la URSS es 5 veces la de Finlandia y sólo consume un 30% del extracto de quebracho que compra esta última, significa que está aplicando las formulaciones similares a las de la Fig. 3.2.1. en sólo un 2% de la producción.

Con un costo interno (mercado finés) de 364 marcos finlandeses (76 u\$s) por tonelada de resina fenólica líquida, el costo de resina en el adhesivo es del orden de 40 marcos finlandeses por m³ (8,15 u\$s). Usando 6 kgs. de extracto de quebracho, a un costo de 1.150 marcos finlandeses por tonelada (235 u\$s), se incrementa aparentemente el costo de adhesivo en aproximadamente 7 marcos finlandeses (1,425 u\$s) por m³, lo que representa:

- 17,5% del costo de la cola fenólica (40 marcos/m³).
- 0,465% del precio de venta del compensado (1.500 marcos/m³).

En realidad hay que pensar que 1 kg. de extracto de quebracho, a 0,235 u\$s, más 50 g. de paraformaldehído a 0,0175 u\$s, o sea un total de 0,2525 u\$s, reemplazan a 1,05 kg. de sólidos de resina que cuestan aproximadamente 0,19 u\$s (considerando resinas líquidas con 40% de sólidos fenol-formol).

Además deben considerarse los beneficios indirectos por la menor temperatura de prensado que ha adoptado la industria fina al utilizar estas resinas modificadas con quebracho, mejorando la calidad del producto. En efecto, en lugar de trabajar a 140 - 145°C, la industria fina ha bajado a 120 - 125°C, preservando así mejor la calidad de la madera de abedul que es la más comúnmente usada.

Finlandia ha representado pues, para el extracto de quebracho argentino, una experimentación en gran escala

en el campo de los adhesivos y de la escala de ensayo piloto ha pasado a la consolidación de uso industrial. Puede incluso resistir bien la competencia de la mimosa que se vende más barata (230 u\$s/ton. atomizada CIF, contra 234 u\$s del quebracho sulfitado molido) y se puede emplear en menor cantidad (2,5 a 3% sobre peso resina líquida, contra 5% del quebracho). Pero su reacción muy violenta, que exige un dosaje demasiado preciso para la práctica industrial, hace que los técnicos prefieran el quebracho. No obstante, la industria argentina no debe bajar la guardia frente a esa competencia y así lo está entendiendo al procurar establecer precios diferenciales para esas aplicaciones, desnaturando al mismo tiempo el extracto con sales de hierro, de manera que no pueda derivarse hacia los mercados de curtiembre.

La acción del ITEQ puede convertir la conquista del mercado finlandés en un trampolín para el asalto de otros productores de mayor volumen como EE.UU., Canadá, Rusia y Japón. Ya hemos visto que la acción, en cuanto a Rusia, se está realizando por vía indirecta a través de Finlandia. El mercado de la URSS ofrece características muy peculiares que pueden resumirse en los siguientes hechos:

- Rusia vende fenol a Finlandia y compra las resinas fenólicas que su industria de compensado necesita.
- produce poco terciado resistente a la intemperie y ese tipo de producción se destina fundamentalmente a la exportación hacia Gran Bretaña.
- si se lograra una penetración similar a la de Finlandia, el mercado soviético podría representar un consumo del orden de los 7.000 ton/año de extracto de quebracho.
- el Ministerio de la Madera Soviético parecería no demostrar mayor interés por desarrollar una industria propia de adhesivos.

FIG. 3.2.2. Fórmula típica de adhesivo en EE.UU. para compensado de madera de abeto Douglas.

	<u>Kgs.</u>
Agua	385
(1) Relleno Norprofil	175
Harina de Trigo	52
Hidróxido de Sodio al 50%	46
Carbonato de Sodio	14
(2) Resina Líquida Fenol - Formol	1.000
Extracto de Quebracho sulfitado atomizado	50
Paraformaldehido	2,5
	1.724,5

(1) Composición no identificada.

(2) Tipo Reichhold Nº 22506, con aproximadamente 33% de sólidos fenol formaldehido.

Fuente: Quebracho for Plywood Bonding - ITEQ, París, Noviembre 1970.

En los EE. UU. y Canadá, como en el Japón, la conquista del mercado de adhesivos para madera terciada se está realizando más lentamente. Son mercados más complejos, en cuanto a sus características técnicas y empresarias, que el finlandés. Empresarialmente, en lugar de un monopolio mixto (estatal-privado), asistido tecnológicamente por un instituto estatal de investigaciones, existe una fuerte competencia entre los distintos productores, cada uno deseoso de desarrollar y conservar para su uso exclusivo nuevas tecnologías. Técnicamente, en lugar de una madera de alta calidad y baja humedad como el abedul, debe utilizar distintas especies que van desde el abeto Douglas de la región oeste, que permite métodos de encolado similares a los fineses, hasta el pino Loblolly del sur que por sus fibras gruesas y gran poder absorbente exige el desarrollo de técnicas especiales. Además, el enfoque norteamericano, más que a reducir la temperatura de prensado para incrementar la calidad, tiende a reducir el tiempo de prensado.

Existe todavía una tercera diferencia: la técnica fina emplea "batches", o tachadas, relativamente chicas y repone regularmente resina fresca, admitiendo tiempos de vida útil de la mezcla tan bajos como 6 horas. En USA y Canadá se prefiere preparar las mezclas en grandes volúmenes que exigen que el adhesivo tenga una viscosidad apta para el encolado hasta 72 horas después de preparado.

Para las maderas tipo abeto Douglas, una formulación similar a la fina (Fig. 3.2.2.), pero el uso de resinas líquidas fenol formol americanas, con menor contenido de sólidos y mayor cantidad de alcali libre que las finas, permitió obtener buenos resultados con tiempos de prensado del orden de 3 a 4 minutos a 130-140°C. La presión alcanza a 12,5 kgs./cm² y la cola se extiende a razón de 260-310 g/m².

Para las maderas de fibras más gruesas, tanto en el sur de los EE. UU., como en el Japón que usa especies vegetales similares, se está probando con formulaciones basadas sobre resinas fenólicas secadas por spray y agregado de mayor cantidad de extracto y de materiales de relleno (ver Fig. 3.2.3.). Lo que se busca es:

FIG. 3.2.3. Fórmula típica de adhesivo para madera de fibras gruesas y alto contenido de humedad.

	<u>Kgs.</u>
Resina Fenol- formol atomizada	50
Agua	50
Extracto de quebracho sulfitado atomizado	5
Harina de cáscara de nuez	8
Tiza	10
	<hr/>
	123
	<hr/> <hr/>

Fuente: Quebracho of Plywood Bonding - ITEQ, París, Noviembre 1970.

- compensar la mayor humedad de las fibras (5 a 7%, contra 2 a 3% del abeto o abedul) con un menor contenido en agua de la cola para evitar ampolladuras.
- dar una mayor viscosidad inicial que contrarreste la mayor penetración en frío que ofrecen las chapas de madera por el grosor de las fibras, permitiendo, al mismo tiempo, un curado rápido a temperatura baja para evitar la penetración durante el prensado.

En Finlandia están enfrentando, en grado menor, un problema similar. Frente a la disminución de reservas de abedul, están empezando a usar Pino Spruce en las capas intermedias y como éste es más poroso exige también acondicionar la penetración de la resina sin afectar tiempo y temperatura de prensado.

Un sólo fabricante de colas en USA vende alrededor de 120.000 ton/año de colas fenólicas para la industria del terciado. Si se impusiera el uso del 5% de extracto de quebracho previsto, significaría un mercado de 6.000 ton/año.

Resumiendo:

El extracto de quebracho, por los núcleos de resorcinol y catecol (ver química del quebracho en capítulo 2), puede catalizar al igual que el resorcinol mismo (ver también capítulo 2) el curado de las resinas fenólicas usadas como adhesivo permitiendo un pegado más rápido o a menor temperatura.

Puede, por una selección adecuada del tipo de resina fenólica a emplear y de la cantidad y calidad de los materiales de relleno, producir colas apropiadas para diferentes maderas y distintas condiciones de operación. Se usa frecuentemente el extracto sulfitado porque, al tener éste ocupados sitios reactivos con grupos sulfónicos, se puede controlar mejor la reacción sin exigir una precisión muy rigurosa en los métodos de dosaje.

El ensayo finlandés permite prever la conquista de otros mercados y en la Fig. 3.2.4. se han construido hipótesis de máxima y de mínima sobre las posibilidades en los principales mercados conocidos.

La penetración de los mercados será tanto más fácil cuanto más se aproximan al costo del quebracho más el del formaldehído extra que necesita, al costo de los sólidos de resinas fenólicas.

3.2.1.2. Adhesivos a base de extracto de quebracho.

La cinética de la reacción del extracto de quebracho con formaldehído fue estudiada por M. Disdier siguiendo en función del tiempo el consumo de formaldehído. Ese experimentador usó quebracho común en solución y experimentó efectuando distintas combinaciones para los siguientes valores de las principales variables que influyen en la reacción:

- Temperaturas: 20, 75 y 100°C.
- Concentración de extracto de quebracho común (soluble en caliente) como extracto seco de la solución: 10 y 40%.
- pH - 7, 9 y 11.
- Concentración de formaldehído sobre peso de extracto seco de quebracho: 4, 6 y 8%.

Los resultados pueden resumirse así:

- 3.2.1.2.1. a una temperatura dada, la velocidad de reacción del formaldehído con el tanino aumenta al pasar el pH de 7 a 11, presentando a veces máximos para un pH intermedio.
- 3.2.1.2.2. esta velocidad aumenta también en proporciones considerables con la temperatura.

FIG. 3.2.4. Aumento de consumo de tanino de quebracho posible por conquista de algunos mercados exteriores de adhesivos para madera terciada, usando el extracto como modificador de resinas fenol-formol.

Ubicación Geográfica	Hipótesis Mínima ton/año	Hipótesis Máxima ton/año
Finlandia	1.500 (1)	2.700 (2)
URSS	2.100 (3)	7.000 (4)
EE. UU.	6.000 (5)	17.500 (6)
Canadá	500 (5)	1.650 (6)
Japón	1.700 (5)	5.200 (6)
Corea, Filipinas y Taiwan	770 (5)	2.300 (6)
Alemania Occidental, Francia e Italia	465 (5)	1.400 (6)
Polonia, Checoslovaquia, Rumania y Yugoslavia	320 (5)	960 (6)

Bases de cálculo: 5,5 kgs. de extracto de quebracho sulfitado en polvo por cada 100 kgs. de resina fenol formol líquida y uso de 110 kgs. de esta resina por m³ de terciado.

- (1) Mercado actual con aprox. 50% de la producción total de terciado en grado exterior (W. B. P.) o sea 250.000 m³/año.
- (2) Suponiendo que un valor equivalente a toda la producción actual de compensado se vuelque a grado WBP, lo que puede ocurrir alrededor de 1975 - (450.000 m³/año).
- (3) Abasteciendo el total de la producción rusa grado WBP (350.000 m³/año) que representa un 20% del total de compensado producido en ese país.
- (4) Suponiendo que la distribución de la producción en URSS sea, alrededor de 1975, la misma que la actual de Finlandia, o sea, que un valor correspondiente al 50% del total actual se vuelque al grado WBP.
- (5) 7% de la producción total de compensado volcada al tipo WBP, lo que corresponde en promedio a la realidad en cada uno de los países, y usando quebracho como modificador de resinas fenol formaldehído (en EE. UU. -- significaría la aceptación de su comercialización por una sola empresa productora de colas fenólicas para la industria del terciado).
- (6) Suponiendo un 20% de la producción total de compensado volcada al tipo WBP y usando quebracho como modificador de resinas fenol-formaldehído.

- 3.2.1.2.3. el tiempo de gelificación de soluciones al 10% de extracto de quebracho, para un pH y temperatura dadas, disminuye cuando la concentración de formaldehído aumenta. Para una concentración de formaldehído dado, el tiempo de gelificación de la solución a 20°C es 6 a 10 veces más largo a pH 11 que a 9, mientras que a 100°C ó 75°C ese tiempo pasa por un mínimo a pH 8.
- 3.2.1.2.4. Con soluciones al 40% de extracto de quebracho las mezclas son, en general, tan espesas desde el comienzo que no se puede hablar de gelificación. Si se considera el tiempo de endurecimiento éste decrece continuamente al pasar de pH 7 a 11 a 75°C y 100°C y pasa por un mínimo a pH 9 a 20°C.

A un pH dado, el endurecimiento a 20 y 75°C es prácticamente el mismo con las distintas concentraciones de formaldehído, pero decrece con la concentración de formaldehído a 100°C. A pH 11 y a esta última temperatura el endurecimiento tiene lugar solamente algunos segundos después de poner en contacto los reactivos.

En base a estas experiencias y otras similares realizadas en distintos laboratorios, pero muy especialmente en Australia, y en base al hecho ya señalado (punto 3.1. y Fig. 3.1.1.) de que el fenol modifica favorablemente las viscosidades anormalmente altas de las soluciones con alto contenido en extracto de quebracho común, se han realizado formulaciones para usar este tanino vegetal directamente en la preparación de adhesivos para madera terciada grado exterior (W. B. P.).

En la Fig. 3.2.5. se dan algunas fórmulas típicas y los resultados de la prueba de adhesión (ver punto 1.4.7.1. y anexo) en una escala que va de 0 (fallas únicamente en la junta y no en la madera) hasta 10 (fallas únicamente en la madera y no en la junta). Se han incorpora-

FIG. 3.2.5. Fórmulas y resultados con adhesivos a base de extracto de Quebracho

F O R M U L A S		Quebracho Común		Quebracho Sulfitado		
		Sin Fortificación	Con Fortificación	Sin Fortificación	Con Fortificación	
Extracto de Quebracho (Peso Seco)		100	90	100	90	
Agua		130	118	108	99	
Hidróxido de Sodio		1, 2	1, 1	0, 9	0, 8	
Resina fenol-resorcinol-formol (peso Seco)		-	10	-	10	
Aserrín o harina de madera		10	10	10	10	
Paraformaldehido		10	10	10	10	
Fenol		5	4, 5	-	-	
Fallas en la madera	Placas con 5% de Humedad	En seco	7, 5	7, 5	7, 8	8, 9
		Después de ebullición	7, 9	6, 5	7, 7	6, 4
	Placas con 10% de Humedad	En seco	6	8, 3	3, 6	6, 3
		Después de ebullición	5, 8	6, 9	3, 3	5, 6
Valores obtenidos c/ Fórmula 3.2.3. y - con madera Lauán - de Japón	Placas con 3% de Humedad	En seco	9			
		Después de ebullición	9, 5			
	Placas con 8% de Humedad	En seco	8, 3			
		Después de ebullición	4, 0			

(1) El trabajo no indica el tipo de madera.

Fuente: Quebracho for Plywood Bonding - ITEQ - 1970

do también los resultados obtenidos "fortificando" la acción del tanino por el agregado de resinas fenol-resorcinol-formaldehído del tipo estudiado en el punto 2.1.

Hemos agregado para comparación los valores obtenidos con la fórmula de la Fig. 3.2.3., en la que el quebracho se utiliza sólo como mejorador de una preparación especialmente concebida para madera de fibras gruesas y alta humedad.

Se ve:

- 3.2.1.2.5. que se pueden obtener uniones de alta resistencia a la ebullición, tanto con quebracho ordinario como sulfitado, siempre que la humedad de las maderas no sea mayor del 5%.
- 3.2.1.2.6. que la fortificación con resinas fenol-resorcinol-formaldehído sólo se justifica para maderas de alto contenido de humedad (10%)
- 3.2.1.2.7. que los valores obtenidos con las resinas de quebracho ordinario, fortificado para maderas de alta humedad, son equivalentes a las registradas con resinas fenol formol mejoradas con quebracho.
- 3.2.1.2.8. que suponiendo que estas resinas de quebracho fueran adoptadas, y que de ellas se sigan necesitando 110 kg. por m³ de terciado, las hipótesis mínimas y máximas de la Fig. 3.2.4. llevarían a cifras del orden de diez veces las indicadas.

Para ello sería necesario que se dieran simultáneamente dos condiciones:

- 3.2.1.2.8.1. que el método fuera probado a escala comercial y que hubiera, por lo tanto, tecnologías perfectamente desarrolladas para los distintos tipos de madera y condiciones de trabajo.

- 3.2.1.2.8.2. que el quebracho compitiese en el precio con el fenol, teniendo en cuenta que las resinas para este sistema, a base de extracto de quebracho, requieren menos formol y se preparan más fácilmente.

Dadas estas dos condiciones habría que vencer la resistencia que, lógicamente, opondrán los fabricantes de resinas fenólicas, pues estas colas las podría preparar directamente el usuario adquiriendo los componentes, mientras que en el sistema descrito en el punto anterior, 3.2.1.1., uno de los componentes, la resina fenólica misma, exige un proceso de preparación previo y el usuario, lo único que hace es agregar a ella el extracto de quebracho como un componente más de la mezcla. Normalmente lo compra al mismo fabricante que le provee la resina, el cual se lo entrega mezclado con los otros materiales de relleno bajo un nombre de fantasía que oculta la verdadera composición de la mezcla.

Así, por ejemplo, las firmas danesas que han adoptado el método de las resinas modificadas con quebracho suelen vender la resina líquida fenol-formol junto con la mezcla de carga compuesta por el extracto sulfitado molido, aserrín o harina de madera y tiza o creta.

- 3.2.1.2.9. Hay que desarrollar formas de comercialización adecuadas para el empleo de estas colas, pues, una vez mezclados los componentes en formulaciones como la de la Fig. 3.2.5., la vida útil de la mezcla, o pot life, suele ser muy corta (2 ó 3 horas). Como la reacción a pH y baja temperatura es lenta, uno de los métodos que se probó consistía en mezclar el ex

tracto con el formaldehído y aplicar esta mezcla en una de las caras, mientras que el catalizador alcalino era aplicado en la otra cara a unir. Nada de esto se ha puesto a punto todavía y habría que realizar ensayos en escala de laboratorio y semi-comerciales.

3.2.1.3. Adhesivos con extracto de quebracho como modificador de colas ureicas.

La acción catalítica del tanino de que hablamos en 3.1., parece ejercerse también sobre la reacción de la urea con el formaldehído. En este caso se obtiene, además, una mejora en la resistencia al agua de las colas ureicas resultantes.

Se pueden preparar mezclando los ingredientes secos (ver fórmula tipo en Fig. 3.2.6.) obteniéndose un polvo muy estable que sólo requiere el agregado de agua para ser usado.

Consideramos que la corteza de mimosa indicada en la fórmula puede ser reemplazada por otros materiales similares regionales, como corteza de eucalipto o del mismo quebracho. Habría que estudiar si en este caso la acción es simplemente de relleno, o si hay aporte de grupos reactivos a través de la corteza pulverizada o del aserrín, como podría haberlo también en la cáscara de coco o de nuez.

Si se quiere aumentar aún más la estabilidad del preparado, puede omitirse el paraformaldehído de la mezcla inicial y agregar los grupos metilo como una solución de formalina junto con el agua necesaria cuando se prepara la "tachada" de cola para su aplicación prácticamente inmediata.

Se señala que si en la fórmula de la Fig. 3.2.6. se emplea harina de centeno como relleno, se obtiene una extraordinaria resistencia a la humedad habiendo aguantado algunas probetas más de 1000 horas de inmersión en agua hirviendo.

FIG. 3.2.6. Fórmula típica de adhesivo ureico modificado con extracto de quebracho.

Urea	4
Extracto de quebracho común	20
Paraformaldehido	6,6
Bicarbonato de sodio	1
Relleno *	

* Mezcla de harina de cáscara de coco, caolin, aserrín de quebracho y corteza de mimosa.

Fuente: White. T. y Knowles E. - The Use of Mimosa and Quebracho tannins in Adhesive Manufacture. (fotocopia sin pie de imprenta).

3.2.2. RESINAS EPOXI BASADAS EN TANINO

Vimos en el punto 1.4.7.2. que las resinas fenólicas mezcladas con las resinas epoxi encontraban aplicación en el pegado de metales por su gran poder de adhesión.

Los trabajos de Knowles y White mostraron que los compuestos fenólicos de los taninos pueden reaccionar directamente con la epiclorhidrina (Form. 1.4.1.), dando compuestos epoxidados similares a los del bisfenol. Para evitar que el entrecruzamiento lleve a la insolubilización de la resina formada, debe metilarse previamente el extracto tánico.

3.2.3. APLICACION EN LA FORMACION DE NOYOS DE FUNDICION

Para el ligado de noyos se ha ensayado tanto con mezclas de resoles y extracto de quebracho, como con mezclas simples de extracto con paraformaldehído usando en este caso el ácido para toluenosulfónico (véase punto 1.4.7.3.) como catalizador. Los ensayos de Knowles y White indican también una posible reducción del tiempo y/o la temperatura de horneado, así como una fácil recuperación de la arena del material utilizado.

3.2.4. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA DE LOS TABLEROS DE PARTICULAS

Analizaremos los trabajos realizados en Argentina por los Dres. Nico y Borlando en el Laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas (LEMIT) de la Provincia de Buenos Aires y por el Ing. Bertolucci en el Instituto de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Tucumán. Estudiaremos también los ensayos efectuados en el Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) de Australia.

3.2.4.1. Trabajos de LEMIT

Ya en su primera publicación de 1950, el Dr. R. Nico señala, no sólo la posibilidad de utilizar el tanino como aportador de fenoles en polvos de moldeo para obtener productos similares a los de la bakelita clásica, sino también al hecho de utilizar directamente la

reacción del extracto de quebracho con el fenol como material encolante para el pegado o aglomerado de madera.

Realiza en esa primera etapa tres tipos de ensayos de aglomerados:

- 3.2.4.1.1. moldeo de placas con aserrín grueso y trozos de virutas de madera de quebracho impregnados con hexametilentetramina (ver Form. 1.2.4.).
- 3.2.4.1.2. moldeo de placas con aserrín grueso y trozos de virutas de madera común impregnada con extracto de quebracho sulfitado y hexametilentetramina.
- 3.2.4.1.3. moldeo de placas con aserrín grueso y trozos de virutas de madera de quebracho impregnada con extracto de quebracho sulfitado y hexametilentetramina.

Es interesante la observación del Dr. Nico de que las propiedades de los aglomerados mejoraban visiblemente si se emplea extracto ordinario de quebracho en lugar del sulfitado. En ese primer trabajo se dan valores experimentales sobre absorción de agua (según norma ASTM D- 570 - 42) y resistencia al impacto de los aglomerados, pero no se habla de su estabilidad dimensional ni de sus propiedades mecánicas (posiblemente por las dimensiones reducidas de las muestras obtenidas).

Al referirse específicamente al uso del extracto como adhesivo para el pegado de madera los datos que suministra son muy escasos. Suponemos que puede deberse al hecho de estarse cubriendo en ese momento con patentes a favor del LEMIT, estas nuevas aplicaciones del tanino. Lo cierto es que no se indica cuál es la composición del polvo que le permite alcanzar la estabilidad de un año, ni cómo se obtiene una vida útil de la mezcla en solución lista para el uso de diez días mantenida a 30°C (compárese con lo dicho en 3.2.1.2. y especialmente en 3.2.1.2.9.).

El trabajo asegura que el encolamiento que se logra es de buena potencia y resistencia a la acción del agua fría y caliente, pero no da los valores del porcentaje de fallas en la madera de las probetas ni en seco ni después de la ebullición.

En la publicación del año 1959 realizada en la revista *Kunststoffe*, el Dr. Nico, en colaboración con el Lic. Cremaschi, retoma en particular la aplicación del tanino a los paneles de aglomerados, trabajando tanto con partículas de madera de álamo del Delta del río Paraná, como con partículas de "granza" de lino que quedan como residuo de la explotación oleaginosa o textil del vegetal.

El trabajo compara los resultados obtenidos con dichos materiales y adhesivos de urea formaldehído versus tanino de quebracho formaldehído. En todas estas experiencias emplea el extracto sulfitado y, como fuente de formol, la formalina, o bien, la hexa metilentetramina. Encuentra tiempos de vida útil de la mezcla con valores similares a los indicados en 3.2.1.2.9.

Los investigadores realizan además un adecuado balance de materiales para agregar en la pulverización la cantidad de agua necesaria y suficiente como para obtener la humedad deseada en los paneles, en función de la humedad de las partículas y de la cantidad de sólidos de resina a incorporar. Los paneles obtenidos fueron de 1,85 x 35 x 46 cm. y alcanzaron una densidad de 650 kg./m³ en los de partículas de madera y de 600 kg./m³ en los de paja de lino.

Los ensayos físicos y mecánicos se hicieron siguiendo las normas británicas Bs 1811 - 1952 (Methods of test for wood chipboards, wood waste boards and similar boards) y las americanas ASTM D-1037-55T (Tentative methods of test for evaluating the properties of building fiber boards) y los resultados se producen en la Fig. 3.2.7. Es útil comparar estos

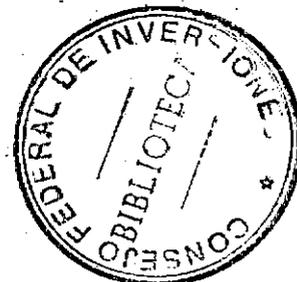


FIG. 3:2.7. Valores de propiedades físicas y mecanismos en tableros de partículas según ensayos del LEMIT.

	M A D E R A				L I N O			BS. 2604-1955
	6,5-7% UF	10-10,5% EQ-H	13-14 % EQ-H	10-10,5% EQ-F	6,5-7% UF	10-10,5% EQ-H	13-14% EQ-H	Exigencia mínima
Módulo de rotura por Flexión kg/cm ²	280,27	304,8	288,4	266,7	157,5	123,0	157,6	151,84
Tensión por rotura por Tracción kg/cm ²	137,66	150,30	152,2	131,8	82,0	67,4	58,9	--
Absorción de Agua 24 horas %	64,00	43,6	46,0	55,0	57,0	53,2	59,3	75,0
Estabilidad dimensional %	0,24	0,32	0,34	0,32	0,18	0,22	0,31	--

Fuente: Nico R. y Cremaschi J. - Adhesivo de tanino de quebracho-formaldehido, - Kunststoffe - Plásticos 1959, Nº IV - Pág. 146.

UF = Urea formaldehido // // // EQ - H = extracto de quebracho sulfitado-hexametilen tetramina. // // // EQ-F = extracto de quebracho sulfitado - formaldehido.

El trabajo no especifica si la tensión de rotura por tracción es paralela o perpendicular a las caras, pero por los valores suponemos que representa la primera. -- Los porcentajes expresan peso de sólidos depresivos sobre el peso de partículas.

valores con los de un tablero comercial de partículas de madera dados en Fig. 1.4.8. y con los valores mínimos exigidos por nuestras normas IRAM 11546 (anexo 5).

Como concluía el mismo trabajo "los resultados obtenidos dicen de la aptitud, pero no pueden servir para prever el éxito de un adhesivo de tanino en la producción en escala industrial de paneles de partículas, pues en ésta pueden incidir variables que no han podido ser experimentadas todas juntas con nuestra técnica operatoria".

En el trabajo publicado por el Dr. Borlando en 1963, sobre paneles de bagazo sólo se hace una ligera referencia al empleo de resinas de extracto de quebracho en el sentido de que "deberá considerarse con interés toda tentativa tendiente a utilizar el mencionado adhesivo, también en el caso de producir paneles de bagazo". Pero la experimentación cuyos resultados se dan en la publicación sólo emplean resinas clásicas del tipo ureico.

Entre 1966 y 1967 el LEMIT, a pedido de la empresa propietaria de la fábrica de tableros COINDEL y del Sr. León de Errasti, deseoso de aplicar el procedimiento con madera de Cohihue y Lengua de la zona de Epuyen, retoma los trabajos sobre producción de paneles con extracto de quebracho. Esta vez conduce los trabajos el Dr. Luis A. Borlando.

Por gentileza del Ing. Hinckeldeyn hemos tenido acceso a los resultados de los ensayos que el LEMIT realizara para COINDEL y que entrañan tres series:

- 3.2.4.1.4. con astillas o "chips" de algarrobo y colas de extracto de quebracho sulfitado y formol.
- 3.2.4.1.5. con astillas o "chips" de algarrobo y colas de extracto de quebracho y formol.

3.2.4.1.6. extensión de la 3.2.4.1.4.

Las formulaciones se hicieron en un rango de pH entre 6 y 7, mientras que los trabajos señalados en el punto 3.2.1.2. muestran que las resinas más fuertes se obtienen a pH 8 - 9 y con quebracho ordinario.

El enfoque siguió siendo principalmente el de comparar los resultados físicos y mecánicos con los de un buen panel a base de urea formaldehído. No se apuntó a obtener, aprovechando las ventajas del tanino de quebracho, paneles de gran resistencia a la ebullición (boil test) y de buena estabilidad dimensional, capaces de secar después de largos ensayos con agua en ebullición, manteniéndose dentro del 5% de sus valores iniciales en cuanto a dimensiones y resistencia. Por ello no se probó, por ejemplo, el aumento de efecto hidrófugo obtenido añadiendo ceras o parafinas a las formulaciones con extracto de quebracho.

La prueba de estabilidad dimensional practicada en el LEMIT consistió, en todos los ensayos, en medir los incrementos porcentuales de las dimensiones de probetas acondicionadas en ambientes con $40 \pm 5\%$ y $90 \pm 5\%$ de humedad relativa respecto a las dimensiones de esas mismas probetas desecadas en estufa. El LEMIT ensayó también la corrosión del adhesivo sobre los materiales metálicos en contacto con los paneles durante el prensado obteniéndose los resultados indicados en Fig. 3.2.8.

La ausencia de ataque sobre el acero en las condiciones de trabajo de la prensa puede deberse a que a las temperaturas utilizadas no existe posibilidad de que se condense agua sobre las placas.

El conjunto de publicaciones no indica si se realizaron estudios sobre el tiempo de resinificación o curado, que comercialmente es importante pues la prensa suele ser el cuello de botella del proceso.

FIG. 3.2.8. Ensayos de corrosión de adhesivos a base de extracto de quebracho sobre aluminio y acero.

	<u>Pérdida de Peso</u> <u>mg/cm²</u>
a) Inmersión en Caliente - 70°C durante 20 hs. y luego 7 días a temperatura ambiente.	
- Aluminio - sólo ligera pérdida de brillo	0,08
- Hierro - ataque significativo	4,6
b) Inmersión en frío 7 días a temperatura ambiente.	
- Aluminio - inalterado	0,03
- Hierro - opacamiento	0,07
c) Inclusión en Paneles - 30 días.	
- Aluminio - no hay ataque	.-
- Hierro - Ataque intenso	.-
d) Ensayo en planta - Confección de tres paneles usando dos láminas de acero portantes previamente arenadas 140°C.	
- No hay ataque.	.-

Fuente: Ing. Hinckeldeyn; comunicación privada.

FIG. 3.2.9. Composición química de bagazo de caña de azúcar y maderas

(en % sobre base seca)

	Bagazo	Haya	Pino
Celulosa	46	45	42
Lignina	23	23	29
Pentosas - Hexosas	26	22	22
Otros	5	10	7

Fuente: Bartolucci, L. y Rengel, F. - Paneles de bagazo de caña de azúcar y Resina de Tanino de Quebracho-formaldehido-Tucuman, 1967.

3.2.4.2. Experiencia en la Universidad Nacional de Tucumán

El objetivo de los Ings. Bartolucci y Rengel fue el de aprovechar simultáneamente dos materias primas nacionales, el bagazo, residual de la obtención de azúcar de caña, y el tanino. Seguían así, las líneas del LEMIT cuando ensayaba la fibra de lino y el extracto de quebracho. También la estrategia de ataque del problema era similar, en cuanto a que procuraban comparar las propiedades de tableros de igual material básico obtenidos con resinas ureicas por un lado y con tanino por el otro, antes que desarrollar un tablero original de gran resistencia a la intemperie.

La utilización de bagazo como material de base quedaba justificada por su composición similar a la de otras partículas usadas internacionalmente (ver Fig. 3.2.9.). Existen además plantas industriales que están produciendo paneles con este material, aunque con resinas convencionales: en Cuba desde 1957 y, el más reciente, en el Departamento Frances de Ultramar de Reunión en el Caribe que, desde 1965, exporta 42 ton/día de paneles de bagazo al mercado europeo, compitiendo ventajosamente en calidad y precio con los tableros de astillas de madera.

Estos investigadores también utilizaron el extracto de quebracho sulfitado y, como fuente de formol, la hexametilentetramina. Comprendiendo, al igual que los experimentadores del LEMIT, que esta última no es económica, ensayaron su reemplazo por formol al 40% (formalina) y amoníaco al 25%.

Probaron distintas formulaciones hasta llegar a las indicadas en la Fig. 3.2.10., que tienen, según los autores, buenos tiempos de curado y que, por lo tanto, permitirían trabajar con adecuados ciclos de prensado.

Bartolucci y Rengel realizaron balances de agua a fin de que la humedad incorporada con la cola fuese la necesaria y suficiente como para dar uniones sólidas (si

FIG. 3.2.10. Fórmulas de resinas empleadas en los ensayos de obtención de paneles de bagazo en la Universidad Nacional de Tucumán.

- Extracto de quebracho sulfitado en polvo (con 6,5% de humedad)	100	100
- Hexametilentetramina	9	
- Formaldehído		7
- Amoníaco		2

Tiempo de gelificación a 100°C.: 262 seg. (4,5 min.)

la cola penetra demasiado en las partículas de adhesión es floja) y de que no se produjeron ampollas o sopladuras.

Las muestras permitidas por la prensa con que se trabajó en el Instituto de Ingeniería Química tenían 1,15 x 20 x 18,4 cm. y dieron paneles de una densidad que oscilaba entre 660 y 680 kg/m³. Una primera serie de ensayos sirvió para determinar el porcentaje óptimo de extracto de quebracho sobre fibras secas y los resultados se dan en la Fig. 3.2.11. Luego, en una segunda serie con 15% de extracto de quebracho sobre fibras secas, se ensayaron distintos tiempos de prensado a 20 - 22 kg/cm² y 140 - 150°C. Los resultados promedios de esta segunda serie, junto con las exigencias mínimas de las normas británicas, se dan también en la Fig. 3.2.11.

Bartolucci y Rengel utilizaron las mismas normas de ensayo que el Dr. Nico y el Lic. Cremarschi (BS 1811-1952 y ASTM D-1037 - 55 T), pero agregaron la prueba de hinchamiento según DIN 52364.

Como lo señala el trabajo, los valores obtenidos muestran que con 15% de extracto de quebracho sulfitado sobre bagazo seco, se obtienen tableros con valores aceptables de resistencia. No obstante, el hecho de que la orientación que los impulsó era más bien la de comparar las posibilidades frente a las colas clásicas ureicas que la de la puesta a punto de una tecnología apropiada para el uso del quebracho, hizo que tampoco aquí se buscara de emplear el extracto común, modificado con fenol si fuera necesario, y mejorado, o no, en sus propiedades hidrófugas con ceras y parafinas. Es interesante no obstante ver que un incremento del extracto sulfitado hasta porcentajes del orden del 20% mejora notablemente las propiedades en lo que se refiere a absorción de agua.

Como lo dice la misma publicación de los Ings. Bartolucci y Rengel:

FIG. 3.2.11. Propiedades de tableros de Bagazo con resinas de Extracto de Quebracho

% Extrac- to s/fibras secas	% Hexame- tilentetra- mina s/extrac- to	Densidad del Tablero g/m ³	Espesor mm.	Módulo de rotura a la flexión Kg./cm ² .	Módulo de rotura a la tracción Kg./cm ² .	Absorción de agua en 24 hs. %	Hincha- miento en agua %
11	9	0,663	11,50	152,0	64,4	121,0	33,0
13	9	0,683	11,53	148,0	72,3	106,5	31,5
15	9	0,670	11,40	154,0	92,6	73,5	10,4
17	9	0,675	11,40	155,0	79,1	61,0	9,7
19	9	0,688	11,16	162,5	71,4	38,0	4,0
21	9	0,692	11,55	175,0	63,6	33,1	2,1
Valores s/B.S/ 2604-1955 Exig. mínimas				151,8		75,0	
Valores promedio con 15% ext. y tiempos de prensado entre 9 y 14 mm.				160,0	75,0	65,7	9,9

Fuente: Bartolucci, L. y Rengel, F. - Paneles de bagazo de caña de azúcar y resina de tanino de quebracho - formaldehído, Tucumán, 1967.

3.2.4.2.1. los resultados son sólo promisorios.

3.2.4.2.2. convendría reproducirlos en plantas piloto mejor equipadas.

3.2.4.2.3. sería necesario verificar la estabilidad dimensional de tableros de mayores dimensiones.

y nosotros agregaríamos:

3.2.4.2.4. habría que estudiar a la luz de los nuevos conocimientos de la cinética de la reacción del tanino con el formaldehído, la conveniencia de usar extracto común, combinado o no con mejoradores de propiedades específicas, y analizar la influencia del pH sobre la adhesión.

3.2.4.3. Trabajos en el CSIRO

Este Instituto, además de desarrollar tecnología para utilizar taninos locales de myrtan (una variedad de eucaliptus) y de mimosa, ha ensayado también el extracto de quebracho como adhesivo, tanto en madera terciada, como en paneles de partículas.

El informe de K. F. Plomley (4.7.69) reafirma algunas observaciones ya formuladas por otros investigadores en cuanto a las condiciones de utilización de los taninos.

En especial establece que:

3.2.4.3.1. los adhesivos a base de tanino de quebracho ordinario tienen muy altas viscosidades (confrontar con 3.2.1.2.).

3.2.4.3.2. se puede reducir la viscosidad con urea o fenol. Un 10% de urea sobre peso de tani-

no seco, en una solución al 46% de quebracho común, reduce la viscosidad de 88 poises a 15 poises. Un 10% de fenol reduce igualmente la viscosidad de una solución al 48% de 170 poises a 12 poises (confrontar con Fig. 3.1.1.)

3.2.4.3.3. igualmente efectivos para reducir la viscosidad se mostraron la metil etil cetona, el metanol, el resorcinol, el metil cresol y la acetona.

3.2.4.3.4. el fenol también reduce la viscosidad de soluciones de quebracho soluble. Un 10% de fenol en una solución al 48% bajó la viscosidad de 588 centipoises a 236.

3.2.4.3.5. se podían obtener paneles resistentes al agua (waterproof boards) con 12% de sólidos de tanino. Estos se probaron por inmersión en agua hirviendo durante 90 horas e inmersión en agua fría bajo vacío, presión atmosférica y presiones elevadas. Después de secados, los paneles retornaban a su espesor original con variaciones del 2 al 5% y su deformación era aceptable.

3.2.4.4. Consideraciones técnico- económicas generales sobre la utilización del extracto de quebracho en tableros de partículas.

A diferencia de lo que ocurre con los adhesivos para compensados de madera en el campo de los tableros de partículas, la tecnología de la utilización del tanino está bastante menos afianzada.

Trataremos de resumir la situación:

3.2.4.4.1. solamente Australia parece haber intentado la aplicación integral del tanino. Si bien

ha estudiado las reacciones del extracto de quebracho, sus trabajos principales tienden a desarrollar la aplicación de taninos derivados de especies locales de eucaliptus y de acacias. Según una información recibida por el Ing. Bartolucci y transmitida por éste a nosotros, el 100% de los tableros comerciales fabricados en ese país utilizarían taninos vegetales en una u otra forma.

- 3.2.4.4.2. en Argentina los ensayos se realizaron sobre todo con vistas a comparar el uso de tanino con colas clásicas de tipo ureico. La mayoría de esos ensayos usaron extracto de quebracho sulfitado, mientras que las colas más fuertes y más resistentes al agua se obtienen con extracto común. Esto lo confirman los ensayos de una serie realizada por el LEMIT donde, con 10% de colas hechas con extracto de quebracho común, ya se llega a buenos valores de resistencia y absorción de agua, mientras que con extracto de quebracho soluble es necesario usar mucha mayor cantidad.
- 3.2.4.4.3. en Argentina resultaría económico usar colas sólo de quebracho (ver Fig. 3.2.12. y comparar con Fig. 1.4.9.), pero para ganar nuevos mercados mundiales para el extracto convendría estudiar y desarrollar también combinaciones de tanino de quebracho con simples resinas fenólicas. Debe tenerse en cuenta la gran resistencia que opondrán los fabricantes de resinas fenólicas a la penetración en este mercado, al igual que en el caso de la madera terciada, de una cola cuyos componentes puedan ser directamente adquiridos por el usuario y cuya preparación no requiera sino un mezclado.

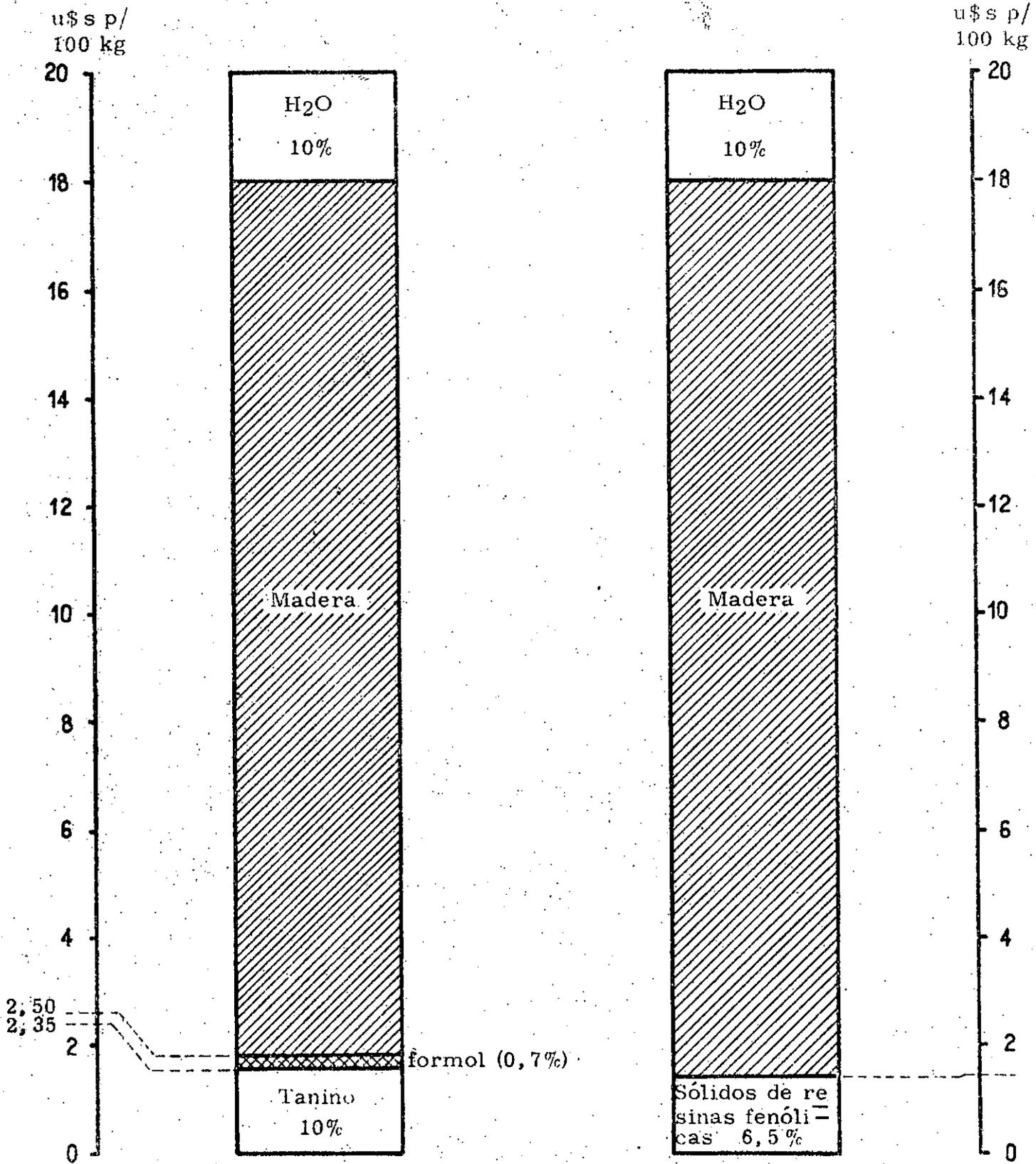
De la Fig. 3.2.12. se puede deducir que en Argentina, aún llevando al doble la proporción de tanino, estaríamos por debajo de los valores de costo e incidencia en el precio de venta que corresponden a las resinas fenólicas (Fig. 1.4.9.). Es decir que el tanino permitiría cubrir ventajosamente toda la gama de competencia, tanto de tableros comunes encolados con resinas ureicas, como de tableros de alta resistencia a la intemperie.

En ambos casos (Figs. 1.4.9. y 3.2.12.) no se ha considerado la incidencia de catalizadores o modificadores de pH.

En la Fig. 3.2.13. hemos comparado los perfiles de costo que tendrían en el exterior tableros preparados con resinas fenólicas y con extracto de quebracho. Se ve aquí que en los mercados que poseen fenol barato sería necesario colocar el tanino a menor precio para poder competir, máxime teniendo en cuenta que en la Figura hemos empleado los valores menores de extracto de quebracho, pero que en la práctica, para obtener tableros equivalentes a las mejores resinas fenólicas, quizás será necesario incrementar la proporción de tanino; o bien, como decimos más arriba, conformarse con ganar el mercado del tanino como catalizador.

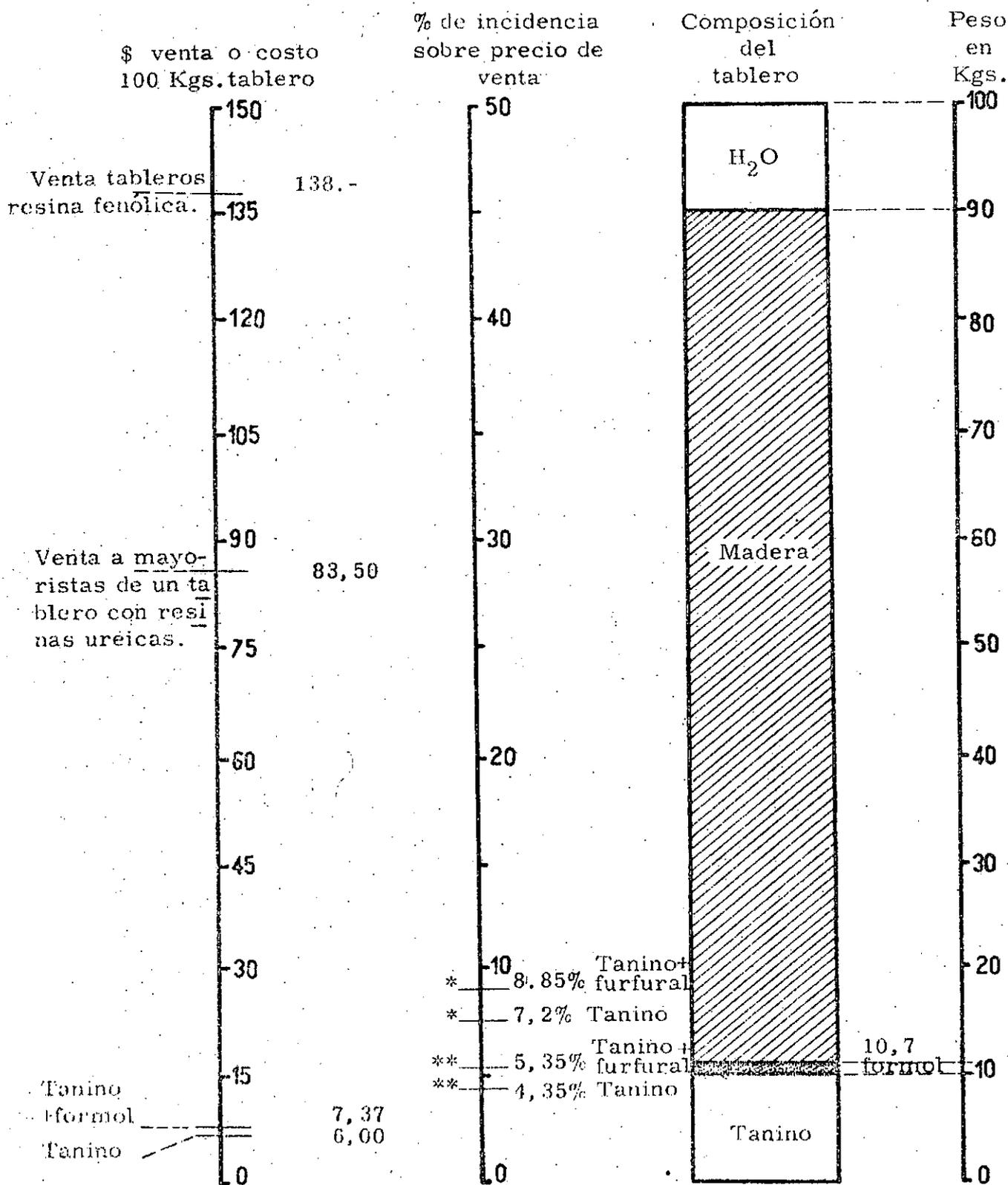
3.2.4.4.4. la mayoría de los ensayos argentinos sobre tableros no se realizaron en el rango de pH que, según la cinética de la reacción del tanino con el formol, debería dar las colas más fuertes. Habrá que estudiar las condiciones y composiciones que permitan optimizar el compromiso entre costo, resistencia, vida útil, y facilidad de manejo de la mezcla.

FIG. 3.2.13. Perfiles de costo externos de tableros preparados con resinas fenólicas y con tanino.



- Precios externos según European Chemical News. - Julio de 1971 (promedio de siete países). Para el tanino: información del Ing. Hinckeldeyn sobre precios en Finlandia.

FIG. 3.2.12. Incidencia del costo de encolado con tanino en la fabricación de tableros en el mercado interno argentino.



* Sobre precio de tablero ureico.

** Sobre precio de tablero fenólico.

- Precios a Julio de 1971 - mercado interno argentino.

- 3.2.4.4.5. Resultará conveniente profundizar el análisis del balance de agua. Esta preocupación ya está presente en los trabajos de Nico y Cremaschi y también en los de Bertolucci y Rengel. El CSIRO ha perfeccionado esta parte del estudio usando medidores de humedad que permiten seguir los cambios en el porcentaje de agua desde el momento de la pulverización hasta el del prensado en caliente. Parecería ser que aquí también debe llegarse a un compromiso entre el grado de penetración de la cola en las astillas (tanto mayor cuando mayor es el contenido en agua de la cola) y el grado de fluidez durante la dispersión y el prensado, que es inversamente proporcional al contenido de agua.
- 3.2.4.4.6. El Ing. Bertolucci señala además la importancia de considerar los problemas de transmisión calórica durante el prensado, que también estarían ligados al grado de fluidez de las colas durante el encolado y, por ende, a la mayor o menor homogeneidad lograda en el recubrimiento de las partículas con el adhesivo.

Dicho investigador considera que el vehículo principal de transmisión del calor hacia el corazón del panel es el propio vapor de agua que se desprende, el cual facilita que toda la cola alcance uniformemente la temperatura de resinificación. Esa evolución homogénea del vapor de agua dependería, a su vez, de que haya un perfecto recubrimiento de las partículas.

En experiencias realizadas en Tucumán observaron que el grado de polimerización de la resina era desigual en distintos puntos del tablero y, si eso ocurre en un pre

panel que sólo tiene 400 cm², se puede suponer que los problemas de un calentamiento homogéneo serán considerablemente mayores en un pre-panel que conducirá a un tablero comercial de 7,5 m².

Esas experiencias mostraron también que un exceso de calor aplicado (elevando por ejemplo la temperatura a 160-170°C) o un aumento en el tiempo de prensado (con que algunos puntos se sobrecalientan) llevaba a una degradación de la resina táctica.

En definitiva, lo que puede afirmarse es que las condiciones en que se efectúa la transmisión de calor en la prensa deberán ser analizadas más a fondo para permitir obtener en escala industrial los mismos valores de encolado que se registran en una prensa piloto. Los factores de cambio de escala son más complejos para este factor que para otros, pues pueden desequilibrar (al menos localmente) los balances de agua que se hayan establecido como óptimos y ocasionar al menos también puntualmente calentamientos insuficientes o excesivos, que se traducen en polimerización insuficiente o en degradación de las resinas, respectivamente.

Bartolucci y Rengel experimentaron, por ejemplo, mojando superficialmente los tableros justo antes de aplicar la presión en caliente y en los pocos ensayos realizados en esas condiciones, según nos comunicó el Ing. Bartolucci, obtuvieron buena adhesión y una mejor terminación superficial del panel. La explicación sería que la fase inicial de calentamiento se produce por evaporación de esa agua superficial en contacto con los platos calien

tes de la prensa y la consiguiente penetración del vapor resultante en el pre-panel. Durante todo ese tiempo la cola, especialmente en la superficie, no se calienta por encima de los 100°C y, por lo tanto, al no resinificar, favorece la transmisión calórica a la masa. Luego, cuando toda el agua superficial ha desaparecido, ya el pre-panel habrá alcanzado los 100°C y el salto hasta los 130-140°C necesarios puede realizarse por conducción y radiación en una masa que ha perdido buena parte de su porosidad inicial y a través de una superficie que todavía no habrá endurecido exageradamente.

Será necesario verificar estas hipótesis por medio de una cuidadosa aplicación de los métodos de estudio de los fenómenos simultáneos de transporte de masa (humedad) y calor con reacción química (la polimerización).

- 3.2.4.4.7. Los ensayos que se realicen en el futuro deberán programarse de manera que sea posible aplicar métodos estadísticos a los valores de control. Así podrán determinarse con mayor seguridad las condiciones para pasar de un ensayo piloto a un ensayo comercial.

En el examen de los tableros en particular es necesario obtener indicaciones sobre el encolamiento, el hinchamiento, el espesor de la capa que recubre las partículas, la humedad propia del panel, la regularidad de repartición de las partículas en el tablero, etc. Por métodos estadísticos es posible correlacionar cuantitativamente las propiedades de diferentes paneles.

Por ejemplo, convendría que los valores promedio de las propiedades se estable-

cieran sobre los valores promedio de series de ensayos hechos sobre series de paneles experimentales obtenidos en idénticas condiciones. O sea, que se trabaje con la "población" de los promedios para determinar los valores tipo con sus desviaciones estandard o variancias.

Dado que los paneles difícilmente son homogéneos, es decir, que la variancia de una propiedad no será la misma para diferentes series de ensayos en un mismo panel o en paneles diferentes, no puede aplicarse al control de los mismos el rango de medidas como criterio de variación de las propiedades.

Al analizar el empleo de nuevas materias primas o de condiciones de proceso, o al estudiar la variación de propiedades de los paneles después de un cierto tiempo de almacenamiento, es importante aplicar el llamado test de Student para determinar si las variaciones en las propiedades obedecen únicamente a factores aleatorios englobados por los métodos estadísticos, o si hay una alteración estructural definida.

Además, resulta interesante aplicar el llamado test "F" para establecer el grado de no homogeneidad de los tableros obtenidos con la misma combinación de materias primas y procesos. En este caso se realiza una comparación entre la variancia de la "población" obtenida a partir de las variancias de las series de ensayo que se realizan en diferentes tableros, con la obtenida a partir de la población de los promedios de cada una de dichas series.

Tendremos la certeza de que las diferen

cias de valores se deben a inhomogeneidad y no a diferencias estructurales, cuanto más se aparte la relación de esos valores de los valores que las tablas estadísticas dan para distintos grados de libertad de la experimentación. Si se prueban k paneles y en cada uno de ellos se ensaya la propiedad l veces, los grados de libertad asociados a la variancia de las series será $kl-k$, y las ligadas a la variación de los promedios: $k-1$.

- 3.2.4.4.8. En la Fig. 3.2.14. hemos establecido el incremento posible en el consumo de tanino de quebracho, basándonos en dos hipótesis de empleo en la industria de paneles de partículas. Estas hipótesis tienen en cuenta el volumen de producción actual de tableros, sin considerar posibles aumentos de su demanda

Una medida de la importancia de este consumo la da el hecho de que para una sola empresa, SAMUHI, la utilización de extracto de quebracho en su planta asociada de tableros (COINDEL) significaría mantener todo el año funcionando, a plena capacidad un tren de extracción, llevando su producción de 400 ton/mes, que corresponde a su cuota actual de exportación, al doble.

- 3.2.4.4.9. Sería dable imaginar ensayos tendientes a producir paneles utilizando directamente virutas de quebracho con su contenido de tanino (y furfural), o bien, de otras maderas, pero incorporando el tanino directamente como aserrín de quebracho o polvo de corteza de eucaliptus, por ejemplo, con lo que se evitaría el proceso de extracción y condensación.
- 3.2.4.4.10. El color acentuado de los paneles, que a veces se agita como elemento negativo

FIG. 3.2.14. Aumento del consumo de tanino de quebracho por aplicación a la industria de tableros de partículas.

	<u>Toneladas/Año</u>	
	<u>Hipótesis Mínima</u>	<u>Hipótesis Máxima</u>
Argentina	3.300	6.600
Exterior	<u>4.000</u>	<u>8.000</u>
TOTAL	7.300	14.600

Hipótesis Mínima: Argentina - Usando 10% de extracto sobre el 50% de la producción total de tableros que es de alrededor de 66.000 ton/año (1969)
 Exterior - - Usando 10% de colas fenol formol, modificadas con 5% de extracto de quebracho, sobre 10% de la producción total de tableros que es de 9.600.000 ton/año (1969).

Hipótesis Máxima: Argentina - Usando 10% de quebracho sobre el total de la producción (1969)
 Exterior - - Usando 10% de colas modificadas con 5% de tanino de quebracho, sobre el 20% de la producción total (1969).

NOTA: Los porcentajes están dados en peso sobre peso.

para la aplicación del tanino a los tableros de partículas, no representa realmente un problema serio, pues es posible obtener variedades decoloradas de extractos. Además, el tablero normalmente se usa poco a la vista. Va con un recubrimiento de pintura u otra terminación cualquiera.

3.3. POLVOS DE MOLDEO

Tanto R. Nico en Argentina, como Knowles y White en Inglaterra, coinciden en que es posible moldear directamente mezclas de extracto de quebracho con paraformaldehidos, o hexametilentetramina, y plastificantes sin recurrir a una precondensación preliminar para formar resoles.

En la Fig. 3.3.1. indicamos los valores de un moldeado tánico que resulta interesante comparar con los consignados en la Fig. 1.4.2. para polvos de moldeo clásico.

El trabajo del Dr. Nico sólo da los valores de absorción de agua y de resistencia al impacto. Resulta difícil comparar los resultados de estos ensayos con los de Knowles y White, o con los valores de la Fig. 1.4.2. para polvos fenólicos, por haber sido efectuados según normas diferentes y estar por consiguiente expresados los valores en forma no directamente confrontable. Así, el ensayo de absorción se hizo según normas ASTM D-570-42 y está dado en % y no en mg. sobre un peso standard. Los valores oscilan entre 2,51% mínimo y 7,32 máximo según tipo de madera y formulación, y considerando solamente los ensayos con aserrín y los porcentajes correspondientes a 24 horas de inmersión.

La resistencia al impacto está dada en dos cifras: una expresa la altura de caída libre de un peso de 2 kgs., que todavía no provoca rajadura de la probeta, y la otra, la altura inmediata de caída con el mismo peso que llegó a rajarla (medidas en la máquina de Page). Los valores oscilan entre 45-50 (mínimo) y 60-65 (máximo) para los ensayos con aserrín.

Hace aproximadamente quince años hubo un intento en Argentina de producir polvos de moldeo y también adhesivos a base de tanino en escala comercial. En ese momento no se fabricaba fenol en el país. Consultado, uno de los autores principales de la experiencia, el Dr. Roberto Rey, manifestó que, a pesar de que la misma no tuvo éxito, considera que el cam

FIG. 3.3.1. Propiedades de moldeados tánicos.

Resistencia a la tracción	370 kgs./cm ² .
Resistencia al impacto	0,0258 kg.m.
Absorción de agua (24 hs. a 20°C)	115 mg.
Contracción	0,006 mm/mm.
Resistencia dieléctrica (90°C)	2400 V/mm.

Fuente: Knowles E. y White, T. - "Extracto de tanino como materia prima para las industrias de los adhesivos y resinosas".

po de los adhesivos se presta para la sustitución, pero no el de los polvos de moldeo.

Cree que es muy difícil obtener propiedades mecánicas y de resistencia a los agentes atmosféricos comparables a la de otros polvos moldeables, y, además, que los polvos de moldeo en general, y los fenólicos en particular, presentan un consumo estacionario, cuando no en franco retroceso frente a los nuevos materiales plásticos.

Otras fuentes consultadas indican que la experiencia del Dr. Rey fracasó porque no se tuvo en cuenta en los ensayos previos la corrosión producida por estas mezclas en los moldes. El material suministrado parece haber tenido buena fluencia, pero atacaba en poco tiempo los moldes de los usuarios, los que, una vez que pierden el pulido, no liberan el material prensado.

Debe hacerse notar que la doble actividad de los taninos, como agentes directos de la reacción con el formol, y como catalizadores de la reacción de otros formadores de resina, se manifiesta también en el campo de los polvos de moldeo.

Knowles y White dan una mezcla típica de moldeo (Fig. 3.3.2.) en la que observamos que no hay ninguna indicación sobre plastificantes o lubricantes y que tampoco indican si se trata de extracto común o sulfitado.

El Dr. Nico indica las relaciones de aserrín, extracto de quebracho y hexametilentetramina. Cuando usó aserrín de quebracho en una serie de ensayos, omitió totalmente el extracto, pero no aclara si en ese caso se trataba de madera no extraída y en el otro de aserrín agotado. En esa serie la hexametilentetramina varió entre 5 y 10% del peso del aserrín. En los otros casos el extracto de quebracho representaba entre 10 y 45% del peso de la carga y la hexametilentetramina 5 a 10% del peso del extracto. El Dr. Nico indica la conveniencia de lubricar los moldes con estearato de calcio o aceite y de agregar plastificantes al polvo de moldeo para facilitar la fluencia y reducir la presión necesaria. También utilizó extracto de quebracho sulfitado, pero observa que las propiedades mejoran sensiblemente si se emplea quebracho común.

El Ing. Bartolucci preparó también polvos de moldeo en base a cortezas de una variedad de eucaliptus del norte argentino muy rica en tanino. Las muestras deberían haber sido probadas en una empresa privada, pero hasta el momento de nuestra comunicación con dicho investigador (julio de 1971) éste aún no había obtenido los resultados.

FIG. 3.3.2. Composición de un polvo de moldeo a base de extracto de quebracho.

	<u>% en la mezcla</u>
Extracto de quebracho	35,6
Fenol	6,7
Paraformaldehido	6,0
Polvo de madera	49,8
Fosfato de tricresilo	1,5
Cloruro de amonio	0,4
	<hr/>
	<u>100,0</u>

Fuente: Knowles, E. y White, T. - "Extracto de tanino como materia prima para las industrias de los adhesivos y resinosas".

En resumen, este sería también un mercado donde el extracto de quebracho podría entrar a competir, ya sea como principal agente fenólico, o como catalizador de resinas clásicas. No obstante, las características especiales del mercado de polvos de moldeo hacen que sea preferible volcar el esfuerzo de investigación y desarrollo en otros campos más maduros para dar resultados a corto plazo e introducir efectos de arrastre en campos vecinos.

Consideramos que aquí también debe llegarse a ensayos sistemáticos en gran escala que permitan el manejo estadístico de los datos y la confrontación de propiedades de diferentes composiciones y de diferentes partículas de una misma composición (ver 3.2.4.4.7.). Además es importante en este campo efectuar ensayos cuidadosos de los factores de corrosión de los moldes por los polvos, buscando de inhibir ese efecto.

Si suponemos como posible una penetración que oscile entre un 10 y un 50% del mercado de polvos de moldeo de los Estados Unidos, utilizando el tanino sólo como catalizador (es decir, reemplazando un 5% de fenol), como los sólidos de resina representan aproximadamente la mitad del consumo indicado (ver formulaciones en fig. 1.4.4.) y como a su vez el fenol constituye un 75% del peso de sólidos de resina (ver Fig. 1.3.2.), tendríamos las siguientes hipótesis de incremento de ventas por este concepto:

- Mínima: Aproximadamente 450 ton/año.
- Máxima: Aproximadamente 2.250 ton/año.

3.4. CONSOLIDACION DE SUELOS

Hemos visto en 1.4.9. que las resinas fenólicas se están usando para estos trabajos en competencia con otros sistemas inorgánicos, orgánicos o mixtos. El hecho de que el tanino pueda actuar regulando el endurecimiento de los resoles, o bien reemplazando totalmente al fenol y permitiendo la preparación de mezclas in situ con el formol, la viscosidad de las cuales puede, a su vez, ser regulada por el fenol u otros compuestos, permite prever una penetración también en este campo.

Una de las empresas que más ha trabajado en Europa en el desarrollo de morteros químicos para la consolidación de suelos es Progil, del grupo Rhone-Poulenc, la que tiene también intereses en la industria del extracto de quebracho argentino a través de Unitán S.A.I.C.A.

Progil comercializa actualmente en este campo:

- 3.4.1. morteros a base del silicato de sodio que produce en Collonges au Mont D'Or (Rhone) y Nogent L'Artaud (Aisne) y de endurecidos que dice haber desarrollado en sus laboratorios de investigación en Décines (Rhone) cuya composición no hemos podido conocer. Representarían un 90% del total de morteros químicos utilizados.
- 3.4.2. derivados acrílicos (Rocagil 1295).
- 3.4.3. derivados fenólicos con catalizador alcalino (Rocagil 3555).
- 3.4.4. resinas epóxido.
- 3.4.5. morteros mixtos a base de silicato y resinas acrílicas (Siprogeles).

La variedad de productos obedece a distintos requerimientos de las empresas que se dedican a estos trabajos de ingeniería civil, en función de las condiciones físico químicas del terreno.

Nosotros pensamos que este campo está próximo al de los aditivos para uso vial considerados en el punto 2.4. y que, por lo tanto, debería permitir ensayar la sustitución, no sólo del fenol, sino también del formol. Es preciso comenzar con un buen estudio de mercado que permita determinar el grado de evolución de estas técnicas de consolidación en nuestro país y otros mercados y detectar las compañías que los realizan, pues el desarrollo de productos debe hacerse en estrecha colaboración con las mismas.

En los Estados Unidos y Canadá, la Borden Chemical Co. habría desarrollado técnicas usando tanino de mimosa, pero parecería tropezar con dificultades por el hecho de que las bajas temperaturas de los suelos canadienses en invierno lleva a tiempos de consolidación o fraguado muy largos. Estas apreciaciones están contenidas en la circular N° 54 del 22 de julio de 1969 del Instituto del Quebracho. El avance del conocimiento sobre la química del quebracho y la reacción tanino-fenol debería permitir hoy resolver diversos problemas con facilidad, pues empleando distintos tipos de extracto de quebracho, distintos donantes de formol y regulando convenientemente el pH, es posible obtener mezclas con vida útil de un rango muy extenso y adecuado a las diferentes condiciones de aplicación. Debe hacerse notar que en las experiencias de Boden Chemical con extracto de quebracho se utilizó solamente el sulfitado.

BIBLIOGRAFIACapítulo 3

- . Bartolucci, L. - Comunicación personal.
- . Bartolucci, L. y Rengel, F. - "Paneles de bagazo de caña de azúcar y resina de tanino de quebracho", Universidad Nacional de Tucumán, Setiembre de 1967.
- . Borlando, L.A. - "Paneles de bagazo de caña de azúcar y resina sintética" - Industria y Química - 1963 - Vol. 23 - Nº 2 - págs. 127-134.
- . Entreprise Magazine - "L'Industrie Chimique et les travaux de Génie Civil" - Nº 767 del 23 de mayo de 1970.
- . Hinkeldeyn, H. A. - Comunicación personal.
- . ITEQ (Instituto Técnico del Extracto de Quebracho) - "Quebracho for Plywood Bonding", París, Noviembre de 1970.
- . Nico, R. - "Plásticos de tanino de quebracho" - LEMIT, Serie II - Nº 38 - La Plata, Argentina, 1950.
- . Nico, R. y Cremaschi, J. - "Adhesivo de tanino de quebracho - formaldehído para tablas de partículas" - Kunststoffe-Plásticos - Año 3 (1959) Nº 4 - págs. 143-146.
- . Serrano, B. - Comunicación personal.
- . White, T. y Knowles, E. - "The use of mimosa and quebracho tannins in adhesive manufacture".
- . White, T. y Knowles, E. - "Extracto de tanino como materia prima para las industrias de los adhesivos y resinosas".

CAPITULO 4

OTRAS APLICACIONES DEL TANINO

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La química del tanino que describimos en el capítulo 2 y que nos ha permitido explicar por qué el tanino puede sustituir al fenol en las resinas fenol-formol, nos permitirá también comprender el hecho de que el extracto de quebracho se haya usado y se siga usando en otras aplicaciones tecnológicas no vinculadas a la preparación de fenoplastos.

Así por ejemplo:

- 4.1.1. La fuerte estructura de uniones hidrógeno producidas por la presencia de los numerosos hidróxilos fenólicos y que permite explicar la acción fundamental del curtido como una unión de dichos grupos con los grupos CO-NH y NH₂ de las proteínas de los cueros, explica también una unión hidrógeno similar con las arcillas. De ahí la acción dispersora de los barrros en la perforación de pozos petrolíferos.
- 4.1.2. Los grupos hidróxilos fenólicos adyacentes de los anillos pirogálicos o catéquicos (ver Form. 2.2.4.) forman fácilmente complejos insolubles o muy poco solubles con cationes di y tri valentes como cobre, calcio, aluminio o hierro. Esta es la base por la que el extracto de quebracho puede emplearse como depresor selectivo en la flotación de minerales.
- 4.1.3. Una reacción de condensación similar a la descrita con el formol ocurre en presencia de formol más aminas, dando polímeros anfóteros de alta actividad superficial usados como floculantes en el tratamiento de efluentes o en la preparación de agua potable y que también pueden encontrar aplicación en el tratamiento y separación de minerales.
- 4.1.4. La acción complejizante descrita en 4.1.2. puede ocurrir también sobre la superficie de ciertos metales, dando películas de tanatos metálicos que protegen al resto de la corrosión. Esta acción, más la facilidad con que los anillos pirogálicos o catéquicos se oxidan con el oxígeno atmosférico a pH superiores a 9 (muy alcalinos), explica el uso del producto en formulaciones para el tratamiento interno del agua de calderas.

Pasaremos revista al estado actual de algunas de esas aplicaciones.

4.2. LOS FLOCULANTES

En la Argentina existe una fábrica de floculantes a base de extracto de quebracho que ha generado gran expectativa en algunos círculos vinculados a esa industria por el consumo potencial que se esperaba hiciera del tanino vegetal si lograba introducirse en el mercado de agua potable (adopción del producto por Obras Sanitarias de la Nación).

Se había llegado a hablar de un mercado probable de 20.000 ton/año de extracto para esas aplicaciones, pero la realidad es que la máxima expansión sobre los consumos actuales sería del orden de 1.000 ton/año.

El mercado actual argentino puede dividirse, para su estudio, en dos sectores fundamentales: el de la industria privada y el de Obras Sanitarias Públicas.

4.2.1. INDUSTRIA PRIVADA

En este campo el producto ha pasado ya los períodos de inducción y de crecimiento acelerado y está entrando en la meseta propia de la saturación de la demanda probable.

Prácticamente todas las plantas industriales de tratamiento de agua están usando en este momento Flocotán (tal el nombre comercial del producto) en mayor o menor grado. La sustitución de los agentes de floculación primarios, como el sulfato de aluminio, es en algunos casos total y en otros solamente parcial. Ello depende del tipo de agua a tratar y de la calidad deseada en el efluente. Por ejemplo, en Mendoza, en la época de las lluvias, en que las aguas arrastran mucho sedimento (del orden de hasta 2000 ppm), el Flocotán actuaría en forma excelente por sí mismo, mientras que el sulfato de aluminio parecería fracasar en la acción clarificante.

En el agua del río Paraná el Flocotán anda muy bien y si la calidad del efluente deseado no es muy exigente (agua de uso industrial) el Flocotán solo provee toda la coagulación necesaria. Para agua potable, con las exigencias de color establecidas por O.S.N.*, conviene usar sulfato de aluminio como coagulante

* El color residual de un agua del río Paraná tratada con el producto orgánico solamente se debe a coloides muy finos de alta carga superficial que precipitan únicamente eliminando la carga. En ese caso actúa mejor un electrolito que un polímero anfótero.

primario y el floculante orgánico como mejorador para disminuir el consumo del primero.

Es interesante comparar la acción del sulfato de aluminio con la de estos floculantes orgánicos y otros productos competitivos como las poliacrilamidas tipo Dow Separan, cuyos precios y eficiencias relativas damos en la Fig. 4.2.1.

Mientras las poliacrilamidas son sólo coadyuvantes en la sedimentación y por lo tanto no pueden reemplazar al sulfato de aluminio, el Flocotán actúa en ambas categorías y en función de las características de cada caso particular puede trabajar como coagulante primario o sólo como auxiliar de sedimentación. En los dos casos una unidad de eficiencia de Flocotán reemplaza a menor costo a una unidad de eficiencia del sulfato de aluminio, mientras que la parte proporcional de eficiencia de las poliacrilamidas debe agregarse al costo de la unidad de eficiencia del sulfato de aluminio a la que acompañan.

Estos rozamientos han volcado a las empresas privadas hacia el uso del Flocotán y han hecho que aún productores de sulfato de aluminio utilicen en las instalaciones de tratamiento de agua de sus plantas industriales ese producto.

4.2.2. OBRAS SANITARIAS PUBLICAS

Aquí el problema se está discutiendo en las respectivas administraciones desde hace tiempo. La de la Pcia. de Buenos Aires usa el producto en sus planta potabilizadoras de Punta Lara (La Plata), Bahía Blanca, Pedro Luro y Carmen de Patagones, reemplazando un 10% del sulfato de aluminio necesario. Ello equivale aproximadamente a un dosaje de 0.5 ppm. de Flocotán.

Estas cifras constituyen promedios estadísticos del año, pues en realidad se usa el Flocotán sólo cuando la turbiedad pasa de unos cincuenta ppm. Quiere decir que hay períodos de no uso y otros de mayor dosificación que el promedio. Esto obedece a que, por debajo de cincuenta ppm., sólo quedan los coloides más finos de carga negativa muy fuerte que precipitan por el descenso de pH que ocasiona el sulfato de aluminio.

La cátedra de toxicología de la Facultad de Medicina de la Uni-

primario y el floculante orgánico como mejorador para disminuir el consumo del primero.

Es interesante comparar la acción del sulfato de aluminio con la de estos floculantes orgánicos y otros productos competitivos como las poliacrilamidas tipo Dow Separan, cuyos precios y eficiencias relativas damos en la Fig. 4.2.1.

Mientras las poliacrilamidas son sólo coadyuvantes en la sedimentación y por lo tanto no pueden reemplazar al sulfato de aluminio, el Flocotán actúa en ambas categorías y en función de las características de cada caso particular puede trabajar como coagulante primario o sólo como auxiliar de sedimentación. En los dos casos una unidad de eficiencia de Flocotán reemplaza a menor costo a una unidad de eficiencia del sulfato de aluminio, mientras que la parte proporcional de eficiencia de las poliacrilamidas debe agregarse al costo de la unidad de eficiencia del sulfato de aluminio a la que acompañan.

Estos rozamientos han volcado a las empresas privadas hacia el uso del Flocotán y han hecho que aún productores de sulfato de aluminio utilicen en las instalaciones de tratamiento de agua de sus plantas industriales ese producto.

4.2.2. OBRAS SANITARIAS PUBLICAS

Aquí el problema se está discutiendo en las respectivas administraciones desde hace tiempo. La de la Pcia. de Buenos Aires usa el producto en sus planta potabilizadoras de Punta Lara (La Plata), Bahía Blanca, Pedro Luro y Carmen de Patagones, reemplazando un 10% del sulfato de aluminio necesario. Ello equivale aproximadamente a un dosaje de 0.5 ppm. de Flocotán.

Estas cifras constituyen promedios estadísticos del año, pues en realidad se usa el Flocotán sólo cuando la turbiedad pasa de unos cincuenta ppm. Quiere decir que hay períodos de no uso y otros de mayor dosificación que el promedio. Esto obedece a que, por debajo de cincuenta ppm., sólo quedan los coloides más finos de carga negativa muy fuerte que precipitan por el descenso de pH que ocasiona el sulfato de aluminio.

La cátedra de toxicología de la Facultad de Medicina de la Uni-

versidad Nacional de Buenos Aires realizó un estudio a pedido de Obras Sanitarias de la Nación a fin de determinar posibles efectos tóxicos de los residuos de producto que pudieran encontrarse en el agua tratada.

Los ensayos se hicieron con concentración de 6000 ppm., 3000 ppm y 200 ppm. de Flocotán, o sea 200 veces las concentraciones usuales en la práctica que van de 1 a 30 ppm.

Se dió de beber esas aguas a distintos lotes de ratas durante más de dos años realizando sacrificios periódicos para observar histológicamente los efectos de la ingestión sobre los órganos de los animales por comparación con lotes testigo. Se observaba además el desarrollo biológico, su capacidad de procreación, su conducta y comportamiento físico y se decelaba la existencia de tumores y neoformaciones benignas y malignas que pudieran presentar los animales, así como los efectos sobre la médula ósea y la sangre periférica. Como a lo largo de esos dos años se pudieron observar cinco generaciones de animales se pudo analizar el posible efecto teratógeno pues por lo menos cuatro de esas cinco generaciones estuvieron bajo la influencia de Flocotán desde la concepción, durante todo el período embrionario y fetal y desde su nacimiento hasta su muerte o edad adulta, concibiendo, a su vez las siguientes generaciones. Simultáneamente se realizaron estudios de los efectos del producto sobre cultivos de células de embrión de pollo y sobre la germinación de semillas de cereales.

Los resultados pueden resumirse así:

- 4.2.2.1. Los lotes que ingirieron la solución con 200 ppm. no presentaron ninguna patología al nivel de sus órganos hasta la tercera generación. En aquellos sometidos a regímenes de 3000 y 6000 ppm. hubo congestión y tumefacción del hígado, riñón y cápsula suprarrenal tanto más acentuado cuanto más alta era la dosis. El trabajo no aclara hasta qué generación se hicieron las observaciones en estos lotes.
- 4.2.2.2. No hubo diferencias en el comportamiento biológico, físico y de conducta entre los lotes alimentados con 200 y 3000 ppm. y los testigos. El lote de 6000 ppm. no fue observado en estos aspectos.

- 4.2.2.3. La frecuencia de aparición de tumores benignos y/o malignos no fue diferente en los lotes de prueba y en los testigos, aunque tampoco se observó en este aspecto el lote que ingirió 6000 ppm.
- 4.2.2.4. No se observó efecto teratógeno alguno en cinco generaciones sometidas al régimen de 200 ppm y en tres que ingirieron 3000 ppm.
- 4.2.2.5. No se observaron modificaciones en la sangre periférica o en la médula ósea de los lotes de prueba sometidos a 200 y 3000 ppm.
- 4.2.2.6. No se observó inhibición del crecimiento de los cultivos de células de embrión de pollo, ni en la germinación de las semillas, con dosis de hasta 500 ppm. en el primer caso y de hasta 400 ppm. en el segundo.

El informe firmado por el Dr. Alberto Calabrese, profesor regular, titular de toxicología, concluía que el uso de Flocotán como floculante en aguas de consumo humano, en la concentración de una o dos partes por millón no ofrecía riesgos toxicológicos, máxime teniendo en cuenta que sólo parte de esa dosificación pasa realmente al agua de bebida pues el resto se elimina junto con las impurezas que estaban en suspensión al ser estas decantadas.

A pesar de este trabajo y de los ensayos que habrían sido realizados en diciembre de 1963 en la planta piloto de Palermo y luego, en octubre de 1964, en escala de laboratorio*, Obras Sanitarias de la Nación no ha adoptado el consumo del floculante a base de tanino en sus plantas potabilizadoras. Este, por otra parte, no reemplazaría totalmente al sulfato de aluminio sino solamente a un 10% del mismo en promedio. Esto quiere decir que las plantas productoras de sulfato de aluminio de O.S.N. tendrían que seguir funcionando.

Actualmente O.S.N. produce sulfato de aluminio en su planta de Beccar, alcanzando a cubrir con esa producción el consumo de las plantas potabilizadoras del Gran Buenos Aires y dejando un

* Información de la firma productos de Flocotán.

FIG. 4.2.1. Eficiencia y Costos Comparativos de Floculantes

CATEGORIA	PRODUCTO	COSTO EN ARGENTINA \$/Kg. *	EFICIENCIA RELATIVA	COSTO POR UNIDAD DE EFICIENCIA
Coagulante Primario	Sulfato de Aluminio	0,35	1	0,35
Intermedio	Flocolán	1,75**	6 a 10	0,29 a 0,175
Auxiliar de coagulación	Poliacrilamidas	30,00	60 a 80	0,5 a 0,375

* Julio 1971.

** En solución conteniendo 40% de producto activo en peso sobre volumen.

pequeño excedente para satisfacer parcialmente las demandas de las plantas del interior. El resto de esa demanda es cubierto por compras a otros productores, de los cuales el más importante es Duperial con aproximadamente un 60% del mercado del país (excluyendo a O.S.N.). Tanto O.S.N. como los productores privados usan bauxita importada para la producción del sulfato. Si se reemplazara el 10% de ese sulfato aluminio por Flocotán en las plantas de Palermo y en la futura planta de Bernal, quedaría un mayor excedente de sulfato de aluminio para ser asignado al interior. Es decir que la adopción del Flocotán se haría a expensas del mercado de productores privados únicamente.

La introducción de Flocotán en O.S.N. traería aparejadas numerosas ventajas:

4.2.2.7. Costo.

El 10% de reemplazo se realiza a menor costo de floculante y podría permitir un aumento en la capacidad de las instalaciones de tratamiento. Esto debería ser verificado por ensayos en las instalaciones piloto que posee O.S.N. y luego, por un ensayo en gran escala, directamente en un sector de la planta potabilizadora.

4.2.2.8. Ahorro de divisas.

Por la menor importación de bauxita, proporcional a la cantidad de sulfato de aluminio reemplazada y por el menor consumo de sulfúrico producido, a su vez, en buena proporción con azufre importado.

4.2.2.9. Valor estratégico.

El abastecimiento de agua potable es uno de los servicios vitales que compete al Estado mantener a plena eficiencia en cualquier circunstancia. El doble sistema sulfato de aluminio-Flocotán permitiría, ante cualquier emergencia que impida el abastecimiento normal de uno de ellos, trabajar al 100% con el otro. De los dos componentes, uno depende de la importación de materias primas y otro no; a su vez, de este último hay una sola planta productora y debe preverse la posibilidad de cortes en el suministro por siniestros, huelgas,

etc. Por ello, tampoco debería dejarse de construir la nueva planta productora de sulfato de aluminio prevista dentro del complejo potabilizador de Bernal. O. S. N. debe asegurarse el suministro de floculante para operar todas sus plantas a plena capacidad ante cualquier contingencia.

4.2.2.10. Facilidad operativa.

El Floco^tán es suministrado en forma líquida y su dosificación es más fácil que la del sulfato de aluminio que debe previamente disolverse. Por ello el incremento de inversión que significa el tener un doble sistema de dosificación quedaría compensado con la disminución de costos operativos resultantes de una menor cantidad de sulfato de aluminio a manejar. Además, en las instalaciones que tienen equipo de dosificación de sílice activada como coadyuvante del sulfato de aluminio, con sólo una parte de los equipos que comprenden, podría efectuarse el agregado de Floco^tán. Esto debería ser confirmado por los ensayos.

4.2.2.11. Mayor eficiencia zonal.

Mientras que con aguas como las de los ríos Paraná y de la Plata, el Floco^tán no puede realizar económicamente toda la tarea de floculación por sí sólo, en otros casos como el de Mendoza, señalado en 4.2.1., es el sulfato quien no tiene eficiencia y el uso de Floco^tán resuelve todo el problema.

Según el Ing. Alberto Montes de la firma Forestal Química S. A., productora de Floco^tán, en el verano 1969/1970 en que en Mendoza se produjeron aluviones que llenaron de barro incluso el centro de la ciudad, se intentaron extrapolar a las plantas potabilizadoras de O. S. N. en esa ciudad los resultados obtenidos en la planta Y. P. F. de Luján de Cuyo y se llegó a hacer un ensayo directo de tres días de duración en la planta potabilizadora.

Pese a un informe favorable de la divisional mendocina, en el que se pedía autorización para su uso, O. S. N.

no habría autorizado el empleo de Flocofán y Mendoza debió seguir consumiendo un agua turbia.

También se hicieron pruebas en Rosario, en presencia de técnicos de la división local y de enviados de la administración central y, aunque según el Ing. Montes esas pruebas también fueron muy positivas, tampoco se aprobó su uso allí.

Actualmente por iniciativa del Centro de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de Rosario se está ensayando en plantas de potabilización que dependen de la Provincia de Formosa.

4.2.3. RESUMEN DE LA SITUACION

- 4.2.3.1. El campo de la utilización del tanino como flocculante re presenta actualmente una utilización anual de aproximadamente 250 ton. de extracto de quebracho, para la producción de las 1.000 ton. de Flocofán que consumen las industrias privadas y Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires.
- 4.2.3.2. La adopción de este flocculante por parte de Obras Sanitarias de la Nación en un sistema mixto sulfato de aluminio Flocofán que responda a las diferentes exigencias zonales del agua a tratar, representaría un consumo adicional del orden de 4.800 ton/año del producto.

Agregando una expansión del mercado privado de otras 200 toneladas anuales, llegaríamos a unas 5.000 ton. en total, que equivalen a 1.250 ton. adicionales de extracto de quebracho para su preparación.

- 4.2.3.3. Se está buscando la penetración en otros mercados latinoamericanos, especialmente Uruguay, pero los esfuerzos de la firma productora se vuelcan más hacia la diversificación industrial que hacia la conquista de nuevos mercados. Esto por dos razones: porque creen que esta última acción deberá sostenerse más por un trabajo conjunto de la industria y el sector público, que por

el costoso esfuerzo aislado de una empresa, y porque temen que el progreso tecnológico pueda hacer aparecer en el mercado de los floculantes a productos competitivos que vuelvan obsoletos en corto tiempo, tanto al sulfato de aluminio, como al producto a base de tanino.

- 4.2.3.4. Una hipótesis que aceptara que los mercados externos puedan significar una venta equivalente a la del mercado argentino plenamente desarrollado significaría un consumo de extracto de quebracho total del orden de 3000 ton/año para producir unas 12.000 ton. anuales de floculante. La empresa existente tiene capacidad instalada como para poder llegar a esa cifra de producción.

4.3. LA FLOTACION DE MINERALES

4.3.1. BREVE DESCRIPCION DEL PROCESO DE FLOTACION

La flotación, o más específicamente la flotación por espumado, es un método físico-químico de concentración de minerales, que trata químicamente las pulpas complejas, de manera que las partículas del mineral deseado se adhieran a las burbujas de aire y sean arrastradas con la espuma.

Los otros minerales permanecerán sumergidos o deprimidos en la pulpa. Los principales agentes de acondicionamiento físico-químico de las pulpas se clasifican en las siguientes grandes categorías:

4.3.1.1. Colectores

Son los que por su bipolaridad se unen, por un lado, a las partículas metálicas y, por el otro, rechazan las moléculas del agua, favoreciendo el arrastre de esas mismas partículas por las burbujas de aire. Los más conocidos son los xantatos para los minerales sulfurados, los ácidos grasos para los no sulfurados y las aminas alquílicas o compuestos amoniacales cuaternarios para los minerales ácidos tipo silicatos (ver Form. 4.3.1.).

4.3.1.2. Espumantes

Son los productos que, modificando la tensión superficial del agua, favorecen la formación de espumas estabilizando las burbujas cargadas de mineral hasta que puedan ser removidas. Son también heteropolares, con la diferencia sobre el colector de que uno de los polos es hidrofílico, uniéndose a las moléculas de agua en lugar de adherirse al mineral, mientras que el grupo hidrófobo se orienta también hacia la fase gas (ver Form. 4.3.2.).

4.3.1.3. Modificadores

Incluye todos aquellos que no tienen por función ni colector ni espumar. Se dividen, a su vez, en:

4.3.1.3.1. Modificadores de pH

Cada combinación de colector y espumante, para resultar efectiva frente a un mineral dado, exige un pH también determinado. Los reguladores alcalinos más comúnmente usados son la cal común (óxido de calcio), el carbonato de sodio (cenizas de soda o soda Solvay) y la soda cáustica (hidróxido de sodio). El control de pH ácido se obtiene con ácido clorhídrico o sulfúrico.

4.3.1.3.2. Modificadores de superficie

Se adhieren selectivamente a un mineral o grupo de minerales y como consecuencia, o lo activan facilitando su colección en la espuma, o lo deprimen, dependiendo de la reacción del colector con el modificador de superficie adsorbido. Es en este último grupo donde entra a jugar el extracto de quebracho en competencia con otros coloides orgánicos como la dextrina, el almidón o los sulfonatos de lignina.

Todos ellos actúan como depresores al proteger ciertas superficies minerales de la acción de los colectores.

En cambio, los modificadores catiónicos o aniónicos (sales de ácidos inorgánicos u orgánicos) actúan por ciertos iones que tanto pueden favorecer como obstaculizar la flotación. Así, el ión sulfuro (S^{2-}) del sulfuro de sodio activa las superficies de la cerusita (carbonato de plomo), de la cuprita (óxido de cobre) o de la azurita (silicato de cobre), favoreciendo la acción de los xantatos. En cambio, el ión cianuro (CN^-) del cianuro de sodio deprime la superficie de sulfuros de hierro, zinc y cobre.

Además de la acción complejizante de los hidróxidos fenólicos mencionada en 4.1.2., es probable que el extracto de quebracho actúe también por su poder de formar uniones hidrógeno con átomos aceptores del mineral, o por un efecto de neutralización de cargas entre la negativa de los hidróxilos y la positiva de algunas superficies minerales.

La acción modificadora del extracto de quebracho es muy compleja e intervienen en ella múltiples factores:

4.3.1.3.2.1. la naturaleza del mineral.

4.3.1.3.2.2. la presencia de iones capaces de formar complejos insolubles con el tanino (calcio, hierro, aluminio) inhibiendo su acción. Por eso conviene ajustar el pH cuando se usa quebracho con carbonato de sodio o soda cáustica y no con cal y complejizar el hierro soluble presente con fosfatos o polifosfatos.

4.3.1.3.2.3. físico/química del mineral.

4.3.1.3.2.4. el pH.

4.3.1.3.2.5. la presencia de condiciones oxidantes que también afectan la estabilidad del quebracho. Por eso no deben usarse agentes del tipo agua oxigenada o hipocloritos.

Analizaremos algunas aplicaciones ya realizadas de este producto:

4.3.2. DEPRESION DE LA CALCITA EN LA PRODUCCION DE FLUORITA

La fluorita es flotable con colectores de ácido graso como el ácido oleico. Estos colectores flotan también a la calcita y a la barita, que suelen estar asociadas con la fluorita. Por lo tanto deben emplearse depresores. En un caso típico citado en una publicación del ITEQ, un mineral de composición:

OPb - 0,13%
(óxido de plomo)

OZn - 0,45%
(óxido de zinc)

F₂Ca - 26,92%
(fluoruro de calcio)

CO₃Ca - 42,96%
(carbonato de calcio)

molido a malla 100, se trató con 0,450 kg. de ácido oleico y 0,420 kg. de extracto de quebracho por tonelada de mineral seco. El concentrado obtenido tenía:

fluorita: 97%

calcita: 2,12%

Procesos de este tipo se habrían usado ya desde 1936 y en la actualidad se estarían empleando distintos taninos en la zona de Illinois en diferentes plantas concentradoras de fluorita. Las proporciones parecen variar entre la indicada más arriba y 0,73 kg/ton. de mineral tratado. Según una publicación de la Dow Chemical International Limited en el caso de asociaciones fluorita-barita actuaría mejor que el quebracho una combinación de calor (40-60°C) y sulfonados de lignina.

Considerando el consumo de fluorita grado ácido en los Estados Unidos, que era de aproximadamente 500.000 toneladas en 1966; podemos estimar que la aplicación del quebracho a esa

cantidad de mineral beneficiado, a razón de 0,5 kg./ton. en promedio, significaría un consumo anual de 250 toneladas.

4.3.3. DEPRESION DE CALCITA EN LA PRODUCCION DE SCHEELITA

La scheelita (tungsteno de calcio) es el principal mineral de tungsteno en los Estados Unidos. Otros minerales de tungsteno son la wolframita (tungstato de hierro y manganeso) y la hubnerita (tungsteno de manganeso). Todos ellos se flotan en medio alcalino con colectores del tipo ácido graso. Aquí también es necesario deprimir la calcita. Hay indicaciones del uso del quebracho con ese fin desde 1953, aunque, en ocasiones, la concentración no es total y debe eliminarse la calcita residual por lixiviación con ácido. Esto permite eliminar, al mismo tiempo, los fosfatos que puedan estar presentes.

Las publicaciones del Instituto del Quebracho (Circular N° 54 del 22 de julio de 1969) citan un caso en que el uso de aproximadamente 0,1 kg. de extracto de quebracho sulfitado por tonelada de mineral permitió convertir un concentrado con sólo 0,4% de anhídrido tungstico (WO_3) en un concentrado comercial con 70% de contenido de ese elemento en dos etapas de flotación.

Ya en 1964, el United States Bureau of Mines concluía:

- 4.3.3.1. que de todos los taninos, el de quebracho era el más eficiente depresor de calcita.
- 4.3.3.2. que un exceso de quebracho es menos peligroso para la recuperación del anhídrido tungstico que su defecto.

Se dan las siguientes cifras:

Un concentrado, conteniendo 0,54% de anhídrido tungstico y 7,3% de calcita:

Tratado con	Da concentrados con
1,1 Kg. extracto de quebracho	3,4% de anhídrido tungstico
2,2 Kg. " " "	4,1% " " "
6,6 Kg. " " "	11,5% " " "

Estas cifras nos parecen más razonables que las citadas en el ejemplo anterior, cuyo proceso lamentablemente no hemos podido conocer a detalle.

4.3.4. DEPRESION DE LA HEMATITA (Mineral de Hierro)

En este caso, es la acción depresora la que permite recuperar el material valioso. Una sola firma canadiense podría consumir con ese fin 2.000 ton/año de extracto de quebracho, a razón de 0,25 kg./ton. de mineral, pues produce ocho millones de toneladas de mineral por año.

La aplicación surgió a raíz de trabajos efectuados alrededor de 1940 por el United States Bureau of Mines para beneficiar minerales de baja ley. Estos consistían en arenas ferruginosas y minerales calcáreos con una composición del tipo:

Hierro	22 al 36 %
Calcio	0 al 11 %
Silicio	22 al 64 %

Se encontró que era posible obtener concentrados con hasta 48 a 52% de hierro y recuperaciones del orden del 85 al 92%.

El hierro, presente como hematita (Fe_2O_3) se deprime y se recoge en la parte decantada, mientras que los materiales de ganga se flotan y pasan a la espuma.

4.3.5. OTRAS APLICACIONES

Se puede prever y convendría estudiar la acción depresora sobre los siguientes compuestos:

Casiterita	(bióxido de estaño)
Celestita	(sulfato de estroncio)
Carbón	(para separar las piritas asociadas o material silíceo formador de cenizas)

Dolomita (carbonato doble de calcio y magnesio)

Yeso (sulfato de calcio)

Otros compuestos (óxido ferroso-férrico; de hierro distintos carbonato de hierro) de la hematita

Magnesita (carbonato de magnesio)

Oxidos de Manganeso

Estroncianita (carbonato de estroncio)

Resultaría interesante completar algunos estudios ya publicados sobre la acción depresora de la pirita (sulfuro de hierro) en la flotación de sulfuros de cobre y de la pirrotita (sulfuro complejo de hierro) en la flotación de sulfuro de molibdeno, así como su poder separador de sulfuros de cobre y de molibdeno. Parecería ser posible deprimir la pirita sin perder el oro asociado a algunos minerales, lo que ocurre, en cambio, cuando se usan cianuros como depresores. Además, la pirita puede ser reflotada en una operación subsiguiente, recuperándose principalmente por su valor en azufre.

Así, en una concentración de minerales de cobre conteniendo oro se pudo deprimir la pirita usando 0,25 kgs. de extracto de quebracho por tonelada de mineral y el concentrado de cobre fue tan bueno como el obtenido con cianuro, pero se evitó la pérdida de unos 70 g. de oro por tonelada tratada, cosa que ocurría cuando se empleaban cianuros.

Debe tenerse presente, además, la ventaja de reemplazar productos altamente tóxicos, como los cianuros, por productos no nocivos para la salud y fáciles de manejar, como los extractos de quebracho.

Resulta difícil establecer hipótesis de consumo para un mercado tan poco desarrollado, pero, basándonos en que una sola instalación puede consumir 2.000 ton/año, no es arriesgado predecir que podrán conseguirse por lo menos dos instalaciones de ese orden de magnitud, o sus equivalentes en firmas

más chicas, colocándose así en este mercado alrededor de 4.000 ton/año de extracto de quebracho. Una hipótesis de mínima podría llevarnos a establecer un consumo en este área que fuese igual al doble de las ventas estimadas en Estados Unidos con ese objeto en 1966, que fue de 400 toneladas.

LA PERFORACION DE POZOS PETROLIFEROS

A medida que se perfora un pozo de petróleo se va inyectando por las barrenas huercas de sondeo un barro que sale por los orificios del trépano. La presión de las bombas de inyección lo eleva hasta la superficie juntamente con el material desmenuzado por el trépano. Allí se decanta este último y el barro se reinyecta.

Esta inyección, además de dispersar bien los materiales que va separando el trépano para reducir la viscosidad y de permitir su extracción, contribuye a lubricar y a enfriar el trépano y a formar una capa protectora en las paredes del pozo hasta tanto se lo entube.

Esta capa protectora tiene por objeto evitar desmoronamientos y prevenir el surgimiento sin control de agua que pueda ser hallada en el curso de la perforación.

Ya vimos que el tanino es capaz de dispersar las arcillas y de reducir considerablemente la viscosidad de suspensiones de las mismas. Además, puede formar películas protectoras aunque, para esto último, necesita ser reforzado con otras sustancias entre las cuales la más usada actualmente es la carboximetilcelulosa.

El poder de revestimiento o impermeabilización se suele medir por el llamado filtrado API que da los cm³ de agua que pueden pasar a través de un lecho de barro de dimensiones normalizadas bajo condiciones también normalizadas de presión y temperatura.

Un pozo promedio de 2.000 m. requiere aproximadamente 1.100 kgs. de extracto. En 1966 se perforaron en los Estados Unidos 36.883 pozos. Aplicando los valores promedio significaría un consumo del orden de 40.000 toneladas. En la práctica, el consumo de extracto de quebracho para ese uso en 1966 osciló, según estimaciones del Instituto del Quebracho de Nueva York (un antecesor del ITEQ) entre 3.000 y 8.000 toneladas. Es que en este campo ha habido en todos los países petrolíferos un desplazamiento del extracto de quebracho por las ferro-cromo ligno-sulfonatos.

No son del todo claras las razones de ese desplazamiento. Una podría ser la menor resistencia del extracto de quebracho común o sulfitado al cloruro de sodio presente en las aguas. Debe señalarse a ese respecto que los lignosulfonatos comunes de amonio o calcio no presentan tampoco gran resistencia a ese compuesto químico. Recién cuando se ferrocroman la adquieren. Nada paralelo (modificar la constitución química para aumentar la resistencia) parece haberse hecho hasta ahora con el quebracho.

Por el contrario, el quebracho parece aumentar menos el tiempo de fraguado del cemento que los lignosulfonados y esto es muy importante en el proceso de consolidación del pozo.

Algunas publicaciones discuten también si el quebracho se descompone a menor o igual temperatura que los ferro-cromo-lignosulfonatos y si los productos de descomposición del primero son más o menos agresivos que los de los últimos en relación a los metales usados en la perforación.

Un ingeniero en barro (mud-engineer) que está asesorando empresas perforadoras en nuestro país, consultado al respecto, indicó que el tanino no resistiría por encima de 85°C.

Los pozos tienen normalmente un gradiente de 1° de aumento de temperatura por cada 30 m. de profundidad, pero los pozos del sur argentino parecen superar ese gradiente pues con 2.000 a 2.200 m. de profundidad alcanzan 110°C.

Ello habría hecho que se vuelquen a los derivados de la lignina. Actualmente hay en el país dos empresas (Esquimex y Vallejos-Boidi) que producen estos derivados lignosulfónicos con materia prima importada principalmente del norte de Europa, donde constituye un subproducto de las plantas de celulosa.

Una de esas firmas (Vallejos-Boidi) fabrica también un preparado a base de tanino para uso en perforaciones, con el nombre de Mudsol, y un producto similar es producido por Incapetrol, en Mendoza, con el nombre de Tanisol. Tanto en tanino, como en derivados lignosulfónicos, parece ser necesario el agregado de pequeñas cantidades de carboximetilcelulosa para tener un barro de viscosidad y filtrabilidad adecuadas.

Detallamos la situación en cuanto a precios en la página siguiente.

Derivados del tanino	\$ 950/ton.
Ferro-cromo-lignosulfonatos	\$ 2.500/ton.
Carboximetilcelulosa	\$ 4.500/ton.

Por lo que las formulaciones típicas costarían:

4.4.1. CON TANINO:

Preparado tánico - 8 g/lt.	\$ 0,76
Carboximetilcelulosa - 4 g/lt.	\$ 1,80
Costo por litro	\$ 2,56

4.4.2. CON DERIVADOS LIGNOSULFONICOS:

Ferro-cromo-lignosulfonatos 30 g/lt.	\$ 1,75
Carboximetilcelulosa 2 g/lt.	\$ 0,90
Costo por litro	\$ 2,65

Aparentemente el costo sería mayor para los lignosulfatos, pero las condiciones de impermeabilización medidas por el filtrado API serían también muy superiores (4 cm³. contra 10 cm³. del barro de tanino), además de las ventajas en cuanto a resistencia a la temperatura ya señaladas.

Esta situación de precios nos parece paradójal, pues una de las razones que se nos dio para explicar el desplazamiento del tanino fue la del menor costo de los ferro-cromo-sulfonatos. Consultado al respecto, el Dr. White, asesor del ITEQ, señaló que el precio actual de los derivados lignosulfonados es consecuencia de su situación de privilegio en el mercado, que no fue esta la relación cuando entraron a competir con el tanino y que la condición de subproducto de la materia básica fundamental de su formulación les permitiría maniobrar con gran flexibilidad en la competencia de precios, si el tanino se lanzara a una fuerte ofensiva para reconquistar mercados.

En cuanto al ataque químico, el mismo ingeniero en barros consultado indicó que también los ferro-cromo-lignosulfonatos producían efectos nocivos sobre los elementos de perforación y que se encontró que, al eliminar el hierro, es decir al cromar solamente los lignosulfonatos, se obtenían productos menos agresivos.

El empirismo con que aún se maneja este campo de trabajo permite sospechar que el desplazamiento del tanino puede haberse obtenido por motivaciones económicas y psicológicas, más que tecnológicas.

Toda esta situación confusa y bastante contradictoria conduce a una sola conclusión: la necesidad de que se efectúe un estudio comparativo serio sobre los dos materiales y que, en el caso de que hubiera realmente una debilidad tecnológica para el empleo del tanino, se realizaran esfuerzos para superarla, siempre que el análisis económico paralelo demostrara la posibilidad de competir en precio.

Todo esto sólo nos permite prever una hipótesis de mínima del orden de 5000 ton/año de extracto de quebracho a colocar en este mercado, lo que coincide con el nivel de ventas que indica el Instituto del Quebracho. Una hipótesis de máxima permitiría aventurar la posibilidad de reconquistar los niveles de venta previos del orden de 25.000 ton/año.

EL EXTRACTO DE QUEBRACHO EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

En la década pasada, la tendencia en el mundo era mayoritaria con respecto a las fábricas de cemento con proceso de vía húmeda, o sea mollienda de las materias primas con agua, formación de un barro o lodo (slurry) y su bombeo a los hornos de clinkerización, donde sufrían primeramente un proceso de secado, para posteriormente provocar las reacciones de fases sólidas que permitían formar los silicatos superiores de calcio, aluminatos y ferritos aluminatos de calcio, que son los componentes mineralógicos del clinker de cemento portland.

En el mejor de los casos, con los hornos más eficientes se lograba un consumo de calorías por kilo de clinker del orden de las 1.400, lo que es realmente exagerado si se considera que desde el punto de vista termodinámico, el calor de formación teórica del clinker es de 437 calorías por kilo, o sea que, como reactor químico, el horno rotativo de cemento en vía húmeda es bastante ineficiente. Se trató de disminuir el consumo de calorías introduciendo mejoras que pueden considerarse de tres tipos:

- 4.5.1. Uso de precalentadores, ya sea vinculados al horno (cadenas), o independientes: secadores verticales de cadenas, baffles, etc. que aprovechaban parte del calor latente contenido en los gases de salida para presecar el lodo.

- 4.5.2. Filtros de vacío continuos de tipo rotativo, que hacían una extracción mecánica del agua contenida en el lodo hasta llevarlo a una consistencia de masilla y que exigían un consumo de energía menor que la energía térmica necesaria para evaporar la misma cantidad de agua.

Este sistema, muy utilizado en la industria cementera, tenía por un lado el defecto de la dificultad de filtración de los componentes arcillosos de la materia prima de cantera que según su origen mineralógico determinaban un régimen variable de rendimiento y por otro lado en el horno rotativo propiamente dicho la alta temperatura de los gases de salida, ya que no había ningún aprovechamiento por secado, determinaba una anulación parcial de las ventajas del método que obligaba, en casi todos los casos, a colocar al final de los hornos un equipo de generación de vapor con esos gases de escape del horno para compensar esta pérdida.

De hecho se complicaban las instalaciones, se generaban mayores inversiones y además los gases de escape pulverulentos determinaban rendimientos de vapor inferiores a los previstos y bastantes problemas de mantenimiento, limpieza de precalentadores, etc.

- 4.5.3. Aditivos de molienda que permitieran agregar menos agua en la trituración de los minerales de cantera lo que a la larga significaría una economía de combustible.

En este último camino de reducción del consumo de combustible se ubica la utilización del tanino.

Pero antes de entrar a el detalle de los ensayos efectuados, conviene señalar que hemos usado el pretérito imperfecto al relatar la situación en cuanto a la fabricación de cemento por vía húmeda, porque en los últimos tiempos el enfoque ha cambiado drásticamente al aparecer mejoras tecnológicas que permiten mezclar íntimamente grandes cantidades de materiales pulverulentos.

Desapareció así la necesidad de recurrir a la vía húmeda para obtener una homogeneización adecuada y se dio paso a la fabricación de cemento de calidad igual o superior por el método seco. Esto significó una gran economía de combustible que es uno de los principales factores de los costos directos de producción. La tendencia es pues, no sólo instalar las plantas nuevas con el método seco, sino convertir las viejas a ese

procedimiento, salvo en aquellos casos en que las materias primas se producen por flotación. En nuestro país, sobre 39 hornos existentes, 15 seguían usando, en 1970, el proceso húmedo.

Esta evolución histórica hace ver que la innovación tecnológica está haciendo perder al tanino otro mercado que podría haber sido de interés, como lo revelan los ensayos que mencionaremos a continuación, donde se verá que el extracto de quebracho actúa de manera similar a como lo hace en el caso de las perforaciones petrolíferas.

Se trataba de un horno que producía 405 ton/día de cemento, utilizando barros con 36% de agua. El agregado de extracto de quebracho sulfitado permitió disminuir el contenido de agua a 31%, sin afectar las características de viscosidad y, por ende, de capacidad de bombeo de los barros.

Esto mejoró el rendimiento del horno, llevando su producción diaria a 454 toneladas (+12%) y permitió economizar 2,5 toneladas de fuel-oil por día. El consumo de tanino era de 1,2 toneladas por día.

Quizás las instalaciones por vía húmeda aún existentes podrían beneficiarse con este agregado efectuado, en cada caso, por medio de ensayos directos en sus instalaciones y un balance económico entre el aumento de producción obtenible, el ahorro de combustible posible y el costo de tanino necesario, más los gastos que exija su manipulación. Si los 15 hornos existentes en el país por vía húmeda lo adoptaran, habría un consumo anual de tanino del orden de las 4.500 toneladas. Una hipótesis mínima sería que al menos 5 hornos usaran tanino como dispersante, en cuyo caso, el consumo anual sería de 1.500 toneladas.

Algunas experiencias realizadas por fabricantes de cemento parecen sugerir también la posibilidad de emplear tanino como fluidificante en la preparación de hormigones. El menor porcentaje de agua que podría lograrse aumentaría la resistencia que puede alcanzar el hormigón. Se venden en el mercado aditivos para fines similares, pero se basan en materias primas importadas.

En esta materia de aditivos para hormigón es necesario actuar con mucha cautela, pues el mal manejo de los mismos parece haber sido el causante de algunos derrumbes. En todo caso es un tema que podría ser estudiado en los laboratorios de materiales del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.



4.6. EL TANINO COMO FUNGICIDA AGRICOLA

Ya mil años antes de la era cristiana algunos griegos señalan el uso de cocciones de plantas para combatir enfermedades de otras. Las referencias son muy empíricas porque, para empezar, se desconocía la naturaleza del agente que causaba la enfermedad.

Recién desde hace unos cien años comienza la lucha organizada empleando métodos químicos de control de los parásitos, basándose en los avances de la industria química que ponía a disposición de la agricultura diferentes productos a precios convenientes y apoyándose en el mayor conocimiento de la botánica gracias a los trabajos realizados entre los siglos XVIII y XIX por los grandes taxonomistas como Linneo, Fries, Persoon y los hermanos Tulasne y de la microbiología por las investigaciones de Pasteur, De Bary, Koch, Lister, Ehrlich y otros.

Se llegó así a determinar que los agentes patógenos principales son bacterias u hongos (talofitas), algunos nemátodos (pequeños gusanos de pocos milímetros de longitud) y ciertos insectos. Estos últimos pueden actuar como parásitos o como simples depredadores.

Hoy se dispone de elementos para una triple acción:

- 4.6.1. Fortalecer a la planta ayudando a sus propios sistemas de defensa contra la invasión de parásitos.
- 4.6.2. Curar a la planta cuando se enferma.
- 4.6.3. Prevenir el contagio destruyendo las fuentes de contaminación.

Para todo ello se cuenta con cientos de compuestos que se emplean como fumigantes en el tratamiento de suelos, órganos de reproducción o las plantas mismas, o como agentes sistémicos, es decir, compuestos que son absorbidos por las plantas y que, incorporados a su metabolismo, actúan en las interrelaciones de éste con el del agente patógeno. Entre todos ellos, los más importantes siguen siendo aún los derivados del cobre y el azufre, pero también se usan algunos derivados fenólicos de los que nos ocuparemos en particular.

El fenol puro es cáustico y muy tóxico para los tejidos vegetales. Sin embargo, los fenoles halogenados, en especial las formas cloradas, se emplean para el tratamiento de las semillas de maíz, algodón y hortalizas.

También los compuestos nitrofenólicos se usan para pulverizaciones del suelo destinadas a controlar la sarna del manzano, la mancha de la hoja del cerezo, el torque del duraznero o la antracnosis de la zarzamora.

Se considera que los formoles deberían ser estudiados más profundamente como protectores de las plantas, pues el mecanismo de acción de esos compuestos como fungicidas aún no es bien conocido. Se ha sugerido que algunos actúan como antimetabolitos, otros formando quelatos con metales esenciales para los elementos patógenos y los demás inhibiendo las funciones enzimáticas. Se piensa que, si bien los derivados clorados y/o nitrados sólo pueden aplicarse al tratamiento de semillas, rizomas, bulbos y tubérculos, o, como pulverizaciones erradicantes del suelo, nuevas fórmulas pueden dar resultados aceptables para control de enfermedades de plantas en crecimiento o desarrolladas. Así se tienen grandes esperanzas en los catecóles e hidroquinonas. Se supone, por ejemplo, que el ácido protocatéquico producido naturalmente por las cebollas, les comunica resistencia contra ciertos hongos.

Lo que hemos dicho sobre la química de los taninos (punto 2.2.) nos muestra que estos compuestos naturales podrían y deberían ser probados como agentes fungicidas por los grupos fenólicos y catéquicos que poseen. Esto comenzó a hacerse en los EE.UU. (U.S. Department of Agriculture, Crops Research Division, Beltsville, Maryland), al comprobarse que los derivados fenólicos clorados y nitrados que en ese país se comercializan bajo nombres de fantasía como Dowicide, Krenite, Elgetol, Dowspray, etc. dejaban residuos peligrosos que se iban acumulando en los suelos y terminaban causando serios efectos sobre la ecología. De ahí, la búsqueda de fungicidas naturales que se descompongan rápidamente sin dejar residuos peligrosos.

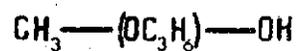
Las primeras experiencias parecen mostrar que el tanino puede ser usado para controlar los hongos del suelo, pero que es necesario profundizar el estudio de los mecanismos de acción antifúngica y su relación con distintos factores como, por ejemplo, el pH del suelo de la zona.

Parece también, que, si se siembra enseguida después de la aplicación del tanino, no hay desarrollo, pero, si, en cambio, se dejan pasar unas cuantas semanas, no se observa ningún efecto adverso sobre las semillas. Esto demostraría que el tanino es de descomposición rápida, lo que precisamente se estaba buscando.

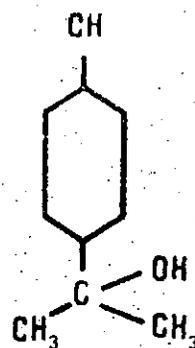
En este punto nos parece interesante incluir una observación. Los troncos abandonados en el bosque son atacados por unos gusanos capaces de

realizar perforaciones a través de todo el corazón. Creemos que sería interesante estudiar cuales son los agentes metabólicos que permiten a estas especies abrirse camino a través de la dura madera roja, rica en fenoles. Lo curioso es que esos gusanos sólo se desarrollan cuando el tronco tienen aún la capa de albura. Parecería pues que una fase de su desarrollo sólo puede cumplirse en la madera blanca, pues el corazón desnudo no es atacado.

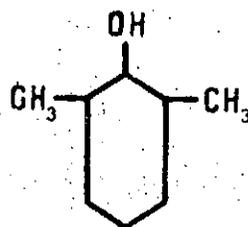
Eteres glicólicos de polipropileno



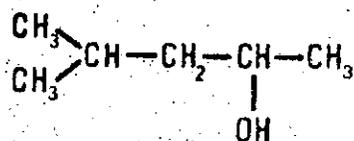
Aceite de Pino (terpineol)



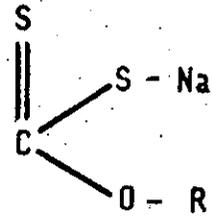
Acido Cresílico (xilenol)



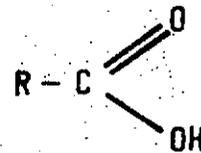
Alcoholes tipo Metil - Isobutil - Carbinol



XANTATOS



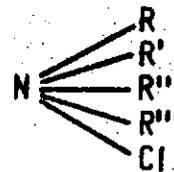
ACIDOS GRASOS



AMINAS ALQUILICAS



COMPUESTOS DE AMONIO CUATERNARIO



R, R', R'' y R''' son radicales alquílicos del tipo C₂H₅ - C₃H₇ - C₄H₉

BIBLIOGRAFIA

ITEQ - Quebracho in Mineral Processing - París, Enero 1971.

Dow Chemical International Limited - Fundamentos de la Flotación -
Mejico, 1958.

Stackman E. C. y Harrar, J. G. - Principios de Patología Vegetal -
Editorial Universitaria de Buenos
Aires, 1968.

Ing. Alberto Montes - Comunicación personal.

Ing. Juan Pene - Comunicación personal.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. ANTECEDENTES HISTORICOS DEL DESARROLLO DE LA TECNOLOGIA DE UTILIZACION DEL EXTRACTO DE QUEBRACHO.

Todo el análisis de los capítulos anteriores nos lleva a la conclusión de que es técnicamente factible el reemplazo del fenol por el extracto de quebracho y el del formol por el furfural, total o parcial, conjunta o separadamente, en las resinas fenólicas. También podemos afirmar que es factible técnicamente la competencia del tanino en otros campos de aplicación.

Pero al mismo tiempo observamos que, en general, las tecnologías correspondientes no se han introducido, ni en profundidad, ni en extensión, en los mercados mundiales y que muchas de ellas están en una etapa de ensayo piloto o semi-comercial.

La industria productora de extracto de quebracho de Argentina se ha preocupado por realizar aportes en este campo de la diversificación de las aplicaciones del tanino y del furfural y está sosteniendo, a través del Instituto Técnico del Extracto de Quebracho, un importante esfuerzo de investigación científica y de desarrollo tecnológico, pero a diferencia de Australia o India, que realizaron ese esfuerzo dentro de su sistema científico técnico, los trabajos sobre el tanino de quebracho están siendo ejecutados fuera del país, principalmente en Francia, Inglaterra y los Estados Unidos de Norteamérica.

Este desacople entre las necesidades del sector productivo argentino y las actividades de sus científicos y tecnólogos, que es una debilidad característica de la sociedad argentina, tiene en la industria del extracto de quebracho, en particular, un ejemplo que es dable observar desde los comienzos de la industria en el país.

También constituye esta industria un ejemplo de la lucha entre los intereses vinculados al comercio exterior y aquellos que se vuelcan al proceso de industrialización del país. La industria del extracto de quebracho nace alrededor de 1880, pero, durante los primeros cincuenta años, los problemas que enfrenta son más políticos que tecnológicos. Se trataba de obtener la prohibición de la exportación de rollizos a fin de que el total de la madera fuese molido y procesado en la Argentina. Eso afectaba a las fábricas que en Francia, Italia y Alemania estaban produciendo extracto de quebracho. Y eso preocupaba más que la explotación racional del bosque, el aprovechamiento integral de la madera, o la

optimización de los procesos de fabricación. En ese entonces, a través de una empresa argentina, Quebrachales Fusionados, y de las fábricas que poseían intereses alemanes, franceses e italianos se estaba en condiciones de producir el extracto de quebracho que exigían los mercados internacionales. En lo que respecta a los grupos franceses e italianos, existían dos políticas: unos grupos producían en el país (los franceses en Compañía Formosa y los italianos en La Escondida) y otros adquirían los rollizos para alimentar las fábricas de sus respectivos países.

Cuando se obtiene del Presidente Irigoyen la prohibición de exportar los rollizos al fin de la década del 20, ya se había producido una transferencia de intereses en este sector. Los campos y fábricas que, en el norte de la Provincia de Santa Fe, respondían a capitales alemanes habían pasado a manos de una empresa inglesa, The Forestal Land Timber and Railway Ltd., la que llegaría a controlar, con el tiempo, más del 60% de la industria del quebracho argentino y a actuar como agente de venta del resto en el mercado exterior.

Hasta después de la segunda guerra mundial hay una explotación intensiva e irracional del bosque santafecino y parte del chaqueño y un manejo de la economía sectorial que no responde a las necesidades del sistema económico y social argentino ni global ni regionalmente. La acción del gobierno no se hace sentir en defensa de esas necesidades y el sistema científico técnico no se ocupa de analizar el porvenir de ese recurso natural aplicado solamente hasta entonces a la producción de cueros pero que, como vimos en el capítulo 2, ya desde comienzos del siglo era objeto de análisis con vistas a otras aplicaciones en los países de mayor desarrollo y muy especialmente en aquellos que controlaban los intereses de esta industria en nuestro país.

A partir de la posguerra (1946) se producen varios hechos coincidentes:

- una intervención acentuada del gobierno en la economía argentina que implica el control de su comercio exterior.
- una disminución sensible de las reservas de quebracho como consecuencia de la explotación irracional.
- una orientación preferencial del crédito y las inversiones inglesas hacia las regiones africanas que habían sido o seguían siendo sus colonias o protectorados.

- un despertar de la conciencia social en el campesinado argentino que comienza a exigir mejores condiciones de vida y que, al no tener la contrapartida de una planificación tecnológica adecuada, significa, en una primera etapa, una disminución de la productividad y un aumento de costos directos que dejan de responder a los esquemas microeconómicos de beneficios incontrolados.

Los intereses de La Forestal, apoyados en estudios muy completos de sus laboratorios de investigación, se vuelcan entonces al desarrollo del tanino de la acacia negra africana (wattle o mimosa) y Argentina ve caer sus exportaciones de un volumen promedio de 180.000 ton/año en la preguerra a 120.000 ton/año en la posguerra, mientras que el extracto de mimosa pasa en igual período de 45.000 ton/año a unas 100.000 ton/año.

Cuando la situación hace crisis en 1954, la Cámara Argentino Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho (ver anexo 10) recoge a las empresas no ligadas a La Forestal y obtiene un cierto apoyo del gobierno para enfrentar a La Forestal en la recuperación de los mercados exteriores.

Hasta ese momento, en las empresas argentinas no hay otra preocupación tecnológica que no sea la del empleo del tanino de quebracho en la curtiembre. Pero aún esta preocupación es más desde el punto de vista de los procedimientos de aplicación comercial que desde el desarrollo de nuevas tecnologías o de optimización de los procesos existentes.

No obstante, algunas voces aisladas comienzan a hacerse oír en el campo científico técnico argentino sobre la necesidad de estudiar no sólo métodos de curtiembre perfeccionados sino también nuevas aplicaciones. Es el mérito del Dr. Raúl Nico haber iniciado ensayos en este último sentido ya antes de 1950, seguido poco después por el Dr. Roberto Rey y, algunos años más adelante, por otros investigadores como el Dr. Luis Borlando, sucesor del Dr. Nico en el L. E. M. I. T. (Laboratorio de Ensayos de Materiales e Investigaciones Tecnológicas, de la Provincia de Buenos Aires), el Ing. Luis Bartolucci en la Universidad Nacional de Tucumán, o el Sr. Roberto Luis Franco en la Dirección de Vialidad de la Provincia del Chaco.

El 28 de mayo de 1949 se dicta la ley 13.273 (véase anexo 11), de defensa de la riqueza forestal que establece un impuesto especial llamado forestal, a las exportaciones, que para el tanino es de 5%, y que debería es

tar destinado a la promoción e investigación de los recursos del bosque argentino.

Este impuesto forestal se agrega a los derechos normales de exportación que hasta hace poco eran del 25% sobre los extractos en block y de 20% sobre extractos atomizados*.

Según la misma ley, ese impuesto forestal del 5% ingresa en Rentas Generales para ser transferido al año siguiente de su percepción al presupuesto del Servicio Forestal Nacional que debería administrarlo con arreglo a los fines señalados en la ley. Lo cierto es que los fondos vienen ingresando a Rentas Generales desde hace veinte años, pero nunca se canalizaron a los objetivos de desarrollo e investigación previstos. Puede calcularse, sobre un valor promedio de 20 millones de dólares por año de exportación de extracto de quebracho, que el país ha dejado de utilizar un millón de dólares por año desde hace veinte años para fortalecer, a través de su sistema científico técnico, un campo sectorial y regional muy importante.

Hacia 1960, la industria del tanino argentino-paraguaya comienza a pensar seriamente que el cuero tiene una demanda de poca elasticidad y que debe buscar urgentemente otras salidas para el producto. Aparecen entonces las dos primeras diversificaciones. Una es el ácido tánico que comienza a ser producido por Noetinger Lepetit (hoy Indunor). La segunda es la producción del furfural utilizando el aserrín del cual ya se había extraído el tanino. También lo introdujo Noetinger Lepetit siguiendo el ejemplo de los productores italianos de extracto de castaño con quienes estaba ligada.

La misma Noetinger Lepetit asociada a otra empresa productora de tanino de quebracho argentino (Samuh) entra en el campo de la madera aglomerada y funda en el delta del Paraná una empresa (Coindel) para la producción de tableros. Pero si bien el ánimo de los fundadores está una mayor integración de la industria, esta fábrica no utiliza los derivados del quebracho en la aglomeración. Sus directivos tienen la inquietud de hacerlo y confían al L. E. M. I. T. algunos ensayos que no se concretan en un procedimiento tecnológico definido. Llegamos así a 1971 en que esa

* Actualmente son del 10% y 5% respectivamente (Decreto Nº 2.415 del 15 de julio de 1971).

planta, como otras similares de madera aglomerada, siguen trabajando con resinas ureicas principalmente. Los directivos de Samuhi mantienen el interés por la utilización del extracto de quebracho como aglomerante sin que todavía hayan podido obtener en el exterior o en el interior un -- "know how" totalmente elaborado para su aplicación industrial sin riesgos.

Ello a pesar de que desde 1968 las industrias asociadas a la Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho mantienen un fondo común para investigación.

Mediante esa acción la industria buscaba paliar la no-utilización específica de los fondos del impuesto forestal. Destinaba, al principio, u\$s 1.- por tonelada exportada a sostener el Instituto del Quebracho en Nueva York, orientado todavía de manera preponderante a promover el uso del tanino en la industria del cuero. Ahora aplica u\$s 2.- por tonelada exportada a mantener el Instituto Técnico del Extracto de Quebracho, cuyos objetivos tecnológicos son más amplios y que ha heredado tanto los fondos como las estructuras del anterior Instituto del Quebracho, trasladando su sede a Europa y manteniendo las oficinas de Nueva York como una dependencia (ver anexo 12 y fig. 5.4.7).

Lo lamentable es que este esfuerzo privado se haya orientado principalmente hacia el exterior, ya que las investigaciones científicas y tecnológicas fueron realizadas y lo están siendo en Inglaterra, Francia y los Estados Unidos, como ya dijimos al principio de este capítulo.

Una anécdota nos permite introducir un ejemplo risueño, permitiéndonos apreciar hasta dónde puede llegar este divorcio entre los sistemas científico-técnico y socio-económico y este volcarse hacia afuera en la búsqueda de tecnologías. El Instituto Argentino del Petróleo y Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos se dirigen al Sr. Facer del Instituto del Quebracho en los Estados Unidos requiriéndole información sobre el uso del quebracho en la perforación de pozos petrolíferos.

Actualmente se está discutiendo a nivel gubernamental nacional un nuevo proyecto de utilización del fondo presentado por el Ing. Tackaz (ver anexo 11), por el cual el 80% de los fondos provenientes de la exportación del tanino (o sea un 4% sobre el valor FOB de esas exportaciones) sería aplicado a trabajos de investigación y desarrollo, con los siguientes objetivos:

A. FORESTALES

- a) Racionalización de las explotaciones obrajeras.
- b) Tecnificación de los trabajos del Monte. Mecanización y régimen laboral.
- c) Aprovechamiento de especies varias sin uso actual.
- d) Utilización de subproductos.
- e) Integración industrial.
- f) Reserva forestal - determinación.

B. INDUSTRIA DEL EXTRACTO DE QUEBRACHO

- a) Mejoramiento de la tecnología industrial.
- b) Investigación de nuevas aplicaciones del extracto.
- c) Asistencia a la industria del cuero.

C. COMERCIALIZACION

- a) Asistencia y prospección técnica.
- b) Acción ante gobiernos extranjeros y agrupaciones gubernamentales regionales.
- c) Publicaciones.
- d) Propaganda y asistencia a exposiciones internacionales y ferias del cuero.
- e) Estudios de mercado.
- f) Donaciones y becas a institutos y centros de investigación relacionados con la industria forestal.

Pero la forma en que se piensa encauzar el aprovechamiento de los fondos puede mantener las distorsiones señaladas e incluso originar otras nuevas. En efecto, en lugar de aplicarlos a través de un organismo nacional que utilice con los fines propuestos todo el potencial científico y técnico del país, lo que se propone es que las empresas puedan deducir del pago del impuesto forestal* las sumas que gasten en tareas vinculadas a los objetivos enumerados.

* Sin perjuicio de efectuar una segunda deducción, como gasto de las sumas no pagadas del impuesto forestal al calcular el impuesto a los réditos.

Ello permitiría seguir volcando el esfuerzo en el exterior y el país como tal no retomaría, ni siquiera tardíamente, el control tecnológico de un sector que descuidara durante décadas.

Además, el mecanismo propuesto implica la creación de un organismo burocrático más, que se limitará a estudiar expedientes y a entregar certificados en lugar de constituir un núcleo interdisciplinario que promueva el análisis profundo técnico, económico social y antropológico de una riqueza natural ligada a una zona del país muchas veces olvidada.

Chaco, Formosa, el norte de Santa Fe, parte de Santiago del Estero y de Corrientes, o sea, el noreste argentino tienen problemas ligados a su ecología particular que, como hemos visto, a lo largo de estos capítulos, no pueden resolverse con medidas puramente técnicas o de promoción comercial de un producto, irracionalmente explotado y aplicado desde hace 90 años.

Hay una acción inmediata a adoptar que puede ser la de conquistar los nuevos mercados tecnológicos que hemos visto, pero hay una labor a largo plazo donde entran la perspectiva y la prospección. El tanino tiene y tendrá competidores serios en todos los campos. El bosque de quebracho tiene reservas definidas y es de lenta regeneración. En esas condiciones, sólo la creación científica y tecnológica y la investigación socio-económica pueden dar respuesta a la angustia de la región e indicar pautas de aplicación en el contexto socio-político a corto, mediano y largo plazo.

Esta reseña histórica está justificando nuestra afirmación de que se ha producido un total desacople entre los intereses de un sector productivo argentino y los esfuerzos de su sistema científico técnico. El Estado, que tenía en sus manos los instrumentos para producir la unión, no los aplicó y el problema quedó librado a las inquietudes aisladas de algunos investigadores argentinos y al apoyo, también aislado, de algunos industriales.

En cambio, tenemos el ejemplo de Australia que para su tanino de eucaliptus (myrta) y de mimosa ha desarrollado tecnologías no sólo para su uso en curtiembres sino también en resinas, en perforación de pozos, etc. Australia, por la colaboración entre el CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) y los industriales, habría conseguido que el 100% de sus tableros de madera aglomerada utilicen el tanino local en la formulación de sus adhesivos.

En la India el Instituto Central de Investigación del Cuero de Madras, dirigido por el profesor Nayudama, en función de las necesidades de ese país, se impuso fundamentalmente encontrar en las especies locales un sustituto de la importación del extracto de mimosa africano, de la cual dependía su industria del cuero, siguiendo los esquemas de política comercial trazados en la época de la dependencia inglesa.

El divorcio de nuestro sistema científico y técnico con las necesidades productivas se observa también en el campo de las aplicaciones curtientes. Argentina, fuerte productora de cueros, sólo curte para el mercado interno y lo hace, hasta la década del 30, empleando métodos primitivos y con tanino de quebracho exclusivamente. En los años 30 comienza a introducir procesos al cromo por economicidad (menor tiempo de inmovilización de los cueros) y porque aparecen nuevas aplicaciones en el mercado, compatibles con ese procedimiento (cueros para marroquinería por ejemplo). Paralelamente a la despreocupación estatal por el desaprovechamiento de los factores locales de producción que entraña la exportación de los cueros crudos que alimentan las curtiembres norteamericanas y europeas, hay una total despreocupación por investigar métodos modernos de utilización del tanino de quebracho, que establezcan economías de explotación y mejoras tecnológicas en los productos terminados.

En cambio, los productores de mimosa realizaron estudios desde un comienzo en dos institutos: uno, forestal, incorporado a la Universidad de Natal y otro, industrial, sostenido por el African Territories Wattle Industries Fund (A. T. W. I. F.). Este último desarrolló primero el método Liritan, que está siendo objeto de estudios de adaptación al extracto de quebracho por el CITEC (Centro de Investigaciones de la Tecnología del Cuero del sistema, de centros del Instituto Nacional de Tecnología Industrial Argentino) y luego el denominado Low Cost Low Discharge Vegetable Tannage tendiente ambos a reducir el problema de los efluentes en las curtiembres de los países más desarrollados.

Recién ahora el ITEQ propondrá a las curtiembres americanas un método, también con efluentes reducidos, desarrollado por sus técnicos europeos.

La tendencia que se observa de exportar cada vez mayor cantidad de cueros semiterminados, o incluso de manufacturas de cuero, coincide con los problemas de contaminación ambiental y de escasez de mano que aflige a las curtiembres de los países industrializados. Los muni-

cipios de Francia, Inglaterra, Italia y Alemania difícilmente pueden tolerar ahora una instalación de curtiembre. Además, el desarrollo industrial de esos países hace difícil encontrar mano de obra para los trabajos más rudos de las curtiembres como los llamados de "ribera".

El ciclo de utilización integral del cuero comenzaría a completarse, pues, recién ahora en Argentina, impulsado por los problemas que el desarrollo industrial ocasiona a este sector productivo en los países de mayor consumo. La industria argentina debería estar preparada para recibir esa transferencia, que no haría sino restablecer tardíamente una integración que debió haber obedecido a su propio impulso, sin importar al mismo tiempo los problemas que están en la raíz del desplazamiento.

El proyecto de ley de creación de la Comisión Nacional del Extracto de Quebracho presentado por la Pcia. del Chaco y la de Formosa, cuyo texto y decreto reglamentario pueden verse en el Anexo N° 12, propone utilizar los recursos provenientes del impuesto forestal con mayor participación de las provincias interesadas y de los sectores públicos nacionales vinculados a esta industria. Consideramos importante que se prevea además el organismo de estudio interdisciplinario que este análisis está demostrando constituye una necesidad perentoria para que la ciencia y la técnica argentinas puedan ir aportando soluciones a los problemas que la explotación del bosque chaqueño plantea y cuya constitución proponemos más adelante.

5.2. SITUACION ACTUAL DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA Y EL DESARROLLO TECNOLOGICO EN LA INDUSTRIA DEL TANINO.

La situación mundial en cuanto a investigación y desarrollo de las aplicaciones de los taninos vegetales puede resumirse así:

5.2.1. ACTIVIDADES DEL ITEQ

Está sosteniendo, con la contribución de la industria argentino-paraguaya, estudios en Inglaterra, Francia y Norteamérica sobre el uso del extracto de quebracho en:

- 5.2.1.1. Adhesivos para madera terciada y aglomerados
- 5.2.1.2. Flotación de minerales.
- 5.2.1.3. Consolidación de suelos
- 5.2.1.4. Tratamiento de fibras para telas de neumáticos.
- 5.2.1.5. Perforación de pozos petrolíferos a

Así como un estudio de la naturaleza del extracto de quebracho, en los que intervienen, entre otros:

- 5.2.1.7. Prof. Fleming - Imperial College of Science and Technology de Londres.
- 5.2.1.8. Dr. T. White - Consultor Científico y Técnico - Inglaterra - anteriormente de los laboratorios de investigaciones de la Forestal en Harpenden, Inglaterra.
- 5.2.1.9. Laboratorio Central de Investigaciones de Progil, Francia.
- 5.2.1.10. State Institute of Technical Research. - Otaniemi, Finlandia.
- 5.2.1.11. Sres. Marguet y Pirich, técnicos del ITEQ para la zona europea.

5.2.2. ACTIVIDADES CONJUNTAS DEL ITEQ Y EL TEPF.

El ITEQ unido a los productores de extracto de mimosa africano o de castaño europeo a través de la Tanning Extract Producers Federation (TEPF) con sede central en Zurich (ver estatutos en Anexo 8) mantiene investigaciones y esfuerzos de desarrollo tecnológico sobre:

- 5.2.2.1. Curtición rápida para competir con el proceso al cromo.
- 5.2.2.2. Recurtido por taninos vegetales de cueros curtidos al cromo. En este campo se buscaba competir con los taninos sintéticos, pero se llegó a un acuerdo con la firma alemana Bayer, principal productora de estos últimos, para integrar en una única fórmula, que se ofrecerá a los curtidores en el mercado mundial, proporciones equilibradas de los extractos de quebracho, mimosa y castaño con esos productos de síntesis.
- 5.2.2.3. Eliminación o reducción de efluentes para superar los problemas de contaminación ambiental.
- 5.2.2.4. Búsqueda de nuevas formas de organización de las industrias de curtiembre adecuadas a una estructura a la cual no convendría aparentemente llevar hacia los modelos de concentración industrial. El objetivo es

crear condiciones tales que el pequeño productor artesanal pueda tecnificarse y mejorar la calidad por un esfuerzo cooperativo, sin sentirse tentado de pasarse a métodos más industriales como los permitidos por el proceso al cromo. Se han tomado como modelos para los estudios pilotos el conjunto de empresas italianas de Santa Croce, las españolas de Igualada (cerca de Barcelona) y las mejicanas de Nueva León.

Se busca así la integración de pequeñas unidades familiares en conjuntos previstos de asistencia técnica de primer nivel, tanto para el control del proceso como para el mantenimiento de los equipos, con reducción simultánea, por la mecanización muy perfeccionada que se introduce, de los costos de producción y del esfuerzo físico y tiempo de trabajo del artesano.

- 5.2.3. Australia e India trabajan en el desarrollo de extractos de especias locales con miras sobre todo a su mercado interno.
- 5.2.4. En Argentina no existe, en este momento, ningún proyecto orgánico de investigación y/o desarrollo en lo que respecta a nuevas aplicaciones del extracto de quebracho. En el campo de la curtumbre, el CITEC, con el apoyo del ITEQ, está trabajando en la adaptación del método liritan al extracto de quebracho.

5.3. PROGRAMA DE ACCION

El pasado no adquiere sentido y no constituye un valor sino para el hombre que encuentra en sí mismo la pasión del porvenir, decía Paul Valéry. Apliquemos la filosofía al sector.

El pasado de la industria del quebracho en la Argentina es una mezcla de safortunada de intencionalidades concientes de intereses públicos y privados ligadas a capitales monópicos multinacionales que operaban en este sector y de errores producidos sin voluntad de daño por una ideología antiplanificadora, incapaz de estudiar racionalmente el medio socio económico y la naturaleza del país para conjugar armónicamente los factores de producción en beneficio del hombre argentino a través de adecuadas medidas de su sistema político y con la participación decidida de su sistema científico y técnico.

Ese pasado dejará de ser lastre y se convertirá en ayuda para la resolución de los problemas que puedan afectar a este sector industrial en la medida en que se acepte y comprenda la situación presente y se busquen, con imaginación y sentido común, caminos para afrontar el futuro.

El presente puede resumirse en los siguientes hechos:

- 5.3.1. Los mismos intereses que operaron durante muchos años monopolísticamente el quebracho argentino, desarrollaron la mimosa y le quitaron al primero importantes sectores del mercado mundial. Con la ventaja adicional para la mimosa de un período de desarrollo mucho más corto (8 años contra 100 del quebracho) lo que permite una mayor racionalización de la explotación del bosque.
- 5.3.2. El mercado tradicional de los taninos (la curtiembre) presenta una demanda inelástica. Esta inelasticidad se debe a:
 - 5.3.2.1. la competencia de productos sintéticos frente al cuero.
 - 5.3.2.2. la competencia de otros procesos de curtido.
 - 5.3.2.3. la desaparición de sectores consumidores como las cañallerías de los ejércitos y en general todos los medios de tracción a sangre.

- 5.3.3. Los países dependientes buscan romper esa dependencia, en parte, por una mayor utilización de sus recursos naturales y, en el sector tanino en particular, tienen a su disposición diferentes especies que con una tecnología apropiada pueden sustituir sin inconvenientes al quebracho, la mimosa o el castaño.
- 5.3.4. Los esfuerzos de diversificación tecnológica de los mercados (nuevas aplicaciones o desarrollo de aplicaciones mantenidas en estado embrionario) han sido realizadas fuera del país y, en buena medida, por intereses que manejan varios productos tanantes. Esas tecnologías podrán aplicarse tanto al quebracho como a la mimosa, al castaño o a especies de menor difusión, pero que pueden abastecer mercados regionales importantes.
- 5.3.5. Las contribuciones de nuestro sistema científico técnico a este sector no son de envergadura, ni han podido concretarse en un esfuerzo sostenido y programado que consolide los resultados de laboratorio, o de planta piloto, en tecnologías transferibles al sector productivo nacional o internacional. Pero existen recursos humanos de nivel que han adquirido capacitación adecuada en este campo.
- 5.3.6. La industria mundial de extractos curtientes comienza a realizar esfuerzos conjuntos para ordenar y estabilizar el mercado. También decide aunar esfuerzos en la búsqueda de la diversificación tecnológica.
- 5.3.7. La diversificación de mercados tecnológicos deberá enfrentar la competencia de un producto, como el fenol de síntesis, que en la mayoría de los países industrializados es muy barato. La situación actual en Argentina, donde este producto está por encima del precio del extracto de quebracho, no es de ningún modo representativa, ni de una estructura real actual de costos, ni de las tendencias previsibles. Al contrario, nuevos procesos y economías de escalas en la producción de fenol, quizás se traduzcan a corto plazo en disminuciones del precio de ese producto.
- 5.3.8. El incremento de las ventas de extracto de quebracho por la conquista de nuevas aplicaciones podrá significar, en el mejor de los casos, la consolidación de la industria existente en el país y el cumplimiento de su ciclo vital, sin trastornos para el cuerpo social donde se asienta, pero no ha de entrañar un considerable desarrollo adicional. Esto porque las aplicaciones previsibles

visan campos donde la competencia de otros productos también es grande y porque la conquista de nuevos mercados tecnológicos se repartirá de una u otra manera, entre quebracho, mimosa, castaño y especies locales. En la Fig. 5.3.1. hemos reunido en un cuadro general las diferentes hipótesis de crecimiento de consumo esbozadas, al tratar en particular algunas de las aplicaciones a corto plazo. Al efectuar esas hipótesis no hemos elaborado ningún modelo relativo a los efectos posibles de la competencia de otras especies sobre el quebracho.

- 5.3.9. El Estado argentino no aplica los fondos que extrae de las exportaciones de tanino a los fines de investigación y desarrollo industrial a que estaban destinados.

El futuro exigirá:

- 5.3.10. La participación activa argentina en los organismos internacionales creados por la industria de extractos vegetales, en un esfuerzo inteligente de negociación que tienda a establecer las bases por las cuales esta industria pueda cumplir su ciclo de evolución.
- 5.3.10.1. mediante un esfuerzo de prospección tendiente a ir definiendo los horizontes límites de mantenimiento y de reemplazo de las estructuras productivas actuales.
- 5.3.10.2. mediante un esfuerzo de estabilización del mercado entre los tres productos principales hasta alcanzar esos horizontes sin pensar, sin embargo, que se podría detener el desarrollo lógico de los intentos de sustitución regionales.
- 5.3.10.3. mediante un esfuerzo de diversificación tecnológica de mercados, por la cooperación internacional de los sistemas científico-técnicos de los países involucrados, tendientes a empujar hacia horizontes cada vez más alejados los límites de vida productiva.
- 5.3.11. La formación de un centro de estudios a nivel nacional, donde se vuelquen los recursos privados y públicos para sostener un programa de investigación científica y desarrollo tecnológico tendien

FIG. 5.3.1. Resumen de la posible expansión* del consumo del extracto de quebracho por usos no-curtientes.

U S O S	Hipótesis mínima ton/año	Hipótesis máxima ton/año	Referencia item o fig.
por adhesivos p/ madera terciada.	13.355	37.310	fig. 3.2.4.
por tableros de partículas.	7.300	14.600	fig. 3.2.14.
por floculantes.	1.500	3.000	item 4.2.
por tratamiento de minerales.	800	4.000	item 4.3.
por polvos de moldeo.	450	2.250	item 3.3.
por perforación de pozos petrolíferos.	5.000	15.000	item 4.4.
por uso en hornos de cemento.	1.500	4.500	item 4.5.
por aditivos para uso vial.	1.250	2.500	item 2.4.
Total	31.155	83.160	

* Las cifras no representan proyecciones en plazos determinados pues la expansión enfrenta problemas comerciales.-

te a integrar el esfuerzo internacional con criterio regional y a utilizar el potencial humano disponible en el país. Este centro de berá establecer, además, cuáles son las mejores condiciones para la utilización del tanino y el furfural en el mercado interno, construyendo un modelo técnico-económico que optimice la producción y utilización de los distintos fenoles y aldehidos disponibles (sintéticos y naturales) y de sus respectivas materias primas (nafta o gas y quebracho u otras especies vegetales).

5.4. BASES DEL CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO A CONSTITUIR

5.4.1. ORGANIZACION

No creemos necesario ni conveniente instalar plantas piloto ni unidades semicomerciales de producción en ninguno de los sectores de aplicación posible del extracto de quebracho o del furfural como sustitutos del fenol o del formol respectivamente.

Creemos, por el contrario, que es urgente aplicar fondos estatales y privados a la creación de un grupo de estudio que considere el panorama global de la industria del quebracho en Argentina, en función de los intereses de "nuestro" sistema socio-económico, pero sin descuidar la interrelación con la industria mundial de producción de extractos tánicos vegetales. Esa visión totalizadora racional debería abarcar, desde la situación ecológica actual y futura del bosque chaqueño, el estado psicológico-económico, social y físico del hombre del obraje, y el panorama tecnológico de la industria de extracción existente, hasta las posibilidades ofrecidas por otras especies vegetales autóctonas, la evolución del mercado mundial, el perfeccionamiento tecnológico y de gestión de las empresas que utilizan esos extractos y el mercado de nuevas aplicaciones, o el mejoramiento de las existentes.

Ese centro de investigaciones debería utilizar todos los recursos humanos ya especializados disponibles en el país, así como los laboratorios y plantas pilotos, ya equipados con instrumentación y maquinarias adecuadas a los distintos tipos de ensayos que habría que efectuar. En la Fig. 5.4.1. damos como ejemplo una lista de los equipos disponibles en el Lemit para ensayos sobre tableros de partículas. Cuando fuese necesario y conveniente, este centro debería poder contratar trabajos especiales en laboratorios o centros de investigación del país o del exterior, similares a este del Lemit, que nos sirvan de ejemplo en un campo de aplicación. Otro ejemplo podría ser el Laboratorio de Vialidad Provincial del Chaco, que ya ha trabajado sobre aditivos para uso vial (ver. punto 2.4.)

Por otra parte ese centro debería poder capacitar, partiendo de graduados de nuestras universidades y de técnicos de nuestras escuelas secundarias, los recursos humanos que irán exigiendo

FIG. 5.4.1. Lista de equipos disponibles en el LEMIT para ensayos sobre tableros de partículas.

1. Caldera vertical a tubos de humo para 12 Kgs./cm² de presión de trabajo, provista de quemador a gas-oil, ventilador y demás accesorios.
2. Prensa hidráulica a platos calentables por vapor, de 50 x 50 cm.
3. Máquina mezcladora doble Z para el encolado de las partículas con motor eléctrico de 1, 1/2 HP.
4. Compresor de aire con cabezal de 2 cilindros y motor eléctrico de 10 HP.
5. Equipo pulverizador accionado a aire comprimido para la aplicación de adhesivo.
6. Horno rotativo de velocidad e inclinación variables para el secado de partículas, con quemador a gas natural.
7. Báscula de plataforma de 1.000 kgs. de capacidad y balanza de un plato hasta 20 kgs.
8. Molino a martillos con motor eléctrico de 5 HP.
9. Saranda vibratoria para clasificar partículas, "tipo Williams" con 8 cribas de 61 x 61 cm.
10. Máquina "chipeadora" para 200 kgs./hora, con motor eléctrico de 4 KW.

Proximamente se incorporará una prensa hidráulica de 10 ton., 150 atm., con platos calentados eléctricamente, con aparatos de control y demás accesorios.

las industrias productora y de consumo, a medida que se perfeccionen o se expandan.

La acción de capacitación podría y debería extenderse a los técnicos de otros países productores y consumidores. En el caso de países productores, la acción, más que de capacitación, sería de intercambio. En el caso de países o empresas utilizadores, la acción de capacitación tendría simultáneamente una fuerte componente de promoción.

Proponemos por todo esto la creación de un centro de investigaciones de taninos vegetales, dentro del sistema de Centros de Investigación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Este sistema, por la autonomía y autarquía de que goza, permitiría crear un grupo de trabajo sostenido por:

5.4.1.1. las empresas privadas, agrupadas en la Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho, que aportarían allí los u\$s 2.- por tonelada de extracto vendido que actualmente destinan al ITEQ. Esto no significaría la desaparición de las estructuras externas de este organismo. El convenio debería establecer que con los fondos del centro a crearse se sostendrían los agentes de promoción y venta establecidos en Nueva York y París, así como las estructuras de apoyo que estos necesitan. En cuanto a las investigaciones en curso, se respetarían los contratos ya firmados, procurando volcar en el futuro el máximo de trabajo creativo posible en el país, a medida que la Consolidación del mismo centro lo permita y a medida que se detecten núcleos capaces de encarar los trabajos de investigación y desarrollo que los estudios de transferencia demuestren necesarios. Esto no debe llevar a una situación de autosuficiencia total, que desprece las ventajas de una colaboración apropiada con entidades públicas o privadas del exterior para la realización de determinados trabajos por encargo o en un esfuerzo cooperativo. Recuérdese que estas contribuciones podrán ser deducidas de réditos de acuerdo con la ley de promoción Nº 18527.

5.4.1.2. el Estado Nacional, que volcaría los fondos provenientes del 5% del impuesto forestal, aplicado sobre el

valor FOB de las exportaciones de extracto de quebracho. La aplicación del fondo debería ser total, pues este Centro considerará, no sólo los problemas de la producción y utilización del extracto de quebracho, sino también la situación del bosque chaqueño y las posibilidades de producción y utilización de otras especies tánicas vegetales.

Esto está perfectamente de acuerdo con los objetivos fijados al INTI en sus Estatutos (véase Anexo 9). Hacemos especialmente mención a los artículos 2º, 4º inc. d, 10º y 11º. Es muy importante el párrafo final del Art. 10º:

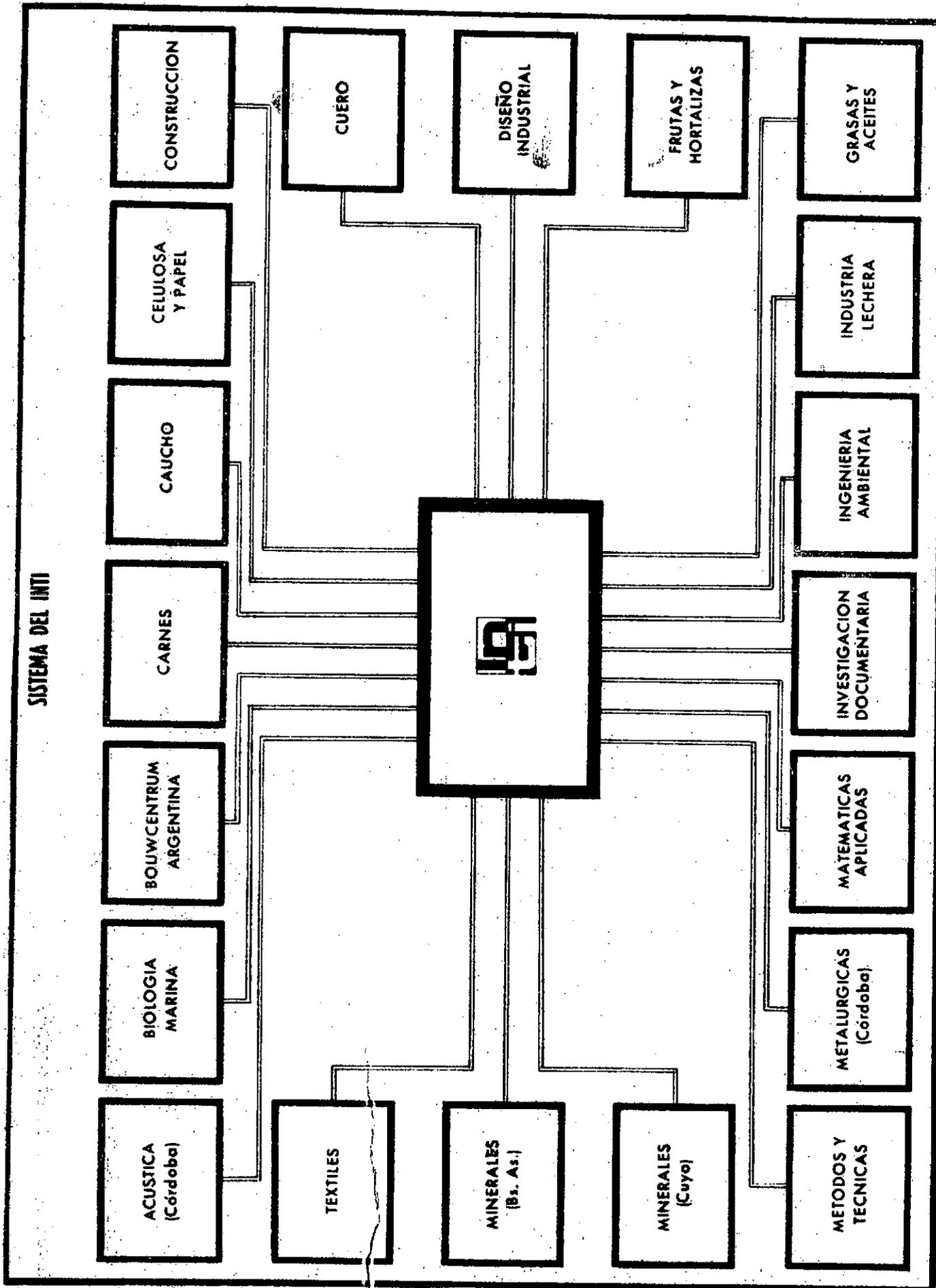
"La administración de los Centros de Investigaciones
"estará a cargo del Instituto y la gestión e inversión
"de los fondos que se le asignen quedan eximidas de
"las prescripciones de las leyes de Contabilidad y
"Obras Públicas".

La proposición anterior refuerza la autarquía del INTI y asegura la posibilidad de realizar una eficaz administración del centro a crearse, escapando a la rigidez asfixiante de la burocracia y dándole, por el contrario, toda la flexibilidad que requiere una gestión tecnológica para dar frutos en el corto, mediano y largo plazo.

La reglamentación para la financiación de Centros de Investigación, que también figura en el Anexo 9, no hace sino reforzar esos aspectos positivos. Por ejemplo, el artículo 2º permite participar en la financiación de los centros a empresas o asociaciones empresarias (en este Caso la Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho), junto a dependencias del Estado (en este caso el Servicio Forestal Nacional).

En la Fig. 5.4.2. mostramos un esquema de la composición actual del Sistema del INTI. El Centro de Investigación de la Tecnología del Cuero (CITEC) podría incorporarse al Centro de Investigaciones de Tanino Vegetales (C.I.T.A.V.) a crearse -- (Art. 18) del reglamento de formación de centros de investigación) o bien podría constituir uno de los lugares donde este último contrataría investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos especializados. En cualquiera de los dos casos, la

FIG. 5-4-2. Esquema de la Composición Actual del Sistema del INTI



SISTEMA DEL INTI

ACUSTICA
(Córdoba)

BIOLOGIA
MARINA

BIOWCENTRUM
ARGENTINA

CARNES

CAUCHO

CELULOSA
Y PAPEL

CONSTRUCCION

TEXTILES

MINERALES
(Bs. As.)

MINERALES
(Cuyo)

METODOS Y
TECNICAS

METALURGICAS
(Córdoba)

MATEMATICAS
APLICADAS

INVESTIGACION
DOCUMENTARIA

INGENIERIA
AMBIENTAL

INDUSTRIA
LECHERA

GRASAS Y
ACEITES

CUERO

DISEÑO
INDUSTRIAL

FRUTAS Y
HORTALIZAS



planta piloto del CITEC en Manuel Gonet (Pcia. de Bs. As.) debería continuar funcionando tal como lo viene haciendo.

Las ideas básicas que deben orientar la actividad del Centro a crearse son las siguientes:

- 5.4.1.3. El Centro no se propondría equipar un Instituto capaz de efectuar investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos en todos los campos de aplicación posibles del tanino y del furfural.
- 5.4.1.4. El Centro constituiría inicialmente un núcleo interdisciplinario de primer nivel, que administraría las investigaciones y desarrollos que ya se estuviesen realizando en el país y en el extranjero y que procuraría movilizar los recursos humanos disponibles y los laboratorios o plantas pilotos ya instalados en el país, tendiendo, en todos los casos, a estudiar problemas técnico-económico-sociales del desarrollo del nor-este argentino y, muy especialmente, los ligados a la explotación de sus recursos naturales.
- 5.4.1.5. A medida que la experiencia lo demuestre necesario, iría instalando líneas de investigación y desarrollo propias, en aquellos campos en que no existiera equipamiento disponible y fuese necesario o conveniente efectuar estudios sobre el tema. Estas líneas de investigación y desarrollo deberían instalarse preferentemente en las provincias productoras, contribuyendo a la descentralización geográfica de la estructura científico-técnica nacional.
- 5.4.1.6. El Centro tendría su sede administrativa en la Provincia del Chaco, en la que deberían tener su domicilio permanente el director y el plantel estable o permanente de científicos investigadores y técnicos auxiliares.
- 5.4.1.7. El Centro coordinaría también los servicios de asistencia científica y técnica que actualmente presta la industria del extracto de quebracho a sus usuarios, extendiendo esa asistencia técnica a la misma industria productora del tanino y el furfural y a la explotación del bosque.

Por ello proponemos un organigrama inicial tal como el de la Fig. 5.4.3. Haciendo uso de la facultad otorgada por el artículo 7º del reglamento de creación de centros, hemos adscrito a la dirección de CITAV un Comité Asesor, a través del cual queremos obtener la participación de aquellas personas que hayan trabajado en el campo de nuevas aplicaciones del tanino y del furfural en nuestro país y, en general, de elementos de valor de nuestro sistema científico y técnico, que, por distintas razones, no pudieran ocupar cargos permanentes en el centro.

El Comité Científico Asesor no debería tener más de diez miembros. Sugerimos que el primer Comité se integre con las siguientes personas:

Dr. Raúl NICO
 Ing. Luis BARTOLUCCI
 Sr. Roberto Luis FRANCO
 Ing. Alberto MONTES
 Dr. Luis BORLANDO
 Dr. Humberto GIOVAMBATISTA
 Un representante de la Universidad Nacional del Nordeste.
 Un representante del Centro Regional Chaqueño del INTA.

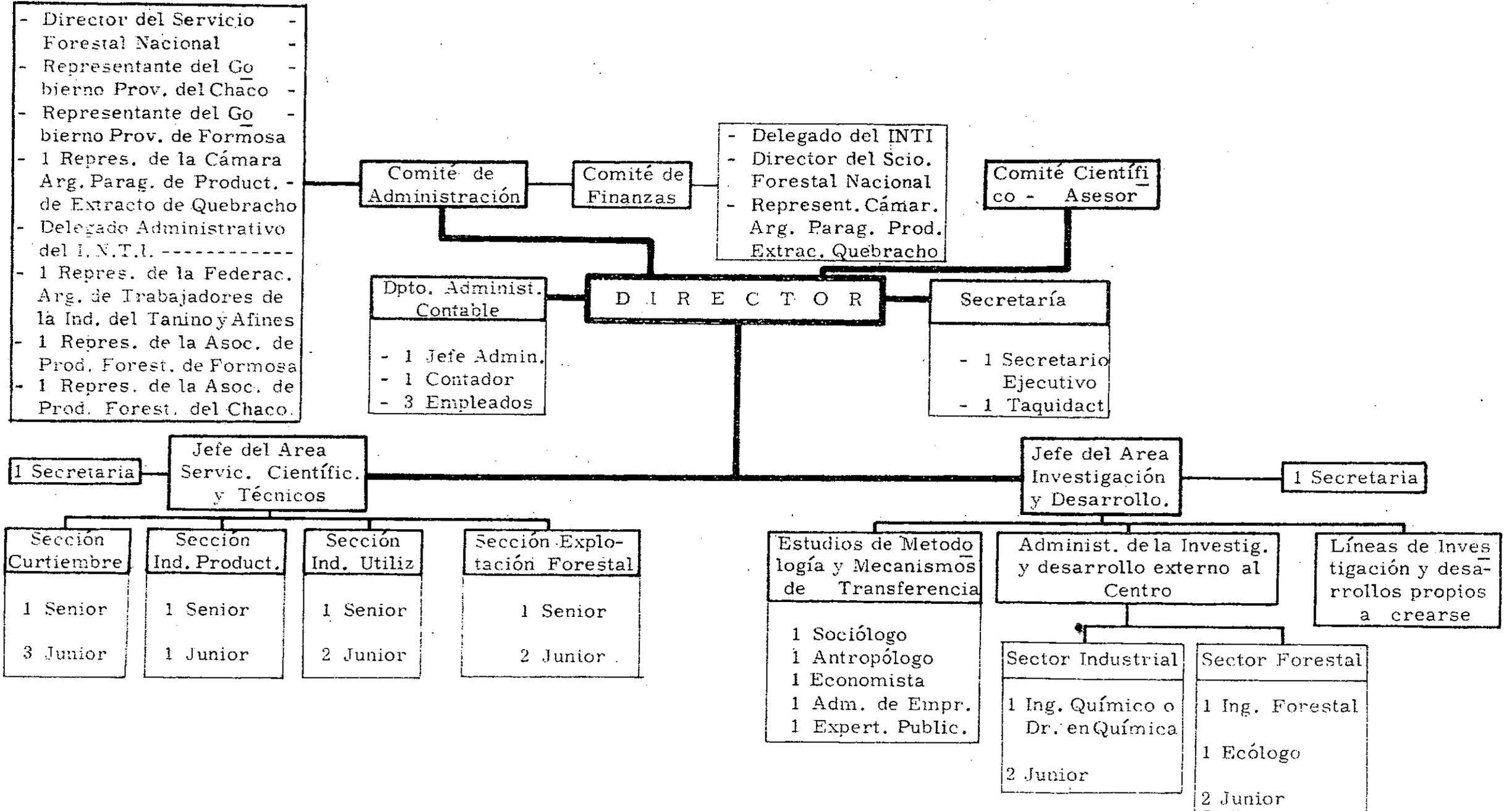
Si la Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho nombrase un asesor científico nacional éste debería formar parte también del Comité Asesor del CITAV.

Si alguno de estos investigadores fuese llamado a ocupar funciones dentro del plantel permanente del CITAV, o no pudiera continuar como asesor por cualquier otra causa, corresponderá al Comité de Administración, con el aviso a los miembros restantes del Comité Científico Asesor, elegir al reemplazante.

Los dos puestos para los cuales no se sugieren nombres deberían reservarse para especialistas en otras líneas de trabajo, de tipo más general, ligados a la ecología y a la economía chaqueña, que el Centro decidiera realizar.

Este Comité Asesor debería reunirse, como mínimo bimestralmente, con el Director del Centro en la Provincia del Chaco,

FIG. 5.4.3. ORGANIGRAMA DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE TANINOS VEGETA (C.I.T.A.V.)



a fin de discutir la marcha de los trabajos y servicios. Sus miembros no gozarían de ninguna retribución fija y habitual aun que se les abonarían los pasajes por avión, cuando su domicilio estuviese en la Pcia. del Chaco, más un honorario equivalente a \$ 500 diarios por cada día o fracción de alejamiento de su domicilio habitual. Un honorario igual percibirían quienes residen en la Pcia. del Chaco, pues se exigiría la dedicación total durante los días de reunión.

El Comité Administrativo debería reunirse con igual frecuencia, también en la Pcia. del Chaco, y sus miembros gozarían de iguales retribuciones que los del Comité Asesor además de las que pudiese corresponderles por el ejercicio de sus cargos habituales.

En la constitución del Comité Administrativo se debe procurar que intervengan funcionarios de carrera de los organismos nacionales y provinciales ligados a los problemas técnico-económicos de esta industria.

El Comité de Administración debería garantizar la más amplia libertad académica en la orientación y conducción de los trabajos, interviniendo solamente en la aprobación del presupuesto y del plan de trabajos. Este último sería sometido anualmente a la aprobación del Consejo Directivo del INTI (Arts. 10 y 13 del Reglamento de creación de centros de investigación).

El presupuesto sería íntegramente manejado por el propio Centro y controlado solamente por el INTI, a través de su Delegado Administrativo y de su Auditoría Central. El Comité Administrativo recibiría, en las reuniones periódicas, toda la información necesaria para ejercer el control presupuestario.

El Comité de Administración ejercería la representación del Centro, por intermedio de los apoderados que designe al efecto, en todo lo relacionado a los derechos de que pueda llegar a ser titular el Centro y en lo concerniente a adquirir, construir, arrendar, contraer obligaciones y enajenar bienes de toda clase a los efectos del cumplimiento de sus finalidades.

Entre otras cosas, el hecho de que el sistema del INTI autori

ce a fijar los presupuestos de cada Centro por acuerdo directo entre las partes intervinientes en su constitución, permitirá soslayar un inconveniente de nuestro sistema científico-técnico que impide formar y consolidar grupos de investigación y desarrollo de alto nivel.

Son numerosos los estudios que han hecho hincapié sobre los exiguos niveles de remuneración del personal científico-investigador y técnicos auxiliares en nuestro país. Se ha señalado esta situación como una de las determinantes del éxodo de científicos y técnicos, atraídos por las mejores condiciones económicas ofrecidas en otros países.

Tanto el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas como el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica (CONACYT) han tratado de paliar este problema adoptando escalafones para el personal científico investigador que, aunque adecuados en su origen, han quedado repetidamente atrasados al no irse corrigiendo los salarios en función del incremento del costo de la vida que, en nuestro país, en algunos momentos de su crecimiento, sufre aceleraciones considerables.

Solamente fijando honorarios importantes y de valor adquisitivo constante se podrán atraer hacia los Centros de Investigación del tipo del propuesto a profesionales de formación y capacidad adecuada. De otra manera será un refugio más de mediocres e incapaces y no será posible exigir de él los resultados que la industria y la sociedad argentina esperan, ni podrá dialogar en un plano de igualdad con las fuentes de creación mundiales.

Por eso proponemos para cada categoría definida en la Fig. 5.4.4. las correspondientes retribuciones a un nivel que, si bien sigue siendo inferior al de países más desarrollados, es adecuado para las condiciones de vida en Argentina, no establece diferencias demasiado irritantes con otros sectores del sistema científico técnico y permite prever la incorporación de personal capacitado. Tanto el director como el personal científico investigador y los técnicos auxiliares afectados a las áreas de investigación, desarrollo y servicios, serían contratados por un período variable de dos a cinco años, renovable indefinidamente y percibirían los honorarios indicados, co

mo profesionales independientes, sin otro descuento que el correspondiente a los réditos personales de cada uno de ellos. La dedicación de este personal deberá ser exclusiva, permitiéndose solamente el ejercicio de la docencia siempre que no signifique dispersión geográfica.

El personal administrativo (con la excepción del Jefe de Administración y el Secretario Ejecutivo) y obrero sería tomado en relación de dependencia y asimilado al régimen del personal del Estado en lo que se refiere a cargas sociales y descuentos previsionales, quedando en cambio facultada la dirección, con la aprobación del Comité de Administración, a fijar sobresueldos u otro tipo de retribuciones extraordinarias, por encima de lo que pueda establecer dicho régimen.

La antigüedad en las tareas sería compensada a fin de promover el arraigo en la institución con una bonificación sobre los honorarios básicos de la Fig. 5.4.4. del 2% por año, hasta un máximo del 30%, correspondiente a 15 años de permanencia en la institución.

El Director, con la aprobación del Comité Administrativo, podrá subdividir las categorías establecidas en la Fig. 5.4.4. a fin de introducir incentivos por calificación.

No creemos en el valor de los concursos de oposición para llenar los cargos principales. La capacidad de competir en un examen no siempre va ligada a la excelencia de razonamiento, sentido común y formación. Además, sabemos bien todas las maniobras a que los concursos pueden dar lugar y la lentitud de su tramitación. Preferimos que el director técnico del Centro sea propuesto por el Consejo de Administración del Centro al Consejo Directivo del INTI (Art. 11 del reglamento para la formación de Centros de Investigación) en base a recomendaciones del Comité Asesor quien deberá fundamentar las propuestas sobre antecedentes y evaluaciones de los candidatos.

Los jefes de área (ver Fig. 5.4.3.) serían nombrados por el Director de común acuerdo con el Comité Asesor. Los restantes miembros del personal científico investigador y el personal técnico y administrativo auxiliar serían nombrados por el Director a propuesta de los respectivos jefes de área.

FIG. 5.4.4. Categorías y retribuciones del personal científico investigador y técnicos auxiliares del Centro de Investigaciones de Taninos Vegetales (C.I.T.A.V.) .

Categoría	Requisitos	Retribución Anual \$
Director	Haber realizado una labor científica original de alta jerarquía y poseer capacidad para organizar y dirigir institutos de investigación y centros científicos - Poseer el más alto grado académico y antecedentes de haber realizado trabajos de transferencia de resultados científicos y/o técnicos al sector productivo.	75.000
Senior	Haber realizado trabajos de importancia y estar en condiciones de efectuar investigaciones en forma completamente independiente. Para los sectores de servicio y transferencia, antecedentes de haber realizado trabajos similares.	45.000 a 60.000
Junior	Haber realizado ya una labor personal de investigación, demostrando aptitudes para ejecutarla bajo la guía o supervisión de otros.	25.000 a 42.500
Graduado	Título habilitante de la especialidad.	17.500 a 20.000
Técnicos Auxiliares	Egresado de Escuela Técnica del Curso Secundario o formación artesanal de capacidad comprobada.	12.500 a 17.500

Bases: Costo de vida (Julio de 1971 = 938,5 u\$s 1.- = \$ 5.-

Los valores serán reajustables semestralmente en función del costo de vida según valores del INEC.

El pertenecer al sistema del INTI significará:

- 5.4.1.8. para el Estado Nacional y las provincias interesadas, la seguridad de que los fondos del impuesto forestal serán aplicados a los fines para los cuales fueron creados, a través del organismo nacional de promoción de la creación tecnológica industrial.
- 5.4.1.9. para los distintos sectores productivos, la posibilidad de efectuar un esfuerzo cooperativo de investigación y desarrollo a un costo mínimo, contando con las ventajas adicionales que significan:
 - 5.4.1.9.1. la contribución del INTI en el control presupuestario y contable del manejo de los fondos del Centro.
 - 5.4.1.9.2. la posibilidad de consulta y fertilización cruzada con otros centros del sistema como por ejemplo:
 - 5.4.1.9.2.1. el Centro de Matemáticas aplicadas para los estudios de modelos de gestión empresarial (punto 5.2.2.4.) o de desarrollo industrial (punto 5.3.10.).
 - 5.4.1.9.2.2. el Bouwncentrum o el de la Construcción para aplicaciones de productos donde pueden intervenir las resinas a base de tanino. Recuérdese que en EE. UU. el consumo de resinas fenólicas en la construcción representaba, en 1964, un 36% de la producción total de dichas resinas.
 - 5.4.1.9.2.3. el de Diseño Industrial para el desarrollo de nuevos productos.

5.4.1.9.2.4. el de Caucho para aplicaciones en este campo particular de las resinas a base de tanino (punto 5.2.1.4.).

5.4.1.9.2.5. el Departamento de Química para la asistencia que necesiten las líneas de investigación y desarrollo en materia de análisis químicos.

5.4.1.9.2.6. el Laboratorio de tratamiento de minerales del Centro de Investigaciones para las Industrias Minerales (CIIM) para la aplicación del tanino a la flotación (ver punto 4.3.).

5.4.2. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

El plantel inicial del CITAV deberá formarse con personal universitario suficientemente experimentado tanto en las categorías Senior como Junior. Este personal efectuará cursos o estadías de perfeccionamiento, actualización y/o especialización en los principales organismos públicos y privados extranjeros dedicados a la investigación de las propiedades y las aplicaciones de los taninos vegetales y el furfural. Esos organismos se elegirán entre los mencionados en la Fig. 2.2.4.

Quiénes tendrán que prestar servicios a la industria en las distintas áreas señaladas en la Fig. 5.4.3. se seleccionarán entre los técnicos más experimentados que la industria está utilizando con ese fin. Esos técnicos ya están brindando asesoramiento por cuenta de la Cámara Argentina de Productores de Extracto de Quebracho y/o del ITEQ a las empresas consumidoras de tanino, tanto en la Argentina como en el resto de Latinoamérica, especialmente en el campo de la curtiembre.

Por otra parte convendrá contratar para cursos y seminarios

a los expertos que, en distintos campos de aplicación y en diferentes regiones del mundo, están trabajando en la promoción del tanino y en el desarrollo de nuevas tecnologías. Algunos de ellos son citados en el punto 5.2.1.

El plan de formación de nuevos recursos deberá contemplar también la incorporación de jóvenes egresados por un proceso de selección que puede comprender:

- 5.4.2.1. becas internas para la asistencia a los cursos y seminarios a dictarse en el país a estudiantes de los últimos cursos o graduados de las especialidades requeridas que demuestren interés en el tema, que tengan antecedentes de dedicación y formación suficientes y que reúnan las condiciones personales convenientes.
- 5.4.2.2. incorporación de los que se destaquen en esos cursos o seminarios al plantel del CITAV.
- 5.4.2.3. otorgamiento a los mismos de becas de perfeccionamiento en el exterior para realizar estudios de postgrado en las diferentes especialidades.
- 5.4.2.4. esos elementos irían engrosando los cuadros propios del CITAV a medida que crezcan sus actividades, nutrirían las necesidades del personal científico y técnico que puedan experimentar las industrias productoras y utilizadoras, y podrían incorporarse a otros centros que estuviesen investigando sobre el tema.

Como una contribución más a la actualización de los cuadros científicos, el personal de la categoría Senior tendrá derecho a un año pago para dedicarse a estudios de perfeccionamiento después de cada cinco años de permanencia en dicha categoría o en la dirección.

La capacitación de recursos humanos podría extenderse fuera del país otorgando becas similares a las indicadas en 5.4.2.1. a estudiantes y graduados de otros países latinoamericanos. Convendría invitar también a técnicos y profesionales que estuvieran trabajando en industrias, productoras y utilizadoras, de países más desarrollados y que no hubieran alcanzado todavía el nivel de expertos. Esto facilitaría el intercambio de información.

En la Fig. 5.4.6. se ha resumido la progresión previsible en la capacitación de recursos humanos.

El programa tendería a revertir la pirámide inicial dándole bases cada vez más amplias, de manera que, después de quince o veinte años se obtenga una fluencia regular desde la base hasta la cima y el retiro del trabajo activo de los primeros elementos senior incorporados que en ese momento habrán alcanzado los límites de edad para optar por esa situación. El volumen total del plantel permanente dependerá a su vez de la cantidad de trabajo que el centro no pueda contratar y deba ejecutar por sí mismo. Es decir que los graduados, a medida que se van capacitando, podrán seguir las líneas de promoción internas o buscar salidas hacia el sistema productivo u otros centros de investigación según como se vayan desarrollando los movimientos internos y externos del personal en los distintos niveles y según las necesidades que imponga el crecimiento.

El programa de capacitación está también ligado al de transferencia, pues para mantener activo el conocimiento de la industria tanto productora como utilizadora, el personal, en todas sus categorías, deberá realizar frecuentes estudios en las plantas fabriles. Durante las mismas contribuirá a su vez a la actualización del personal de producción mediante el dictado de conferencias y cursos, no solamente sobre las especialidades ligadas a la labor del Centro, sino también sobre las ciencias básicas y la tecnología en general.

5.4.3. PROGRAMA DE TRABAJOS

Este es un proyecto que realizará:

- creación científica (análisis de los extractos vegetales tradicionales y otros disponibles; sociología, antropología, ecología y agronomía del bosque chaqueño);
- creación tecnológica (desarrollo y adaptación de tecnologías de utilización de los extractos tánicos vegetales, aprovechamiento integral del bosque chaqueño y reutilización de las zonas taladas); y
- servicios científicos y técnicos a las industrias productoras y consumidoras de extractos tánicos vegetales, a los product-

FIG. 5.4.6. Progresión de la Capacitación de Recursos Humanos en el C.I.T.A.V.

C A T E G O R I A S		A		Ñ			O		S		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Senior	Incorporadas	13									
	Promovidas desde nivel junior						5				
	Total Acum. en la categ.	13	13	13	13	13	18	18	18	18	18
	En año sabático						5	5	3		
Junior	Incorporadas	14									
	Promov. desde nivel grad.						5	5		5	
	Total Acum. en la categ.	14	14	14	14	14	14	19	19	24	24
Graduado	Incorporadas		5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Total Acum. en la Categ.		5	10	15	20	20	20	25	25	30
	En el exter. en Perfecto.		5	5	5	5	5	5	5	5	5
T O T A L E S		27	32	37	42	47	52	57	62	67	72

res y consumidores de todo otro producto derivado del bosque chaqueño y a la explotación forestal.

Sin desdeñar la continuación de los trabajos ya iniciados en centros de investigación del exterior, que podrán ser complementados y profundizados, el Centro a crearse deberá establecer esfuerzos cooperativos con centros similares del exterior y especialmente con el CSIRO de Australia, el State Institute of Technical Research de Finlandia, el Imperial College of Science and Technology de Inglaterra, el Instituto Central de Investigación del Cuero de la India, el Central Scientific Leather Research Institute de la U. R. S. S. y similares.

Además el Centro deberá realizar cursos sobre los distintos aspectos científicos y técnicas de la producción y utilización de los extractos vegetales y el aprovechamiento integral de la madera con la asistencia de becarios de otros países, especialmente latinoamericanos, pero también de aquellos más desarrollados que son consumidores actuales o potenciales de esos productos. En esos cursos participarán los expertos mundiales en el tema con el carácter de profesores invitados.

Deberá ponerse especial énfasis en lograr la transferencia al sector productivo nacional de los conocimientos que se vayan creando o que se adquieran por vinculación con otros centros de estudio.

La transferencia encierra problemas de tipo técnico-económico, pero también fuertes componentes de tipo antropológico y social. Por ello es necesario formar un grupo interdisciplinario (ver Fig. 5.4.3.) que pueda:

- 5.4.3.1. detectar las necesidades de los distintos sectores del sistema socio-económico interesados en la producción y utilización de extractos vegetales y otros productos derivados de la madera tanto en Argentina como en el exterior.
- 5.4.3.2. analizar las estructuras económico-financieras y antropo-sociales de esos sectores estableciendo, cuando se requiera introducir nuevas tecnologías o modificar las existentes, las condiciones que deberán reunir los procesos que se propongan y los métodos adecuados pa

ra lograr la aceptación de los usuarios y facilitar su aplicación práctica.

- 5.4.3.3. planificar el desarrollo integral de la industria de la madera o mejor aún del árbol (silvicultura y silviquímica) a mediano y largo plazo, teniendo en cuenta las condiciones de las distintas reservas, los estudios ecológicos que se hagan sobre la explotación de las distintas especies y los modelos de desarrollo nacional y sectorial que se hayan planteado. Como dice el Dr. W. Schweisheimer*: "Un árbol es una materia prima cara. La industria de la madera no puede permitirse el menor desperdicio. Ella consigue, actualmente, preparar a partir de la madera derivados que anteriormente, sólo eran obtenidos por la vía petroquímicas. Provisoriamente, su preparación es sensiblemente más costosa** que la de los productos químicos extraídos del petróleo. Sin embargo, los químicos de la madera confían en el tiempo. Ellos saben que un día el petróleo existente sobre la tierra será agotado, pero que los bosques y los árboles pueden ser siempre renovados. La fuente de esos productos químicos es, pues, inagotable."
- 5.4.3.4. establecer, en función de los factores anteriores, cuales son las líneas de investigación científica y desarrollo tecnológico que más convenga encarar a través del C.I.T.A.V.
- 5.4.3.5. colaborar con la industria productora y utilizadora de taninos vegetales en particular y de los derivados de la madera y la explotación forestal en general en la instalación de unidades productivas, asesorándolas

* Schweisheimer, W. - "Preparation de Produits Chimiques a partir du bois" - Chimie et Industrie - Génie Chimique - Vol. 96 - Nº 6 - diciembre 1966, pág. 1656.

** En los Estados Unidos (N. de R.).

en la compra de equipos y la ingeniería de diseño y montaje y llegando, en algunos sectores, a realizar directamente las instalaciones por un convenio llave en mano.

En base a estas consideraciones y al resultado del análisis técnico-económico efectuado en los capítulos anteriores sobre el estado actual de las aplicaciones del tanino en diferentes sectores industriales, proponemos que el Centro comience su actividad analizando las siguientes líneas de trabajo:

- 5.4.3.6. Ensayos sobre utilización del tanino en la industria de adhesivos incluyendo tableros de partículas.
 - 5.4.3.6.1. búsqueda de la forma más conveniente de suministrar los grupos metilénicos en las colas a base de extracto de quebracho.
 - 5.4.3.6.1.1. formalina con 37% de formol.
 - 5.4.3.6.1.2. paraformaldehído en escamas o en polvo.
 - 5.4.3.6.1.3. otros portadores de grupos metilénicos, eventualmente el furfural.
 - 5.4.3.6.1.4. hexametilentetramina.
 - 5.4.3.6.2. selección del tipo más adecuado de resina fenólica para preparar colas en la que el extracto de quebracho entre sólo como modicador. Puesta a punto de la tecnología de fabricación de dichas colas para su aplicación a los compensados de madera en función de distintos tipos de madera:
 - 5.4.3.6.2.1. de baja densidad.
 - 5.4.3.6.2.2. de alta densidad.
 - 5.4.3.6.2.3. de fibra gruesa y separada.
 - 5.4.3.6.2.4. de fibra fina y densa.

- 5.4.3.6.3. puesta a punto de la tecnología de preparación y uso de colas para tableros de partículas a base de extracto de quebracho común y/o sulfitado, con y sin fortificación de resinas fenol-formol o fenol-resorcinol-formol, con y sin agregado de fenol u otros modificadores de viscosidad y para diferentes tipos de materiales a aglomerar.
- 5.4.3.6.4. balances materiales y calóricos en el prensado de tableros y de compensados utilizando distintos tipos de colas y diferentes materiales de base.
- 5.4.3.6.5. reacciones del tanino con sangre en polvo, harina de soja, harina de mandioca, sacarosa y otros materiales de relleno locales. Determinar si son simplemente espesados o si hay una modificación aún más radical que entraña cambios físico-químicos profundos. Ventajas o desventajas técnico-económicas de cada uno de esos agregados.
- 5.4.3.6.6. efecto del agregado de sales solubles.
- 5.4.3.6.7. influencia del pH de las superficies a pegar sobre la resistencia de la junta.
- 5.4.3.6.8. plastificación de las colas de tanino con derivados glicéricos.
- 5.4.3.6.9. Modificación de las colas de tanino con polivinil acetales.
- 5.4.3.6.10. colas para uso en frío.
- 5.4.3.6.11. pegado de madera a metal: formación epoxidados.
- 5.4.3.6.12. pegado de materiales plásticos.

- 5.4.3.6.13. pegado sobre cemento y ladrillo.
 - 5.4.3.6.14. mejora de la adhesión del caucho al nylon y al rayon en los neumáticos.
 - 5.4.3.6.15. ensayos de corrosión de las colas de tanino y búsqueda de inhibidores.
- 5.4.3.7. Investigaciones sobre otras aplicaciones del tanino.
- 5.4.3.7.1. ensayos en escala piloto y de planta potabilizadora de la acción flocculante de Flocotán sobre el agua de abastecimiento del Gran Buenos Aires y del interior. El grupo de transferencia deberá analizar los factores que se están oponiendo a la adopción del producto y proponer un esquema de acción.
 - 5.4.3.7.2. aplicaciones del extracto a los procesos de flotación. Continuar la acción en los centros exteriores del ITEQ y comenzar ensayos con los minerales que se benefician en nuestro país y países vecinos con recursos minerales de magnitud (Chile, Bolivia, Perú, Mexico).
 - 5.4.3.7.3. establecer un banco de datos con información sobre las principales plantas de beneficio de minerales del mundo y los procesos que usan. Ensayos en planta piloto tendientes a reproducirlas con el uso de extracto de quebracho comenzando por los de mayor consumo potencial y tendiendo a poner a punto tecnologías que sean directamente transferibles. Pensamos, por ejemplo, en las grandes explotaciones de fosfato de las Montañas Rocosas de los EE. UU. a las de Marruecos.
 - 5.4.3.7.4. análisis de la competencia entre los derivados ligno celulósicos y los extractos tánicos.

vegetales, especialmente en el campo de las perforaciones petrolíferas. Continuar también aquí lo que está realizando el ITEQ en el exterior y comenzar estudios en nuestro país y en otros países latinoamericanos con explotaciones petrolíferas (Perú, Venezuela).

- 5.4.3.7.5. efectuar, con la colaboración de YPF, en ensayos comparativos entre los ferro cromo lignosulfonatos y extracto de quebracho natural o modificado a fin de obtener datos suficientes como para permitir un análisis estadístico comparativo de propiedades (ver a este respecto lo que se señala para tableros de partículas en el punto 3.2.4.4.7.).
- 5.4.3.7.6. estudios de laboratorio para obtener modificaciones del quebracho que aumentan su resistencia a la temperatura y al cloruro de sodio con menor retardo sobre el fraguado de cemento y mayor poder de dispersión de las arcillas que los ferro cromo lignosulfonatos.
- 5.4.3.7.7. estudio del mercado de consolidación de suelos en Argentina y América Latina. Puesta a punto de resinas tanino-formol, tanino-furfural o fenólicas modificadas con tanino para este uso.
- 5.4.3.7.8. economía y tecnología del uso de las resinas tanino furfural como mejoradoras de adherencia para uso vial. Estructura química y comportamiento físico-químico de esas resinas.
- 5.4.3.7.9. ensayos del tanino como fungicida (en colaboración con INTA).
- 5.4.3.7.10. utilización del tanino en los hornos de fabricación de cemento por vía húmeda.

5.4.3.8. Investigaciones Forestales

- 5.4.3.8.1. separación de la albura por medios mecánicos y por flotación.
- 5.4.3.8.2. estudio de las reservas de quebracho y otras especies taníferas. Análisis de los extractos resultantes de las otras especies.
- 5.4.3.8.3. estudio ecológico, económico y agronómico de las zonas desmontadas. Posibilidades de utilización futura.
- 5.4.3.8.4. relaciones con la economía maderera paraguaya boliviana y brasileña en cuanto a volumen de reservas y modalidades de explotación. Influencia de esta sobre la ecología de las zonas argentinas adyacentes.
- 5.4.3.8.5. diferencias químicas y/o físico-químicas de los taninos de madera en pie, recién cortada o con diferentes grados de vejez.
- 5.4.3.8.6. el habitat y el progreso socio-cultural de la población del bosque. Entrenamiento y planificación para el cambio tecnológico y promoción de las nuevas generaciones.
- 5.4.3.8.7. modelos más adecuados de economía obrajera.
- 5.4.3.8.8. organización y métodos de trabajo en el obraje.
- 5.4.3.8.9. modelos óptimos de transporte de materia prima desde el bosque a la fábrica y de productos terminados desde ésta hasta los centros de venta internos o puertos de embarque al exterior.
- 5.4.3.8.10. aprovechamiento integral de la madera

por vía química* o mecánica (tableros de partículas o manufactura de papel por ejemplo). El aprovechamiento integral significará que no deba cargarse al tanino únicamente la mano de obra de aserrado y separación de la albura y todo el costo de la madera misma.

- 5.4.3.9. Investigación en relación con la producción y comercialización de tanino y furfural.
 - 5.4.3.9.1. la desnaturalización del tanino para aplicaciones no tanantes.
 - 5.4.3.9.2. la decoloración del tanino.
 - 5.4.3.9.3. mejoras posibles de introducir en los procesos por aplicación de las técnicas modernas de optimización y análisis, o por el perfeccionamiento de equipos.
 - 5.4.3.9.4. estudios sobre la comercialización del extracto de quebracho en el exterior. El Instituto del Quebracho, antes de la formación del (TEQ, informó repetidas veces sobre la existencia en los EE.UU. de importantes usuarios potenciales de productos rotulados quebracho cuyo origen se desconocía. Además se citan casos de distorsión de precios como la adquisición por una compañía minera para la flotación de scheelita de extracto de quebracho a 580 u\$s/ton. en mayo de 1969. Es también constante la alusión a la falta de

* En 1965 en los Estados Unidos se extraían y comercializaban 2.600 productos de la madera que representaban, en conjunto, una cifra de ventas del orden de u\$s 260.000.000,- (Schweisheimer, W. - Preparation de Produits Chimiques a partir du bois - Chimie et Industrie - Genie Chimique, Vol. 16 - N° 6 - diciembre 1966 - página 1656).

asistencia técnica prestada por los importadores de extracto de quebracho a los usuarios de ese mercado.

5.4.3.10. Estudios globales.

Análisis económico sobre la conveniencia de usar tanino y furfural en lugar de fenol y formol en el mercado nacional desde el punto de vista social de la utilización nacional de sus recursos naturales (derivados del petróleo versus quebracho u otras especies, petróleo química versus agroquímica o silviquímica, englobando una prospección de las reservas de esos recursos y sus costos relativos para el país.

5.4.3.11. Estudios en el sector de la curtiembre

Estos dependerán del grado de complementación que se establezca con el CITEC. De cualquier manera sugerimos la necesidad de una prospección de mercado sobre las siguientes líneas:

- 5.4.3.11.1. sistemas de organización y gestión de las curtiembres de las distintas fases. Mejoras posibles.
- 5.4.3.11.2. estado del mercado: posibilidad de colocación de los diferentes tipos de cuero y sus precios.
- 5.4.3.11.3. análisis de la oferta: ¿se pueden conseguir todos los cueros crudos que se necesitan para los diferentes tipos de curtido ?
- 5.4.3.11.4. problemas de afluentes.
- 5.4.3.11.5. problemas económicos ligados al proceso: rapidez del curtido.
- 5.4.3.11.6. análisis de las industrias utilizadoras: especialmente zapatos y marroquinería.

- 5.4.3.11.6.1. facilidad de obtención de los diferentes cueros que necesi-
tan para las distintas aplica-
ciones.
- 5.4.3.11.6.2. criterios de precio y calidad
que influyen en la selección.
- 5.4.3.11.6.3. relación entre tipo de proceso
utilizado para la confección y
calidad del cuero utilizado.
- 5.4.3.11.6.4. comparación técnico-econó-
mica entre artículos produci-
dos con cueros curtidos con
extractos tánicos vegetales y
otros materiales competitivos,
incluso sintéticos.
- 5.4.3.11.7. proyección de las posibles transferencias de
procesos primarios de los países más desa-
rrollados a los productores de materias pri-
mas. Condiciones técnico-económicas en
que debe realizarse y grado de complementa-
ción que exigirá la transferencia.
- 5.4.3.12. Ensayos con polvos de moldeo.

Deberán continuar y profundizar las experiencias del Dr. Nico y del Ing. Bartolucci, poniendo a punto, con la colaboración de empresas utilizadoras locales, polvos a base de extracto de quebracho y/o resinas fenólicas modificadas con extracto de quebracho. Habrá que poner énfasis en los estudios sobre fluencia y corrosión.

Para todos estos trabajos se procurará utilizar, insistimos, todo el potencial disponible ya sea en las Universidades, en Institutos de In-
vestigaciones como el Lemit, en otros Centros del INTI, o en los la-
boratorios y plantas de empresas públicas (O.S.N. por ejemplo) y
privadas con quienes se coordinarán ensayos y estudios cuyos resul-
tados procesaría el plantel permanente del CITAV.

5.4.4. ORIGEN Y APLICACION DE FONDOS

En la Fig. 5.4.5. hemos resumido un cuadro de ingresos y egresos que correspondería al primer año de funcionamiento del Centro. Daremos aquí, someramente, las bases del cálculo efectuado.

5.4.4.1. Ingresos

Corresponden a la hipótesis efectuada en el punto 5.3.1. sobre las contribuciones a efectuar por la Cámara Argentino - Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho y por el Gobierno Nacional a través del Servicio Forestal Nacional. Los aportes están calculados en base a los valores de exportación y ventas en el mercado interno, tomadas del presupuesto para el año 1971 del ITEQ (ver Fig. 5.4.7.).

5.4.4.2. Egresos

Reflejan la formación inicial del Centro de Investigaciones como un grupo técnico de alto nivel que administrará más que realiza investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos y que ejecuta por sí mismo sobre todo tareas de capacitación de recursos humanos y planea el desarrollo a corto, mediano y largo plazo en base a estudios interdisciplinarios de transferencia y prospección. Los rubros de gastos se han calculado así:

5.4.4.2.1. Personal: se refiere únicamente al personal científico investigado cuyas retribuciones se indican en la Fig. 5.4.4. y cuya ubicación está señalada en el organigrama de la Fig. 5.4.3. Comprende:

- 1 Director del Centro.
- 12 Investigadores Senior: los dos jefes de área, los encargados de cada una de las secciones de Servicios Científicos y Técnicos, el Sociólogo, el Economis

FIG. 5.4.5. Origen y aplicación de fondos para el funcionamiento del Centro de Investigaciones de los Taninos Vegetales - 1er. año de funcionamiento. -

(Sobre datos de mercado interno y exportación correspondiente a 1970).

(5 \$ Arg. = 1 u\$s)

INGRESOS

Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho.		
17.298 tons. mercado interno		
92.130 tons. de exportación.		
109.428 tons. x u\$s 2 por ton.		1.094,280
Impuesto Forestal		
5% s/92.130 tons. a u\$s 213.65/ton.		4.920,894
TOTAL INGRESOS		<u><u>6.015,174</u></u>

EGRESOS

Personal		1.452.500
Gastos de Funcionamiento		250.000
Cursos para graduados y visitas de expertos extranjeros:		
- Becas.	54.000	
- Pasajes.	10.000	
- Honorarios	67.500	
- Organización y Publicidad.	16.000	147.500
Viajes de perfeccionamiento y servicios del personal del Centro:		
- Pasajes	45.000	
- Gastos de Estadía	81.000	126.000
Inversiones		250.000
Transporte a Hoja nº 2		<u><u>2.226.000</u></u>

Transporte de Hoja nº 1	2.226.000
Funcionamiento del CITAV en el exterior. (manteniendo las estructuras de servicios del ITEQ - véase 5.3.7.)	480.000
Sostenimiento de investigaciones y desarro llos en otros Centros del país y del extran jero.	2.309.174
Fondo para la expansión del Centro y el establecimiento de líneas propias de in vestigación.	1.000.000
TOTAL EGRESOS	<u>6.015.174</u>

FIG. 5.4.7. Presupuesto del ITEQ *BUENOS AIRES

a) Coordinadores	35.000 u\$s	
b) Aplicación técnica en América Latina (honorarios y viajes)	25.000 u\$s	
c) Gastos de prospección, administración y servicios (comprende viajes).	11.000 u\$s	71.000 u\$s

PARIS

a) Aplicadores industria del cuero.	32.500 u\$s	
b) Coordinador técnico.	6.500 u\$s	
c) Viajes y gastos menores.	26.000 u\$s	65.000 u\$s

NUEVA YORK

a) Salario, gastos y viajes Sr. Facer.	31.000 u\$s	31.000 u\$s
Saldo para investigaciones y publicaciones.	45.000 u\$s	45.000 u\$s
TOTAL DE GASTOS		212.000 u\$s

RECURSOS

91.000 toneladas de exportación.	
15.000 toneladas de mercado interno	
106.000 toneladas a u\$s 2.-	212.000 u\$s

* Fuente: Circular Nº 2391 de la Cámara Argentino-Paraguaya de Productores de Extracto de Quebracho - Buenos Aires, Julio 2 de 1971.

ta y el Antropólogo Social para los estudios de transferencia; el Ingeniero Químico, el Ingeniero Forestal y el Ecólogo de la División Administración de la Investigación y el Desarrollo.

- 15 Investigadores Junior: se incluyen en esta categoría los Licenciados en Administración de Empresas y en Publicidad. El Jefe de Administración y el Secretario Ejecutivo se han asimilado a esta categoría.

En el cálculo se ha tomado, los honorarios máximos correspondientes a cada categoría con excepción del cargo de Secretario Ejecutivo de la Dirección del Centro para el que se tomó un honorario menor dentro de la categoría Junior.

- 5.4.4.2.2. Gastos de funcionamiento: Comprende los sueldos y cargas sociales del personal administrativo con excepción del Jefe de Administración y el Secretario Ejecutivo de la Dirección asimilados a distintas categorías del personal científico investigador. Incluye también los gastos de alquiler de locales, luz, teléfono, etc.

Se ha estimado que no debe absorber más de un 5% del presupuesto global y se ha redondeado en \$ 250.000.-

- 5.4.4.2.3. Cursos para graduados y visitas de expertos extranjeros: Se supone la posibilidad de realizar 90 días de cursos de los cuales la mitad, a cargo de dos profesores visitantes y la otra mitad manejada por dos profesores argentinos (aproximadamente 20 días a cargo de cada profesor). Para estos cursos se becarián graduados argentinos y del exterior.

Los expertos extranjeros se pagarían a razón de 200 u\$s por día más los boletos de avión (se estiman u\$s 1.000 ida y vuelta Argentina - Europa o E.E. UU., más traslado al Chaco). Los profesores locales recibirían \$ 500.-* por día, más los pasajes ida y vuelta en avión desde su lugar de origen al Chaco. Debe notarse que esta parte del curso podría ser asegurada por el propio personal del Centro en cuyo caso se evitaría esta erogación adicional. Los becarios, tanto argentinos como extranjeros, recibirían \$ 1.500.-* por mes o su equivalente diario calculado sobre la base de 30 días. Los becarios extranjeros deberían soportar a su cargo los gastos de viajes hasta la Argentina y el Chaco. Los gastos de organización y publicidad se han estimado en un 10% de la suma de los anteriores.

5.4.4.2.4. Viajes de perfeccionamiento y servicios del personal del Centro.

Suponemos cuatro desplazamientos del personal Senior y 5 del personal Junior, con una duración promedio de 60 días cada uno. En todos los casos calculamos 1.000 u\$s de pasaje y 30 u\$s por día para gastos.

5.4.4.2.5. Inversiones: Consistirán en los muebles, máquinas de escribir y calcular y otros equipos necesarios para el funcionamiento de las oficinas y la organización de los cursos. Estimamos una cifra global de \$ 250.000.-

* Sobre la base de un índice del costo de la vida, según INEC de 938,5 (Julio 1971).

5.4.4.2.6. Gastos de funcionamiento del Instituto Técnico del Extracto de Quebracho en el Exterior. Mantenemos los valores que figuran en el último presupuesto de la Cámara Argentino-Paraguaya Productora de Extracto de Quebracho (ver Fig. 5.4.7.)

- París u\$s 65.000.-

- Nueva York u\$s 31.000.-

5.4.4.2.7. Sosténimiento de investigaciones y desarrollos en otros centros del país y del exterior. Se estableció por diferencia después de aplicar aproximadamente un 15% del presupuesto a un fondo para la expansión del Centro y el establecimiento de líneas propias de investigación. Este fondo debería ser invertido para aplicar sus rentas en los ejercicios subsiguientes.

Se puede estimar por el presupuesto de ITEQ que en el primer año habrá que destinar alrededor de 50.000 u\$s a investigaciones en el exterior. El resto podría aplicarse a promover trabajos en el país (Lemit, Universidad Nacional de Tucumán, ensayos en empresas privadas) bajo el control del CITAV.

Dentro de las investigaciones y desarrollos a sostener con estos fondos incluimos la prospección, apertura y desarrollo de nuevos mercados geográficos.

Además a este ítem habrá que cargar los viajes que fuere necesario realizar para la supervisión de los trabajos que se estuviesen ejecutando por contrato en el exterior.

5.5. PALABRAS FINALES

Para terminar este informe técnico-económico vamos a reproducir, haciendo nuestros, conceptos del Dr. Nayudamma, Director del Instituto Central de Investigación del Cuero de la India, tomadas de un artículo publicado en la revista Minerva (Vol. IV, Nº 3, 1967).

"Conviene señalar con claridad, desde un principio, que ningún país podrá llegar a la prosperidad con la sola aplicación de tecnologías importadas. Cada país debe esforzarse para realizar investigación propia sobre sus productos primarios y sus riquezas naturales; debe formar y conservar su personal de alto nivel, y debe crear su propia comunidad científica."

"Entre los factores más importantes que hacen posible la utilización eficaz de la investigación científica hay que considerar, en primer lugar, al consumidor potencial y su capacidad de discernir y apreciar tecnología relevante; en segundo lugar, a los centros de investigación como productores de tales conocimientos. Igualmente decisivas son la planificación, la organización y la "venta" de la investigación científica."

"Las tareas de los institutos de investigación comprenden tanto la identificación como la selección apropiada de problemas, conforme con las prioridades asignadas en base a consideraciones económicas. No menos importante, por supuesto, es la conducción eficaz de la investigación."

"Pero aún el mejor proyecto resultará inútil si sus resultados no se convierten en beneficios económicos y no se los transmite al medio industrial. La producción científica y su utilidad tecnológica deben comunicarse en forma inteligente y persuasiva al consumidor apropiado; a éste hay que convencerlo de las ganancias reales que pueden obtenerse con su aplicación. Todo esto puede hacerse dentro de un marco pre-existente de diálogo y confianza recíproca entre el científico y el empresario industrial. Es una obligación inexorable, crear vínculos más estrechos entre ambas partes. Ambos deben convertirse en una estructura común, en la cual cada uno respeta y estima el trabajo del otro."

"Consideremos ahora más detenidamente al consumidor potencial, al empresario que ha de utilizar los resultados de la producción científica. ¿Quién es? En los países menos desarrollados son, generalmente, propietarios pudientes que esperan obtener ganancias rápidas y seguras de

"sus inversiones. No todos ellos están interesados en el desarrollo de la industria o del país. También hay que tomar en cuenta los consumidores de pequeño volumen financiero; las empresas que suelen predominar en los países atrasados son las de pequeño tamaño y del tipo artesanal. Otro consumidor potencial es el Estado."

"Las necesidades, los recursos naturales, las ambiciones y la capacidad de absorción tecnológica de estos tres tipos de consumidores varían considerablemente entre sí. Por lo tanto, el grado de conocimiento tecnológico ofrecido también debe variar. Hay que tener en cuenta, además, que en una sociedad pobre, de bajo nivel educativo, la influencia de la tradición, el prestigio y la inercia serán muy fuertes; en cambio, serán normales la falta de confianza, ambición y espíritu progresista. La competencia y la iniciativa serán rudimentarias. En lugar de estimular la creación e inventiva científica, la industria en los países subdesarrollados tiene escasa comprensión del papel que la tecnología desempeña en la sociedad moderna."

"Aquellas industrias que utilizan tecnologías avanzadas tienden a adquirir las en el exterior. Una tecnología importada ofrece menos riesgos, ya posee marca acreditada, garantiza retornos rápidos, y permite obtener más fácilmente piezas de recambio, capital y divisas. Aquella tendencia se acentúa aún más por la infatigable afición hacia artículos de importación y la falta de confianza del país en sí mismo. Puntos de vista similares prevalecen también en los centros de investigación. Los científicos que provienen de las universidades tienden a trasladar su ambiente monástico a los laboratorios de investigación aplicada y a aislarse del resto del mundo. Lo que debe hacerse es cerrar la brecha que separa a los científicos de los empresarios."