

EFEECTO DE LA CORTEZA EN LA EMANACION DE FORMALDEHIDO EN TABLEROS DE PARTICULAS, Juan P. Sánchez. Egresado Ing. Forestal. Hernán Poblete W. Ing. Forestal. Dr. en Cs. Forestales. U. Austral de Chile.

INTRODUCCION

El formaldehído (HCHO) es en la actualidad el aldehído de mayor importancia industrial. Se produce desde hace unos 100 años y gracias a su bajo costo y alta capacidad para combinarse es utilizado en un sinnúmero de procesos industriales.

Es un compuesto tóxico que por su olor penetrante es detectable cuando se encuentra en concentraciones de 0.15 a 0.3 mg/m³ y provoca irritaciones cuando supera estos límites. La concentración de formaldehído por sobre 0.9 mg/m³ se hace insoportable para los seres humanos. Cabe agregar que la ingestión de 10 a 15 ml de una solución al 35% de HCHO basta para causar la muerte a un adulto. En investigaciones con ratas se ha determinado que su inhalación permanente provoca cáncer nasal (Clary, 1980). Aún cuando no se ha probado que el formaldehído provoque cáncer en los seres humanos, se le considera una sustancia con un posible potencial cancerígeno (Roffael, 1982).

Lo anterior ha obligado a los países europeos y a los Estados Unidos a establecer las concentraciones máximas permitidas de formaldehído en lugares de trabajo (valores MAK) y los valores máximos de emisión (valores MIK).

Entre los productos más importantes que requieren de este compuesto para su fabricación, están las resinas Ureicas, Melamínicas o Fenólicas, que son utilizadas como adhesivos para la producción de tableros a base de madera (Poblete, 1978). Los tableros producidos con estos adhesivos tienen la propiedad de liberar formaldehído permanentemente.

Dada la toxicidad del HCHO se han desarrollado técnicas para cuantificar las cantidades emanadas. Los métodos más conocidos para la determinación de las emanaciones de formaldehído de los tableros de partículas son el análisis de gases de una cámara normalizada, el método Perforator y el análisis en frascos, denominado WKI (Menzel et al. 1980). De ellos el más simple es el WKI y uno de los más requeridos en los controles diarios realizados en las industrias.

Tomando en consideración los antecedentes expuestos, en Europa se han establecido normas que regulan la cantidad permisible de Formaldehído emanado por los tableros. La clasificación de estos ha quedado como se indica en el Cuadro N° 1.

CUADRO N° 1

CLASIFICACION DE LOS TABLEROS DE PARTICULAS SEGUN LA EMANACION DE FORMALDEHIDO (ETB, 1980)

Clase	Valor de Emisión(*) ppm HCHO	Valor Perforator (**) mg HCHO/100 g tablero
E 1	≤ 0.1	≤ 10
E 2	> 0.1 < 1.0	> 10 < 30
E 3	> 1.0 < 2.3	> 30 < 60

* Se determina en el aire de una cámara normalizada.

** Se determina por fijación de Formaldehído en Tolueno.

Los tableros pertenecientes a la clase de emisión E 1 pueden ser empleados sin recubrimientos superficiales en habitaciones o en lugares de trabajo. Aquellos clasificados como E 2 deben ser tratados en su superficie de tal forma que su emisión corresponda a un E 1. Cuando se trate de formatos pequeños también deben cubrirse los cantos. En el caso de los clasificados como E 3 se exige el recubrimiento de todas las superficies y de los cantos sin considerar el formato. Los paneles que registren emisiones superiores a 60 mg/100 g de tablero, no pueden ser comercializados.

Para disminuir las emanaciones de formaldehído se puede recurrir a varias posibilidades, entre ellas son importantes:

- El utilizar adhesivo de Ureaformaldehído con pequeñas cantidades de formaldehído.
- Utilizar adhesivos de Ureaformaldehído modificados.
- El empleo de sustancias que fijen el formaldehído.
- El tratamiento de los tableros luego del prensado.
- El empleo de adhesivos que no contengan formaldehído.

Alrededor de un 90% del material que compone un tablero de partículas es madera. Esta materia prima tiene un efecto sobre la emanación de formaldehído. En un estudio realizado por Roffael, Rauch y von Bismarck (1975), se determinó que los tableros producidos con madera de *Quercus* registraron emanaciones significativamente menores que en aquellos producidos con *Pinus Silvestrys*.

También se ha comprobado que la corteza influye sobre las emanaciones. Al considerar la incorporación de corteza y su efecto sobre el formaldehído liberado, los factores más importantes son la especie (Roffael, 1976) y la cantidad de corteza incorporada al tablero. La emanación de HCHO disminuye a medida que aumenta la corteza en el tablero (Roffael, 1979). Esta reducción se debe principalmente a la capacidad que tienen los compuestos fenólicos de la corteza para combinarse con el formaldehído y fijarlo.

La importancia que tiene el controlar la liberación de este compuesto tóxico y el efecto positivo que tiene la corteza sobre su emanación, han sido el motivo por el cual se ha desarrollado el presente trabajo. El objetivo principal es determinar la magnitud del efecto que la inclusión de corteza de *Pinus radiata* tiene sobre la emanación de formaldehído, en tableros de partículas producidos con madera de la misma especie creciendo en Chile.

MATERIAL Y METODO

En general la metodología consistió en fabricar tableros de partículas con madera y corteza de *Pinus radiata* D. Don. En los distintos tableros (32) se reemplazó gradualmente madera por corteza. Las condiciones de fabricación fueron las siguientes:

Características de los tableros:

Número de capas	: 1
Espesor de tablero	: 10 mm
Densidad	: 650 kg/m ³
Contenido de corteza (%)	: 0-10-25-40-55-70-85-100

Características del adhesivo:

Tipo	: Ureaformaldehido
Concentración	: 50 %
Catalizador	: NH ₄ Cl (1.5% base resina sólida)
Formaldehido libre	: 0.713 %
Valor de pH	: 7.84

Características del prensado:

Presión máxima	: 2.5 N/mm ²
Presión media	: 1.25 N/mm ²
Tiempo de prensado	: 5.5 min.
Tiempo con presión máx.	: 2.5 min.
Temperatura	: 150 °C

Las partículas de madera (*Pinus radiata*) fueron producidas en un viruteador industrial de tambor marca Hombarck correspondiendo sus dimensiones a las utilizadas para capa media (coeficiente de esbeltez: 39.81; espesor: 0,42 mm). La corteza fue obtenida de árboles adultos (*Pinus radiata*) recién cortados y fue procesada en un molino Pallmann PZ-6 equipado con aspas, de tal forma que la geometría y forma de las partículas de corteza resultara semejante a las de madera. En este caso se determinó un coeficiente de esbeltez de 12.16 con un espesor promedio de 1.06 mm.

El método empleado para determinar la cantidad de formaldehido emanada fue el denominado WKI (Wilhelm Klauwitz Institut. Fraunhofer Institut für Holzforschung). El ensayo consiste en suspender dos probetas de 2.5 cm de arista, sobre 50 ml de agua destilada en un recipiente de acero. El envase de acero, herméticamente cerrado, con las probetas y el agua, se sometió durante 48 horas a una temperatura de 40 °C. Las probetas fueron tratadas con este procedimiento luego de 21 días de climatización de los tableros. La determinación se realizó por titulación con yodo. Para cada tipo de tablero se realizaron dos determinaciones y un testigo.

Resultados y Discusión

Los resultados de las mediciones de emanación de formaldehido se presentan en el Cuadro N° 2 identificándose el tipo de tablero con el porcentaje de corteza. Las cifras de HCHO liberado corresponden al promedio de las mediciones.

CUADRO Nº 2

EMANACION DE FORMALDEHIDO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TABLERO

Tipo de Tablero Corteza (%)	Formaldehido Liberado mg/100 g de tablero
0	91.09
10	86.53
25	71.82
40	49.85
55	32.92
70	22.36
85	12.85
100	4.00

Las cifras obtenidas permiten concluir que al aumentar el contenido de corteza, se provoca una importante disminución de la cantidad de HCHO emanado.

Los valores determinados son superiores a los exigidos por la clase E 1, salvo el tablero constituido por un 100% de corteza. A partir de un contenido de 40% y hasta un porcentaje de 55% de corteza, se logra cumplir con los requisitos de la clase E 3 ($< 60 > 30$ mg/100 g). Los tableros con 70% y 85% pueden ser incluidos en la clase de emanación E 2 ($< 30 > 10$ mg/100 g). Los tableros con menores porcentajes de corteza (0; 10 y 25%) registran cantidades de formaldehido liberado que los desclasifican para la producción.

Al someter los resultados a un análisis de regresión se obtuvo la curva que se presenta en la Figura 1 y que equivale a la siguiente ecuación:

$$\text{Emanación (mg/100 mg)} = 91.3513 - 0.9335 (C) \\ (\text{valor WKI})$$

$$r^2 : 0.9808 \\ r : -0.9904$$

Donde C = Contenido de corteza, expresado como porcentaje del peso de la madera en el tablero.

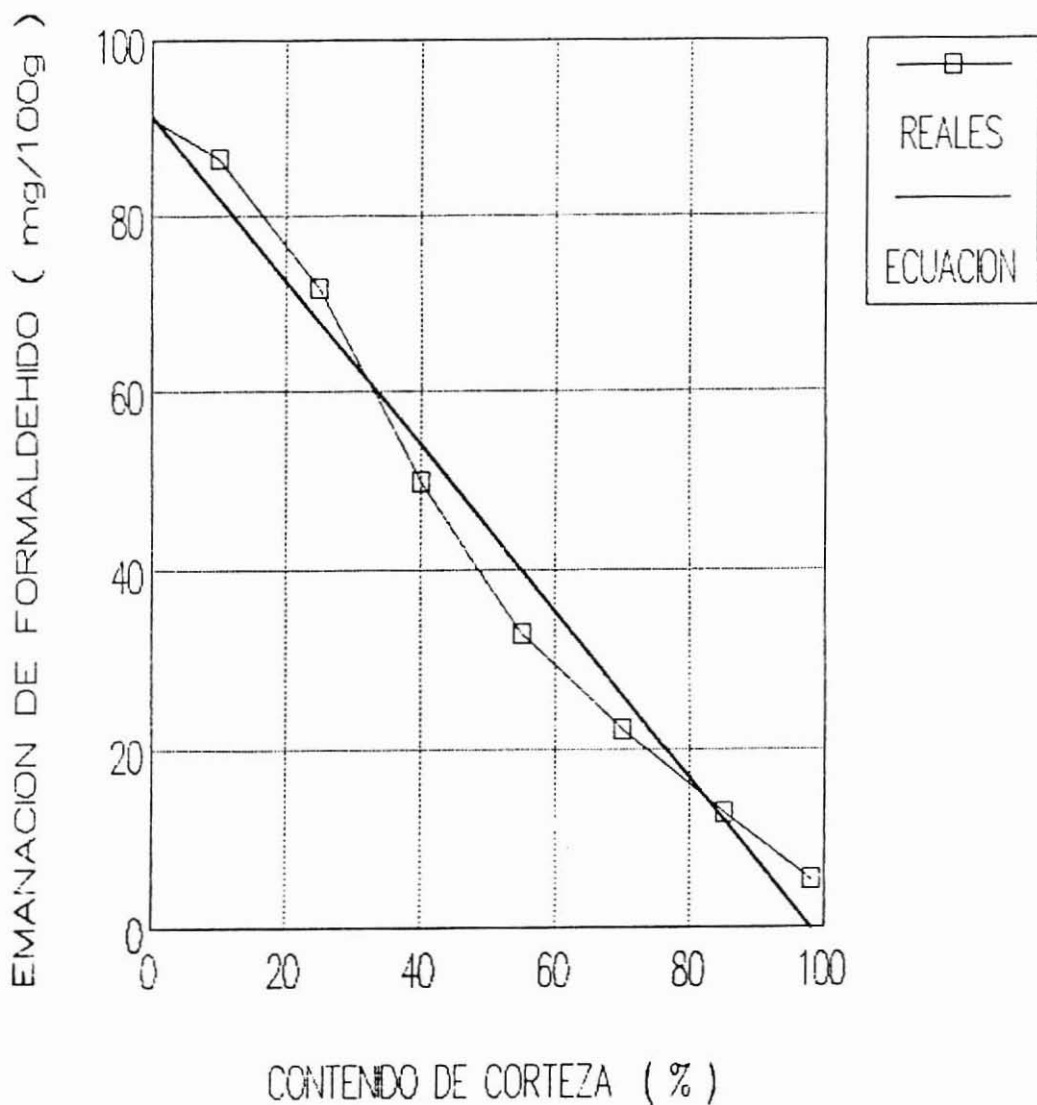
Los valores de emanación determinados en estos tableros son altos si se les compara con los requisitos presentados en el Cuadro Nº 1. Esto se debe a que el adhesivo utilizado tiene 0.713 % de formaldehido libre, lo cual equivale a una resina con una relación molar de Urea: Formaldehido que se encuentra entre 1:1.45 y 1:1.35 (Pizzi, 1983). Este tipo de resina normalmente produce estos niveles de formaldehido liberado, y no corresponde a lo que se emplea en Europa para la producción de tableros de partículas. Para solucionar en parte este problema habría que recurrir a alguna de las medidas de disminución mencionadas en la introducción.

La importancia que tienen los resultados de este trabajo, se encuentra limitada por el efecto negativo que tiene la corteza sobre las propiedades mecánicas. En diferentes estudios se ha determinado que la inclusión de corteza sólo es permisible hasta un cierto nivel, el que a su vez depende de la especie, de la forma y de las dimensiones que tenga este material. Por

lo general, se indica que las cantidades aceptables estarían entre un 10% y un 20% y que debe incluirse en la capa media del tablero.

FIGURA Nº 1

EFFECTO DE LA INCLUSION DE CORTEZA SOBRE LOS VALORES DE EMISION DE FORMALDEHIDO



Por este motivo, aún cuando la tendencia encontrada recomendaría la incorporación de una mayor proporción de corteza, las propiedades mecánicas son las que finalmente determinarán el límite técnico a este material.

Sin embargo se debe tener presente que durante el prensado de los tableros se produce una liberación de formaldehído, primero en las caras del tablero, trasladándose luego hacia el centro para finalmente escapar por los cantos del panel (Poblete, 1985). Se debe tener en cuenta que el movimiento del vapor de agua es similar a el del formaldehído (Maku, Hamada, Sasaki, 1959) y que el HCHO es fácilmente captado por el agua. Por lo anterior se puede concluir que el flujo del formaldehído por el tablero, lo obliga a trasladarse a la capa media y en este sector del tablero es donde se incluye la corteza, lo que permitiría fijar parte de este compuesto.

BIBLIOGRAFIA

1. AUSSCHUSS FÜR EINHEITLICHE TECHNISCHE BAUBESTIMUNGEN (ETB). 1980. Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hinsichtlich der Vermeidung unzumutbarer Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft. Beuth Verlag GmbH. Berlín. 6 p.
2. CLARY, J.J. 1980. A Review of the Health Effects of Formaldehyde. Simposio Internacional sobre tableros de partículas 1980. Pullman, Washington, USA.
3. MAKU, T.; HAMADA, R.; SASAKI, H. 1959. Studies on Particleboards. Part. 4: Temperature and Moisture distribution in Particleboard during hot pressing. Wood Research. Kyoto. Univ. 21: 34-50
4. MENZEL, W.; MARUTZKY, R.; MEHLHORN, L. 1981. Formaldehyd-Messmethoden. Fraunhofer Inst. für Holzforschung. WKI-Bericht Nr 13. 106 p.
5. PIZZI, A. 1983. Wood Adhesives. Chemistry and Technology. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 94-95.
6. POBLETE, H. 1978. Uniones de madera con adhesivos. U Austral de Chile. Fac. de Ciencias Forestales. Pub. Técnica N° 1. 43 p.
7. POBLETE, H. 1985. Zur Wanderung des Formaldehyds während des Pressens von Holzspänen zu Spanplatten. Holzforshung 39(3): 187-188.
8. ROFFAEL, E. 1976. Über die Bedeutung von Rindeninhaltsstoffen für ihre Verwertung in Spanplatten. 1 Mitt. Einfluss der Inhaltsstoffe auf die Formaldehydabgabe von Rindenplatten. Holzforshung 30 (1): 9-14.
9., 1979. Holz -Rinden - Mischplatten - Kiefernholzspänen Kiefernrinde - Harnstoffformaldehydharz (Molverhältnis 1:1,6) Formaldehydabgabe - WKI - Methode. WKI Kurzbericht 19/79.
10., 1982. Die Formaldehyd Abgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen. DRW-Verlag Stuttgart. 154 p.
11. ROFFAEL, E.; RAUCH, W.; VON BISMARCK, C. 1975. Formaldehydabgabe und Festigkeitsausbildung bei verleimung von Eichenholzspänen mit Harnstoff-Formaldehydharzen. Holz als Roh - und Werkstoff 33(7):271-275.