

Adhesivo a Base de Concentrado Proteico de Soja para Aglomerados y Laminados de Uso en Interiores

A. Bacigalupe⁽¹⁾, O. Ferré⁽¹⁾

⁽¹⁾ INTI-Caucho, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, San Martín, Bs. As.,
B1650WAB, Argentina.
(54 11) 4724 6200/300/400 abac@inti.gob.ar.

Abstract (Resumen). El objetivo principal de esta investigación es modificar, con un aditivo entrecruzante, un adhesivo a partir de concentrado proteico de soja (CPS) para reemplazar a las resinas urea formaldehído (UF) como adhesivo para aglomerados y/o laminados en interiores. Los productos derivados de la soja son de fuentes renovables y bajo impacto ambiental. La metodología utilizada consistió en formular los adhesivos optimizando las propiedades de viscosidad, concentración de álcali, concentración del aditivo y condiciones de aplicación en prensa. Se registraron los valores de adhesión en seco para madera blanda y se compararon con los valores de UF en las mismas condiciones. Estos estudios dieron como resultado un adhesivo a base de CPS para uso en interiores como alternativa competitiva y amigable con el medio ambiente.

INTRODUCCIÓN

Las resinas a base de urea-formaldehído (UF) son ampliamente usadas como adhesivos para aglomerados y/o laminados debido a su bajo costo y alto poder de adhesión. Estos productos reemplazaron a los históricos adhesivos para madera de base proteica como los de caseína, sangre o concentrado de soja, que redujeron drásticamente su presencia en el mercado.

Sin embargo, tanto en la fabricación del adhesivo como en las tareas posteriores realizadas sobre aglomerados y laminados (corte, pulido, etc.) se libera formaldehído, altamente tóxico, en cantidades que pueden superar los valores permitidos por las normas internacionales de seguridad. Debe tenerse en cuenta que en el año 2004, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró al formaldehído como agente cancerígeno [1].

También es importante mencionar que las resinas UF, como la casi totalidad de los adhesivos sintéticos, derivan del petróleo o del gas. La futura escasez de estos insumos básicos hace prever un aumento de los precios relativos y/o una falta de disponibilidad del producto. Por otro lado, los productos derivados de la soja son materias primas naturales, renovables y no tóxicas,

de enorme oferta en nuestro país (La soja es un cultivo utilizado para la obtención de aceites y proteínas, y es el cultivo de mayor abundancia en la Argentina, siendo en el 2008, por ejemplo, el 3° productor mundial) (Figura 1) (Figura 2) [2].

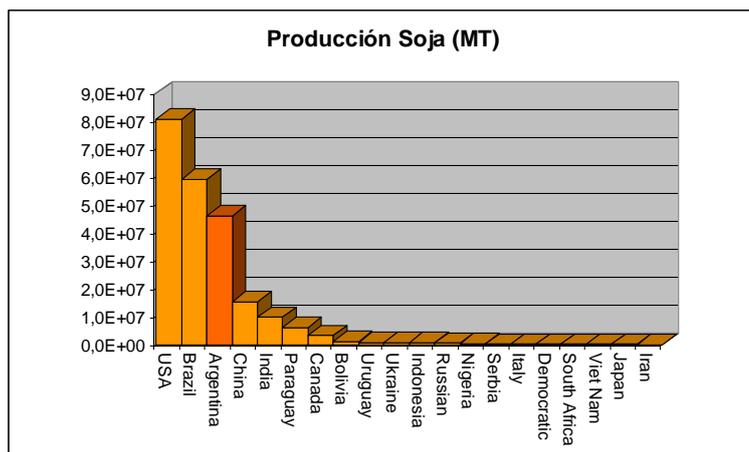


Figura 1. Producción mundial de Soja en el año 2008.

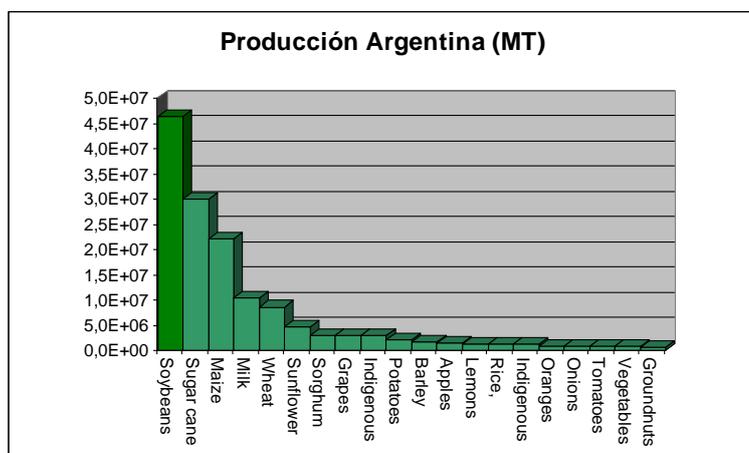


Figura 2. Producción en Argentina en el año 2008.

No obstante, los valores de adhesión de los productos derivados de estas materias primas son menores que los obtenidos con las resinas UF. Las materias primas obtenidas de la soja que son propicias para la formulación de adhesivos son la harina, el concentrado proteico y el aislado proteico. La mayor diferencia entre estos tres productos es el porcentaje de proteína en cada uno (Tabla 1) [3].

Tabla 1. Composición porcentual de los productos de soja.

g/100g de Producto	Harina	CPS	APS
Proteína	48	64	92
Grasa (mín)	0,3	0,3	0,5
Humedad (máx)	10	10	<5
Fibra	3,0	4,5	<1
Ceniza	7	7	4
Carbohidrato	31-32	14-15	-

A pesar de que el APS tiene la mayor proporción de proteína, para este trabajo decidimos utilizar una muestra de CPS, de 61,6% de proteína, (Tabla 2) [4] como polímero base presuponiendo buenos valores de adhesión y precio más accesible.

Tabla 2. Composición porcentual del CPS utilizado.

Determinaciones	CPS
Proteína (N x 6,25) (g/100g)	61,6
Carbohidratos totales (g/100g)	25,5
Humedad (g/100g)	6,5
Cenizas (g/100g)	6,0
Materia Grasa (g/100g)	0,4

El objetivo de este proyecto es modificar los adhesivos a base de CPS, por agregado de un aditivo entrecruzante, para obtener valores de adhesión en seco similares a los de UF a un precio competitivo; dando un producto libre de formaldehído y, por ende, no tóxico.

MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS

REACTIVOS

El CPS (ALPHA 10) fue provisto por The Solae Company.

Para el hidróxido de sodio (NaOH) su utilizó el producto de Merck, calidad p.a.

Para la resina UF adquirimos el modelo Coladur PLUS de Jucarbe.

INSTRUMENTAL

Agitador industrial DALV-50 de 0,5 HP, con varilla de agitación con paleta de 6 perforaciones.

Viscosímetro Brookfield, modelo RVT.

Reómetro Anton Paar modelo Physica MCR 301 con geometría de platos paralelos (PP25)

Prensa hidráulica Luis Santin modelo 100T de 7,5HP de potencia.

Dinamómetro INSTRON, modelo 4467, con una celda de 30 kN.

METODOLOGÍA

OPTIMIZACIÓN DE LA VISCOSIDAD EN FUNCIÓN DEL TIEMPO A UNA CONCENTRACIÓN DE ÁLCALI DETERMINADA

La viscosidad es una importante propiedad que en gran parte gobierna el comportamiento adhesivo de las colas de proteína. El rango de operación para adherentes altamente absorbentes, como los laminados de madera, es desde 5.000 hasta 25.000 cP, tanto para prensado en caliente como en frío [5].

Todas las colas de proteínas exhiben un flujo no-Newtoniano, la viscosidad decrece con el aumento de velocidad de deslizamiento. Por lo tanto, el mecanismo para la medición debe responder a amplios márgenes de viscosidades sin que haya cambio en la velocidad de deslizamiento [5] [6].

La fuerza del adhesivo dependerá de la capacidad de la proteína de dispersarse en agua y de las interacciones que esta pueda generar con el sustrato lignocelulósico. La dispersión se logra mediante el uso de agentes químicos que pueden romper las uniones secundarias de la estructura proteica (desnaturalizarla). Entre ellos se encuentran los tensioactivos, la urea y el NaOH [7].

Se calculó la viscosidad en función del tiempo al 18, 15 y 12 PPHR de NaOH utilizando un viscosímetro Brookfield modelo RVT. Este ensayo permite conocer la vida útil adhesivo antes de la hidrólisis total y del ataque de microorganismos. Una vez obtenidos los valores óptimos de NaOH, viscosidad y tiempo de vida útil, se pudo formular el adhesivo sin aditivos que se utilizó durante el proyecto.

OPTIMIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ADITIVO

Se formuló el adhesivo original y se modificó con aditivo al 0, 10, 15, 20, 25 y 30 PPHR. Se prepararon probetas de madera de pino, aplicadas en prensa hidráulica, para tracción tipo “Shear”, según Norma [8], a 70°C, durante 120 minutos y aplicando 2,6MPa de presión por probeta. Se retiraron las probetas de la prensa y se dejaron estabilizar durante 7 días a 23°C ± 2°C de temperatura y 50% ± 2% de humedad.

El gramaje de adhesivo aplicado fue de 600g/m².

Se registraron los valores de adhesión como Tensión en MPa.

Se formuló el adhesivo modificado para CPS.

ENSAYOS REOLÓGICOS: OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE ENTRECRUZAMIENTO

Se realizó un barrido en el tiempo a 70°C en un reómetro oscilatorio durante 120 minutos. Se analizó el gráfico del módulo elástico (G') y módulo viscoso (G'') en función del tiempo.

ENSAYOS DE ADHESIÓN: COMPARACIÓN CPS, CPS ADITIVADO Y UF

Se prepararon probetas utilizando las condiciones de tiempo y temperatura obtenidas en el paso anterior. Luego, se retiraron las probetas de la prensa y se dejaron estabilizar durante 7 días a 23°C ± 2°C de temperatura y 50% ± 2% de humedad.

Se obtuvieron 5 probetas de los distintos adhesivos: CPS sin aditivos (CPSSA), CPS aditivado (CPSA) y resina UF (UF)

Se traccionaron las probetas en el dinamómetro y se registró el valor en MPa. Se graficó como Tensión versus Concentración de aditivo.

RESULTADOS

OPTIMIZACIÓN DE LA VISCOSIDAD EN FUNCIÓN DEL TIEMPO A UNA CONCENTRACIÓN DE ÁLCALI DETERMINADA

A 18 PPHR de NaOH el adhesivo tiene una vida útil muy corta, y a 12 PPHR la viscosidad es mayor a la requerida (Figura 3). Por este motivo decidimos formular el adhesivo a 15 PPHR NaOH.

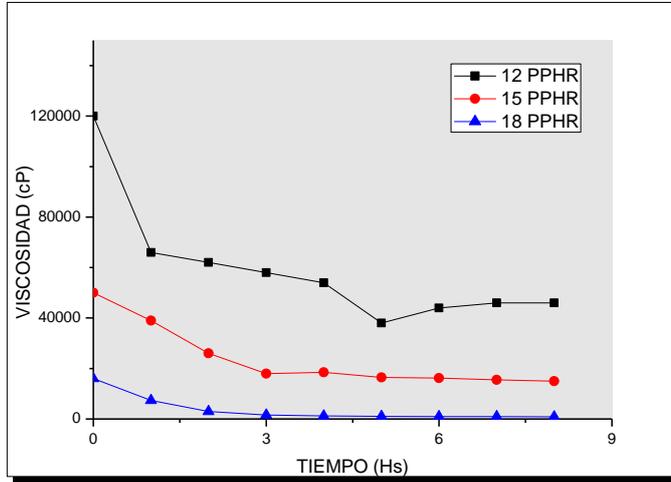


Figura 3. Viscosidad vs tiempo para diferentes concentraciones de NaOH.

OPTIMIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL ADITIVO

Los ensayos realizados demuestran que el aumento de la adhesión es directamente proporcional con el aumento de la concentración de aditivo. Sin embargo, un excesivo entrecruzamiento limita los sitios activos de la proteína, disminuyendo el poder de adhesión (Figura 4). En base a los resultados obtenidos, formulamos el adhesivo a 20 PPHR de aditivo.

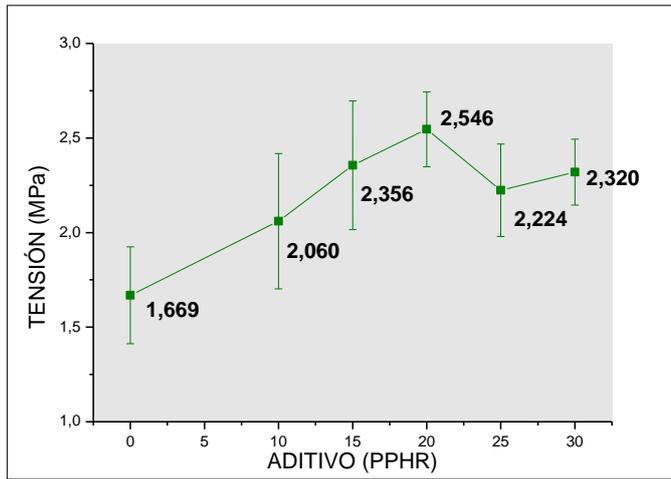


Figura 4. Adhesión vs concentración de aditivo.

ENSAYOS REOLÓGICOS: OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE ENTRECruzAMIENTO

El barrido en el tiempo del adhesivo CPS (Figura 5) demuestra un aumento brusco de G' a tiempos iniciales debido a la evaporación de agua. A los 70 minutos, presenta un Plateau de G' y G'' . Se tomó ese tiempo como tiempo de curado en prensa.

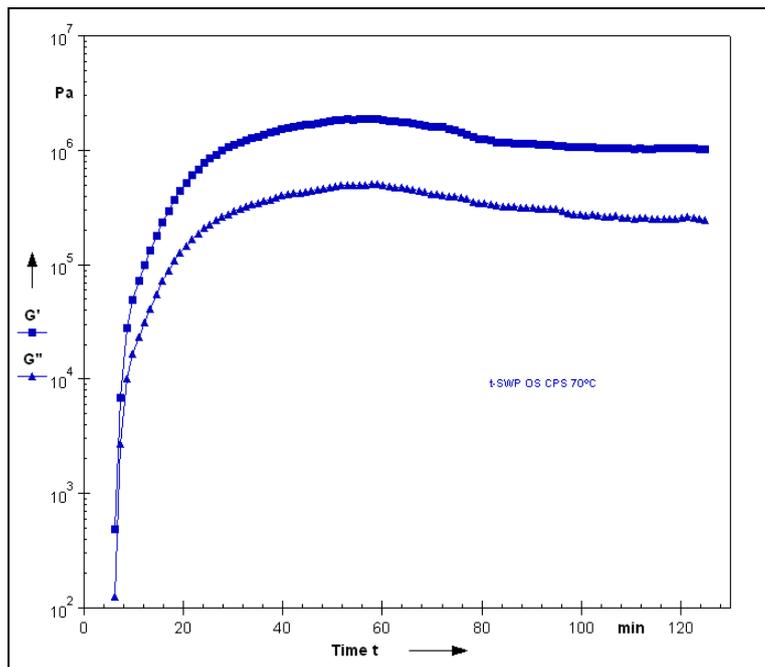


Figura 5. Barrido en el tiempo a 70 °C.

ENSAYOS DE ADHESIÓN: COMPARACIÓN CPS, CPS ADITIVADO Y UF

Comparando los resultados obtenidos comprobamos que el valor de adhesión del CPS mejora con la adición del aditivo, llegando a valores similares a los de la resina UF (Figura 6).

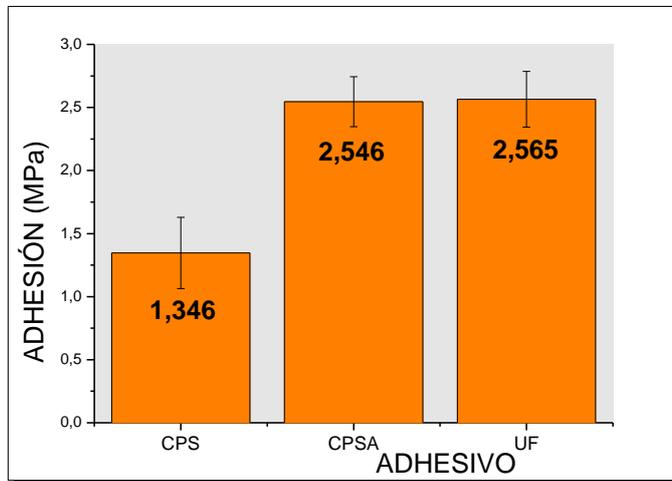


Figura 6. Adhesión para CPS, CPSA y UF.

CONCLUSIONES

A través de este trabajo logramos optimizar las variables de la formulación del adhesivo a base de CPS: concentración de NaOH, viscosidad y tiempo de secado.

La adición del aditivo al CPS, nos permitió obtener un producto competitivo, tanto en precio como en poder de adhesión en seco, obteniendo un adhesivo de fuente renovable y libre de la toxicidad del formaldehído.

Estos resultados permiten concluir que el adhesivo de CPS modificado puede ser utilizado en reemplazo de los de UF para aglomerados y/o laminados para interiores.

BIBLIOGRAFÍA

1. International Agency for Research on Cancer; *Press release # 153* (2004).
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/> (Octubre 2008).
3. R. Kumar, V. Choudhary, S. Mishra, I.K. Varma, B. Mattiason, Adhesives and plastics based on soy protein products, *Industrial Crops and Products* **16**, 155-172 (2002).

4. R.U.T. N°: 86-2434. Fecha: 28/03/2011. INTI-Cereales y Oleaginosas, Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
5. I. Skeist, *Handbook of Adhesives*.
6. J.D. Clay, B. Vijayendran, J. Moon, Rheological Study of Soy Protein-Based PRF Wood Adhesives. *Annu. Tech. Conf. Soc. Plast. Eng. 57th*, **1**, 1298 – 1301 (1999).
7. P.M. Stefani, P. Leiva, E. Ciannamea, R. Ruseckaite, Aplicación de Adhesivos de Soja para Aglomerados. División Polímeros, Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de los Materiales, (INTEMA-CONICET), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata. Mercosoja 2006. http://www.acsoja.org.ar/mercosoja2006/trabajos_pdf/T187.pdf
8. IRAM 45054, Adhesivos para estructuras de madera bajo carga.