

COMPUESTOS BIOBASADOS PARA LA MEJORA SUSTANCIAL DE LA RESISTENCIA DEL PAPEL RECICLADO

López, Candela

*Instituto de Tecnologías Catalíticas ITC-UNL
Directora: Dra. Galván, María Verónica
Codirectora: Dra. Olmos, Graciela*

Área: Ingeniería

Palabras claves: Polielectrolitos, Celulosa, Xilano.

INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de tener un mundo más sostenible, la valoración de las fibras recicladas como materia prima para la obtención de papeles y cartones marrones para embalaje es de cada vez mayor relevancia. Éstos presentan una demanda creciente y constituyen la alternativa más clara para el reemplazo del plástico. Tecnológicamente, el desafío vigente consiste en obtener con el reciclado del papel un producto de calidad similar al producto virgen. Esto se debe a que durante los sucesivos procesos de fabricación del papel y durante el ciclo de vida, las fibras sufren un deterioro físico que afecta a las propiedades mecánicas del papel. Esto se puede mejorar, por ejemplo, mediante refinación mecánica (Jahan y col. 2019) o la adición de agentes de resistencia (Galván y col. 2013). En este trabajo, se propone avanzar en el conocimiento del uso de novedosos agentes de resistencias basados en complejos naturales de polielectrolitos (PEC) para ampliar las posibilidades de utilización de pulpas recicladas no blanqueadas destinada a papeles de embalaje. Como polielectrolito aniónico se utilizará el xilano (Xil) que es una hemicelulosa extraída del bagazo de caña de azúcar, y como polielectrolito catiónico se utilizará un almidón de maíz al que se lo cationizará (AC).

Título del proyecto: Compuestos biobasados de hemicelulosa de la caña de azúcar y almidón catiónico. Aplicación para la mejora sustancial de la calidad de un papel reciclado de embalaje.

Instrumento: PEIC ID-2022-094

Año convocatoria: 2023

Organismo financiador: Agencia Santafesina de Ciencia, Tecnología e Innovación, de la provincia de Santa Fe

Directora: Dra. Galván, María Verónica



OBJETIVOS

1. Optimizar la formación de complejos catiónicos (PEC). Se evaluarán distintas relaciones de masas y se analizará el tamaño y la carga de los mismos.
2. Determinar las condiciones óptimas de mejora de la retención de la pulpa y el efecto de las propiedades papeleras específicas relativas a envases. Se realizarán isotermas de adsorción y, en base a esto, se definirán los dosajes para utilizar en la formación de papel.
3. Definir las características óptimas del PEC para lograr máximos valores de resistencia de papel. Se considerarán principalmente las resistencias a la tracción y a la compresión de onda (CMT).

METODOLOGÍA

Caracterización de los polielectrolitos y los complejos (PEC)

El xilano se obtuvo del bagazo de caña de azúcar mediante un proceso de extracción alcalina (Solier y col. 2022). El almidón fue suministrado por Ingredion S.A. y se modificó con cloruro de trimetil amonio epicloridrina (EPTAC) para introducir segmentos catiónicos (Haack y col. 2002). El grado de sustitución del almidón obtenido fue de $DS = 0.4$.

Para la formación de los PEC, la solución de xilano se agregó sobre una solución de almidón catiónico en agitación de manera de obtener PEC con diferentes relaciones de masa (Xil/AC: 20/80; 40/60 y 60/40 denominados PEC_{20_80}; PEC_{40_60} y PEC_{60_40}, respectivamente). Las soluciones se ajustaron a pH 7 y con NaCl 0,01N.

Los polielectrolitos y los PEC formados se caracterizaron midiendo su densidad de carga por titulación polielectrolítica utilizando un equipo de potencial de corriente (Chemtrac ECA), y su tamaño hidrodinámico y potencial z utilizando dispersión dinámica de luz (DLS).

Isotermas de adsorción

La interacción de los PEC con la pulpa se evaluó mediante isotermas de adsorción. Para esto, se desintegraron muestras de papel sin blanquear de pino suministrado por Papel Misionero S.A. La pulpa se mezcló con soluciones de PEC a diferentes concentraciones y se agitaron a 25 °C por 30 minutos. Luego las suspensiones se filtraron, y la concentración de PEC en el filtrado se determinó por titulación coloidal.

Formación de hojas y determinación de sus propiedades papeleras

A las suspensiones de pulpa se le adicionaron un dosaje del 1% de AC y los diferentes PEC. Estas suspensiones se entraban bajo agitación, a pH 7 y en NaCl 0,01N por un tiempo de 30 min. Luego, se formaron hojas de laboratorio de acuerdo a norma SCAN con un gramaje de 120 g/m². Además, se prepararon hojas sin tratamiento llamadas control (CON). Las hojas se secaron y acondicionaron en condiciones estándar (23°C y 50% HR). Finalmente, a las hojas se le determinó resistencia a la tracción (Tappi T494 om-01) y a la compresión de onda CMT (Tappi T809 om-99).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Caracterización de los polielectrolitos y los complejos (PEC)

En la **Tabla 1** se observa, como es de esperar, que a medida que aumenta la cantidad de xilano en el PEC, su carga disminuye. Además, se observa que todos los PEC son catiónicos, característica importante, ya que se desea que se adsorba a las fibras, que poseen cargas negativas. En cuanto al tamaño de los PEC en solución, sus valores son similares, encontrando valores promedios entre 224 y 317 nm.

Tabla 1. Densidad de carga, Potencial Z, Tamaño hidrodinámico, Polidispersidad y viscosidad intrínseca de las soluciones de polielectrolitos (Xil y AC) y PEC con diferentes relaciones de masa.

Muestra	Densidad de carga (meq/g)	Potencial Z (mV)	Tamaño hidrodinámico (nm)	Polidispersidad
Xil	-0,56 ± 0,01	-7 ± 1	---	----
AC	+2,43 ± 0,02	+33 ± 1	140 ± 7	0,42 ± 0,03
PEC 20_80	+2,35 ± 0,15	+30 ± 1	224 ± 16	0,27 ± 0,03
PEC 40_60	+1,22 ± 0,06	+29 ± 1	317 ± 18	0,27 ± 0,08
PEC 60_40	+0,67 ± 0,03	+24 ± 1	262 ± 9	0,24 ± 0,13

Isotermas de adsorción

La **figura 1** muestra las isotermas de adsorción del almidón catiónico (AC) y los PEC con distintas relaciones de masas sobre la pulpa.

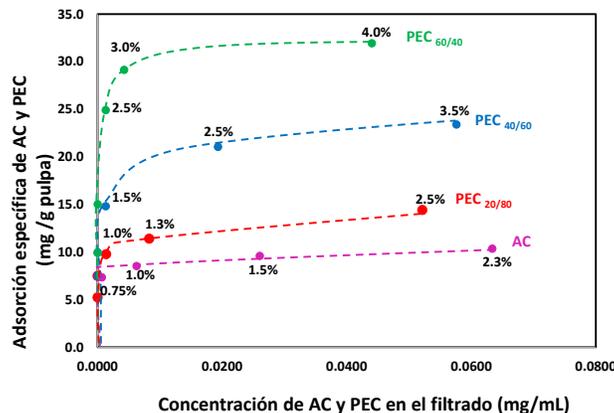


Figura 1: Cantidad de AC y PEC adsorbido a la pulpa en función de la concentración de AC y PEC en el filtrado. En la figura se indica los distintos dosajes (%) agregados de los aditivos.

Se observa que, la cantidad adsorbida aumenta con el agregado de todos los PEC respecto del polielectrolito AC. Además, a medida que aumenta la cantidad de xilano en el PEC, aumenta la cantidad adsorbida.

Propiedades papeleras

La **Tabla 2** muestra los resultados de las propiedades de resistencia de las hojas con los distintos tratamientos. Se observa que no hay diferencia significativa en la resistencia a la tracción. Sin embargo, se observa una leve tendencia a aumentar con el agregado de AC y PEC. En cuanto a la resistencia CMT, se observa que esta propiedad aumenta un 28 % con el agregado de AC y hasta un 23 % con el agregado de los PEC.

Tabla 2. Índice de tracción y resistencia a la compresión CMT de las hojas tratadas con 1% de aditivo (AC y PEC).

Muestra	Índice de tracción (Nm/g)	Incremento (%)	CMT (N)	Incremento (%)
CON	24,0 ± 2,3	---	91,2 ± 3,3	---
AC	25,2 ± 3,1	5	116,8 ± 5,2	28
PEC _{20_80}	25,8 ± 3,6	8	112,6 ± 7,8	23
PEC _{40_60}	23,0 ± 2,6	4	99,7 ± 4,6	9
PEC _{60_40}	26,1 ± 1,1	9	112,3 ± 5,6	23

Hemos obtenido y caracterizado novedosos complejos naturales basados en xilano y almidón catiónico, los cuales nunca han sido previamente estudiados. Se obtuvieron tres PEC con diferentes relaciones de masa que cumplieron con el objetivo de poseer carga catiónica para poder adsorberse sobre fibras celulósicas aniónicas. Estos PEC tienen un tamaño del orden de los nanómetros. Se construyeron isotermas de adsorción donde se observó que a medida que aumentaba la cantidad de xilano en el PEC, mayor era la cantidad adsorbida. Se eligió un bajo dosaje de PEC (1% sobre pulpa) para formar las hojas con el objetivo de gastar la menor cantidad posible de aditivo. Se observó que la resistencia a la tracción no tuvo diferencias significativas con respecto a la pulpa control, sin embargo, la resistencia a la compresión CMT obtuvo buenos aumentos (alrededor del 23 % en los PEC). Actualmente, se está trabajando en agregar un mayor dosaje de aditivo (2,5% sobre pulpa), para encontrar mayores aumentos en la resistencia a la tracción.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Galván M.V., Mocchiutti P., Schnell C.N., Liitiä T., Zanuttini M.A. (2013). Dual-adsorption of poly(allylamine hydrochloride) and lignosulfonate onto recycled cellulosic fibers. *Cellulose Chemistry and Technology*, 47 (7-8), 631-641.

Haack, V., Heinze, T., Oelmeyer, G., Kulicke, W. M. (2002). Starch derivatives of high degree of functionalization, 8. Synthesis and flocculation behavior of cationic starch polyelectrolytes. *Macromolecular Materials and Engineering*, 287(8), 495-502.

Jahan, M. S., & Rawshan, S. (2009). Reinforcing potential of Jute pulp with TREMA ORIENTALIS (NALITA) pulp. *BioResources*, 4(3), 921-931.

Solier, Y. N., Mocchiutti, P., Inalbon, M. C., & Zanuttini, M. Á. (2022). Thermoplastic Films Based on Polyelectrolyte Complexes of Arabino Glucurono-Xylan and Polyethylenimine. *Macromolecular Materials and Engineering*, 2200108.