

COMPOSICIÓN DE LA FRACCIÓN LIGNOCELULÓSICA DEL LIRIO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*)

Gregorio Juárez-Luna^{b*}, Isabelle Perraud-Gaime^a, Isabel Juárez-Cárdenas^b, María Teresa Favela-Torres^c, Héctor Toribio-Cuaya^d, Lorena Pedraza-Segura^d, Ernesto Favela-Torres^b.

^a Institut de Recherche Pour Le Développement. Anatole France No. 17, México D.F., 11560, México.

^b Departamento de Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, 09340, México, D.F.; juldc_193@yahoo.com.mx

^c Departamento de Ingeniería Bioquímica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Unidad Profesional "Lázaro Cárdenas", Prolongación Carpio y Plan de Ayala s/n, 11340. México D.F.

^d Departamento de Ingeniería y Ciencias Químicas. Universidad Iberoamericana Ciudad de México. Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, 01219, México.

Resumen: Se determinó la composición de la fracción lignocelulósica de hojas y tallos de lirio acuático (*Eichhornia crassipes*). Se utilizó lirio acuático joven colectado en canales de Xochimilco, México D.F., deshidratado y molido. El contenido de lignina es mayor en las hojas que en los tallos, al ser sus contenidos de 6.75%, y 2.43% respectivamente. La celulosa mostró un comportamiento similar, siendo sus contenidos de 33.56% para hoja y 20.93% para tallo. Para la hemicelulosa se encontró que los tallos poseen la mayor concentración de esta, con un contenido promedio de 25.68%, mientras que en las hojas fue de 18.19%. El mayor contenido de extractivos se encontró en los tallos con un 34.21% mientras que para las hojas fue de 31.65%. En los tallos existe la mayor concentración de cenizas, siendo de 21.13%, mientras que en las hojas fue de 13.87%. La composición de la fracción lignocelulósica depende de la fracción de la planta (hoja y tallo) entre otros factores. El menor contenido de lignina en el tallo puede favorecer su remoción y el aprovechamiento de la hemicelulosa y celulosa contenidas en este. El conocimiento de la distribución de biopolímeros en el lirio permitirá desarrollar procesos biotecnológicos para su aprovechamiento sostenible.

Introducción.

El lirio acuático es una planta con presencia en los cuerpos de agua de prácticamente todas las zonas tropicales en el mundo. Su alta velocidad de propagación y crecimiento hacen que se le considere como una planta nociva que causa serios impactos ambientales, económicos y de salud. En condiciones óptimas de crecimiento puede duplicar la superficie cubierta y su masa en 7 y 30 días respectivamente, tolera variaciones importantes en la concentración de nutrientes, en la temperatura y el pH. Actualmente la cosecha y trituración mecánica del lirio es la principal herramienta para controlar su crecimiento, sin embargo, este método resulta costoso y genera problemas paralelos que no solo no resuelven el problema, sino que lo incrementan. El alto contenido y diversidad de los polisacáridos presentes en esta planta hacen de ella una materia prima potencial para diversas aplicaciones entre las que destacan la producción de biocombustibles (biogás y bioetanol), la obtención de polisacáridos con aplicaciones en la industria de los alimentos funcionales así como monómeros de alto valor agregado (xilosa y arabinosa). En este trabajo se pretende determinar la composición de la fracción lignocelulósica del lirio acuático, particularmente en hojas y tallos de lirio cosechado en cuerpos de agua de la Ciudad de México. Para ello se utilizó una metodología desarrollada en este trabajo y que nos permite identificar cuantitativamente el contenido de lignina, celulosa, hemicelulosa, fracciones extraíbles en agua-etanol y cenizas.

Sección experimental.

Se utilizaron hojas y tallos de lirio acuático joven del lote **040411** (2 meses de edad aprox.), colectados en canales de Xochimilco en la Ciudad de México D.F., deshidratados en un secador de charolas a 60°C y molidos.

Se midió la humedad inicial del material acondicionado en una termobalanza ajustada a 100°C y a partir de estos datos se calculó el contenido de sólidos totales y materia seca.

Se cuantificó el contenido de cenizas por calcinación en una mufla a 525 °C durante 4h.

Los extractivos se determinaron por el método de Soxhlet, en dos extracciones sucesivas, la primera con agua y la segunda con alcohol etílico puro a sus respectivos puntos de ebullición.

Para lograr la separación de la lignina, hemicelulosa, y celulosa, se utilizó la combinación de un tratamiento termoquímico y alcalino-peróxido.

El tratamiento termoquímico consistió en someter una muestra de lirio acuático molido a una hidrólisis ácido suave con una solución de ácido sulfúrico al 1.5% v/v por 24h. Después se sometió a hidrólisis en autoclave a 120°C durante 30 min y una despresurización violenta (disminución de la presión en menos de un minuto). Se recuperaron ambas fracciones (sólido y líquido). En el líquido filtrado, se determinó el contenido de lignina Klason, por espectrofotometría UV a 280nm y celulosa y hemicelulosa degradadas a través de cuantificar los monómeros (glucosa, xilosa y arabinosa), ácido acético, furfural y 5-hidróximetilfurfural (5-HMF) por HPLC. El sólido se secó y se recuperó para someterlo al tratamiento alcalino-peróxido.

En el tratamiento alcalino-peróxido la materia no degradada se trató por una hora con una solución de hidróxido de sodio y peróxido de hidrógeno 2.25%w/v y 0.75v/v respectivamente a 55°C. Se recuperó el residuo sólido por filtración, se secó a 85°C por 24h y se pesó (este sólido es la celulosa).

El líquido filtrado, se acidificó con una solución de ácido acético al 50%v/v hasta pH 4.5, agitándose constantemente durante 10 min hasta que se estabilizó el precipitado; se centrifugó a 3000 rpm durante 20 min, se recuperó el residuo sólido que es la lignina soluble en álcali, se secó a 85°C y se pesó.

El líquido obtenido del procedimiento anterior, se trató con alcohol etílico absoluto en proporción de 3 volúmenes por cada volumen de filtrado, adicionándolo gota a gota y en agitación constante para que se formara un precipitado que representa la fracción B de la hemicelulosa. Se centrifugó a 3000 rpm durante 20 min. El residuo sólido se secó a 65°C por 24h y se pesó.

La celulosa, hemicelulosa y lignina total se calcularon sumando los contenidos obtenidos del tratamiento termoquímico y los obtenidos del tratamiento alcalino-peróxido y todos los resultados son reportados en base seca.

Resultados y Discusión.

El análisis de hoja y tallo por separado demostró que el contenido de lignina es mayor en la fracción hoja que en la fracción tallo, siendo sus contenidos de 6.75%, y 2.43% respectivamente (Fig. 1). En el caso de la celulosa se encontró un comportamiento similar, siendo sus contenidos promedio de 33.56% para hoja y 20.93% para tallo (Fig. 2).

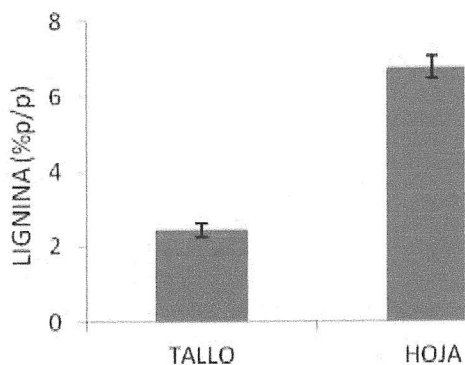


Fig. 1. Contenido de lignina en las fracciones hoja y tallo.

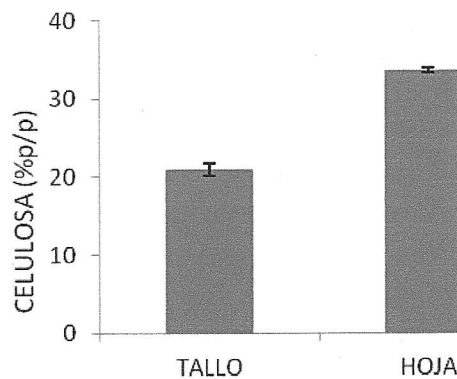


Fig. 2. Contenido de celulosa en las fracciones hoja y tallo.

Con relación a la hemicelulosa se encontró que la fracción tallo posee la mayor concentración de este componente, con un contenido promedio de 25.68%, mientras que en la fracción hoja fue de sólo 18.19% (Fig. 3). El mayor contenido de extractivos se encontró en la fracción tallo con un 34.21% y para la fracción hoja se encontró un contenido promedio de 31.65% (Fig. 4).

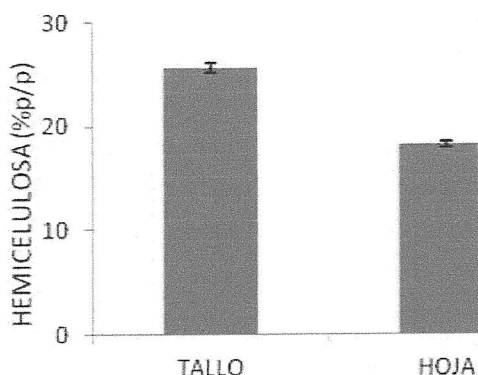


Fig. 3. Contenido de hemicelulosa en las fracciones hoja y tallo.

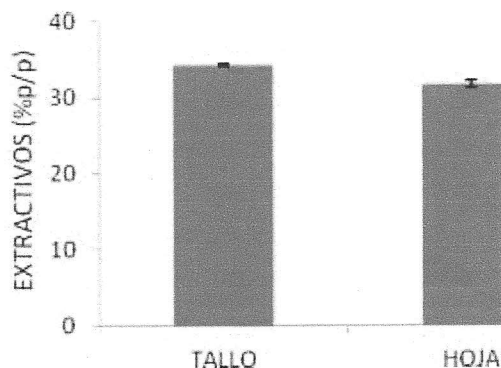


Fig. 4. Contenido de extractivos en las fracciones hoja y tallo.

En cuanto al contenido de cenizas se obtuvo que la fracción tallo posee la mayor concentración siendo del 21.13%, y para la fracción hoja fue 13.87%.

En la tabla 1 se muestra la composición promedio de los principales residuos agroindustriales utilizados para la bioconversión de celulosa a bioetanol.

Tabla 1. Composición promedio de la fracción lignocelulósica de los principales residuos agroindustriales.

Residuo	Composición (%p/p en base seca)		
	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina
Olote de maíz*	45	35	15
Paja de arroz*	35	25	12
Paja de trigo*	30	50	20
Bagazo de caña*	40	24	25
Lirio acuático (tallo)	20.93	25.68	2.43
Lirio acuático (hoja)	33.56	18.19	6.75

*Datos tomados de *Saha B.C., 2003.*

Como se puede observar en la tabla 1, en comparación con los principales residuos agroindustriales, el lirio posee una menor concentración de celulosa y hemicelulosa, sin embargo su contenido de lignina es mucho menor lo que es una característica deseable para la producción de bioetanol ya que se evita la formación de compuestos inhibidores como el furfural y el 5-HMF; por otro lado, actualmente esta planta no tiene un costo ya que crece de manera natural en los cuerpos de agua de prácticamente todo el país.

Por el bajo contenido de lignina y el alto contenido de hemicelulosa y celulosa en la fracción tallo se propone su uso como materia prima para la producción de bioetanol, mientras que para la fracción hoja, al contener una cantidad mayor de lignina pero una alta concentración de celulosa y hemicelulosa se propone sus uso como materia prima para la producción de bioetanol y evaluación de oligosacáridos de alto peso molecular obtenidos a partir de esta fracción como alimentos funcionales.

Conclusión.

El contenido de hemicelulosa, celulosa, lignina y extractivos depende de la fracción de la planta (hoja y tallo) y de la edad del lirio.

El menor contenido de lignina en el tallo puede favorecer su remoción y el aprovechamiento de la hemicelulosa y celulosa contenidas en este.

El conocimiento de la distribución de biopolímeros en el lirio permitirá desarrollar procesos biotecnológicos para su aprovechamiento sostenible.

Agradecimientos

En este trabajo se contó con apoyo financiero del ICyTDF (convenio ICyTDF/96/2010).

Referencias

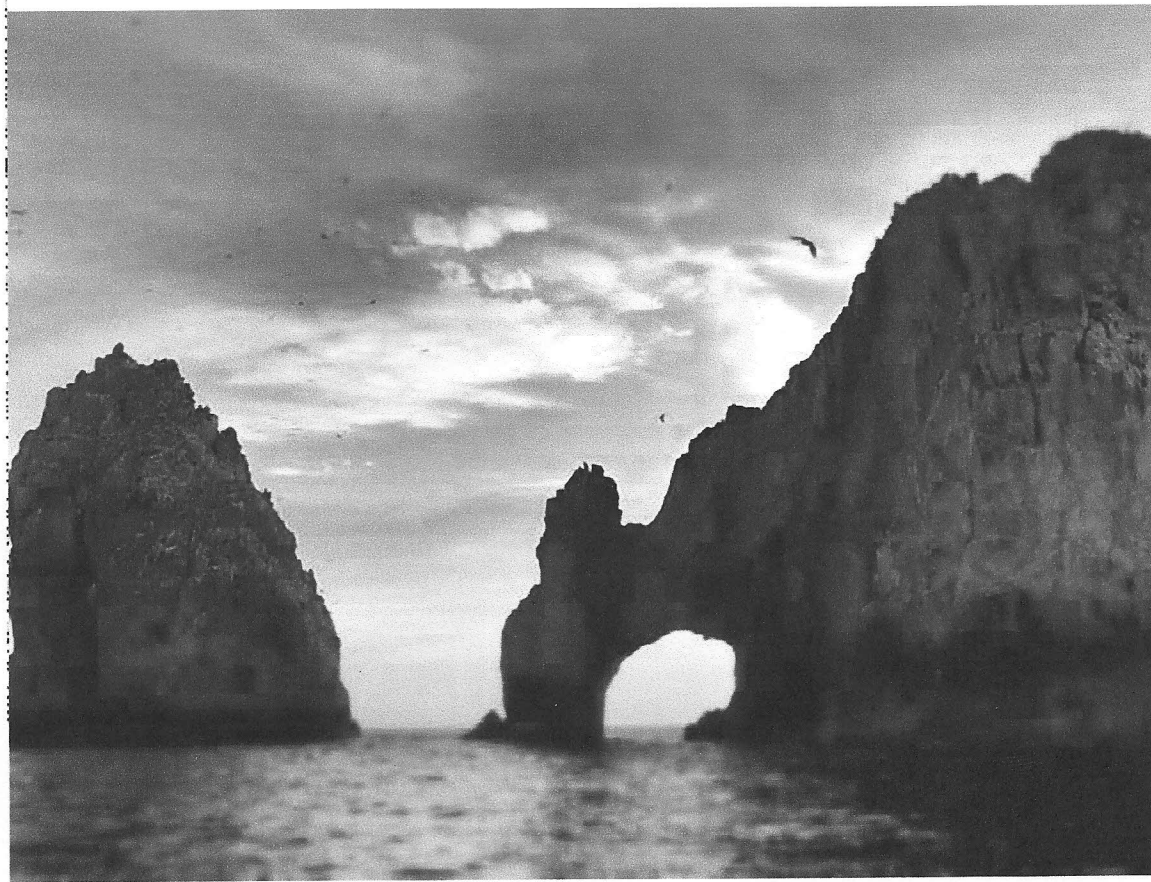
1. Gunnarsson C. C. and Mattsson P. C. *Waste Management*, 27, 117 (2007).
2. Malik A. *Environment International*, 33, 122 (2007).
3. Nigam J. N. *Journal of Biotechnology*, 97, 107 (2002).
4. Patel V., Desai M. y Madamwar D. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 42, 67 (1993).
5. Rowell R. M., Pettersen R. y Han J. S., Rowell J.S. and Tshabalala M. A. *Cell wall chemistry. Handbook of wood chemistry and wood composites*. CRC Press, New York (2005).
6. Saha B.C. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 30, 279 (2003)

XXXIII

Encuentro Nacional y

II Congreso Internacional de la **AMIDIQ**

“LA INGENIERÍA QUÍMICA Y LA SUSTENTABILIDAD”



San José del Cabo, BCS, México del 01 al 04 de Mayo del 2012

La presentación y disposición en conjunto de:
“LA INGENIERIA QUIMICA Y LA SUSTENTABILIDAD”
Son propiedad de los autores.

Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida,
mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico
(INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, la grabación o cualquier
sistema de recuperación y almacenamiento de información),
sin consentimiento por escrito de los autores.

Derechos reservados conforme a la ley:

© Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (AMIDIQ)
Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química (607-95593)

ISBN: en trámite
Impreso en México / Printed in México