

“DETERMINACIÓN DE UN PROCESO ADECUADO PARA DISOLVER LA BASE DE CELULOSA DE BAMBÚ PARA SU POSTERIOR EXTRUSIÓN.”

Nelly Marisol Piaún Chávez¹,

Universidad Técnica Del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias, Av. 17 de Julio 5-1 y Gral. José María

Córdova, Barrio El Olivo, Ibarra, Imbabura

marymar1608@gmail.com

RESUMEN

Esta investigación está basada en la determinación de un proceso adecuado para disolver la base de celulosa de bambú para su posterior extrusión.

La industria textil una de las más grandes en el Ecuador y por ende la que mayor mano de obra requiere y conjuntamente la utilización de fibras para llevar a cabo sus procesos de elaboración de productos textiles, siendo actualmente las fibras sintéticas las de mayor consumo mismas que son perjudiciales con el ambiente debido a la cantidad excesiva de químicos que se emplean en sus diferentes procesos.

Sin embargo hoy en día está en auge el uso de las fibras naturales, como las fibras de bambú que poseen propiedades físicas y químicas que la hacen una de las fibras naturales más llamativas dentro de la industria textil.

En los procesos de obtención de la fibra de bambú, uno de ellos es la disolución de la base de celulosa del bambú para su posterior extrusión, para lo cual se realizó dos métodos de disolución de la base de celulosa, en el primero los parámetros que se evaluaron fueron, tiempo de macerado, concentración de NaOH, concentración de Metilmorfolina, , concentración de H₂O; en el segundo método los parámetros que se evaluaron fueron tiempo de macerado, concentración de NaOH, concentración de Cloruro de Litio, concentración de H₂O. Obteniendo mejores resultados el método de Metilmorfolina.

Para comprobar que los resultados obtenidos si se asemejan a lo deseado se analizó los datos finales en el programa past 3.

Palabras clave: *fibra de bambú, base de celulosa, disolución.*

SUMMARY

This research is based on the determination of an adequate process to dissolve the bamboo cellulose base for its subsequent extrusion.

The textile industry is one of the largest in Ecuador and therefore the one that requires the most labor and together the use of fibers to carry out its processes of manufacturing textile products, currently synthetic fibers are the most consumed They are harmful to the environment due to the excessive amount of chemicals used in their different processes.

However, today the use of natural fibers is growing, such as bamboo fibers that possess physical and chemical properties that make it one of the most striking natural fibers in the textile industry.

In the processes of obtaining bamboo fiber, one of them is the dissolution of the bamboo cellulose base for its subsequent extrusion, for which two methods of dissolution of the cellulose base were carried out, in the first one the parameters that were evaluated, macerate time, NaOH concentration, Methylmorpholine concentration, H₂O concentration; In the second method, the parameters that were evaluated were maceration time, NaOH concentration, Lithium Chloride concentration, H₂O concentration. The Methylmorpholine method obtained better results.

To verify that the results obtained if they resemble the desired, the final data in the past 3 program was analyzed.

Keywords: bamboo fiber, cellulose base, dissolution

1. Introducción

La industria textil es generalmente la que mayor mano de obra requiere y sin duda alguna es la más automatizada por las constantes innovaciones que conlleva la elaboración de los productos textiles, particularmente en los países desarrollados debido a que “las tres funciones básicas como: girar, tejer y terminar, se emprenden a menudo en plantas integradas, con maquinaria sofisticada” (Villanueva, 2015).

“La industria textil y de la confección es en la actualidad la más universal de todas las industrias de manufacturas y utiliza la mayor fuerza de trabajo de todas las empresas de manufacturas existentes en el mundo” (Córdova, 2005, p.3)

FashionUnited (2016) en su publicación Innovación textil: Tejidos para un futuro más sostenible afirma que:

Desde el origen de la civilización los tejidos naturales han formado parte de las sociedades, utilizando fuentes de origen vegetal, como el algodón o el cáñamo, o animal, como la lana o la seda. Sin embargo, con la revolución

industrial comenzó a mecanizarse una industria que hasta ese momento había sido artesanal y se empezaron a introducir nuevos tipos de tejidos que ya no provenían directamente de la naturaleza y que habían sufrido ciertas transformaciones químicas para lograr su obtención.

Así pues, el paso hacia las fibras sintéticas tiene una relación directa con la propia evolución del ser humano quien a través de la innovación tecnológica ha conseguido crear nuevas fibras textiles e incluso mejorar las propiedades de las ya existentes. Sin embargo, este proceso de investigación y mejora ha con llevado unos costes altísimos tanto a nivel social como medioambiental que deben tenerse en cuenta para evolucionar hacia una industria textil más sostenible (p. 1) Hace años atrás, la industria textil está dando un giro total para lograr un cambio serio en sus procesos de producción utilizando el crecimiento de la tecnología con la finalidad de lograr nuevos materiales que acarreen el menor efecto para el medio ambiente y a su vez, que la calidad de vida de las personas involucrados en su producción sea mejor.

En este sentido, (FashionUnited, Innovación Textil: Tejidos para un futuro más sostenible, 2016) menciona a Piñatex que ha conseguido crear un tipo de tejido natural, con un aspecto similar al cuero, a partir del uso de las fibras originadas de las hojas de piña.

De igual manera (Johnston & Hallet, 2010) manifiestan que las fibras de bambú se considera una de las nuevas fibras naturales textiles, mismas que son desarrolladas por la Universidad de Pekín, es tomada como la mejor opción ya que es una fibra accesible, amigable con el ambiente y algunas de sus propiedades se asemejan a las de la fibra de algodón, inclusive se le añaden características y cualidades excepcionales.

En su tesis Espinosa (2013) manifiesta que hoy en día el mercado que más mueve el capital dentro de nuestro país es la industria textil, varias provincias se dedican a elaborar productos textiles con gran aceptación nacional e internacional, por eso hoy en día la visión general de las empresas o fábricas textiles es mantener en constante innovación sus productos, desde hace varios años atrás se vienen buscando alternativas sustentables y amigables con el ambiente además de ofrecer productos innovadores al consumidor.

Por eso se considera a estas nuevas fibras un indicador de la realidad actual en la que poco a poco el consumidor está demandando un cambio hacia un modelo de producción más responsable y consciente.

Sin duda, cada vez es más usual hallar compañías que han convertido la sostenibilidad en el punto de su labor empresarial a través de la investigación y la tecnología con la finalidad de lograr un futuro más prometedor para la industria textil.

2. Materiales y Métodos

2.1 Disolución de la base de celulosa de bambú por el método metilmorfolina

A continuación se detallan los materiales y el proceso realizado, aplicando el método disolución de celulosa con metilmorfolina para la disolución de la base de celulosa del bambú.

Materiales:

- Base de celulosa de bambú
- 1 balanza electrónica
- 7 vasos de precipitación
- 1 agitador
- 1 probeta
- 1 vidrio reloj
- Máquina autoclave

Reactivos:

- Hidróxido de sodio
- Metilmorfolina

Proceso:

- 1.- Se obtuvo la base de Guadua Angustifolia de 5,7cm de diámetro.
- 2.- Se procedió a pesar 5 gramos de base de celulosa de bambú respectivamente para cada muestra.
- 3.- Se pesó 0.9, 2.5, 3, 4, gramos de hidróxido de sodio correspondientes a los porcentajes de 18%, 50%, 60% y 80%
- 4.- Se colocó la base de celulosa con el hidróxido de sodio en un envase seguro, posteriormente se procedió a someter a las diferentes muestras a un tiempo diferente de maceración 1, 3, 8, 12, 20 horas.
- 5.- Una vez que se cumplió las horas de maceración se procedió a colocar 3.35, 3.5, 4, 10, 15, 25, 38 gramos de metilmorfolina correspondiente a 67%, 70%, 80%, 200%, 300%, 500%, 760% en las diferentes muestras.
- 6.- Conjuntamente con el metilmorfolina se agregó 1, 5, 10, 20, 25 ml de H₂O correspondientes al 20%, 100%, 200%, 400% y al 500%
- 7.- Se procedió a colocar las muestras en los tubos de la máquina.
- 8.- Se colocó los tubos en la máquina autoclave programando una temperatura de 150°C durante 3 horas.
- 9.- Una vez terminado el tiempo de permanencia de los tubos en la máquina de tintura se procedió a retirar los tubos y a enfriarlos en agua fría.
- 10.- Finalmente se retiró las muestras de los tubos y se colocó en un envase seguro para evaluar los resultados obtenidos.

En la tabla 3 se describe los parámetros utilizados para las muestras 1 a la 14. Además se ilustra los resultados obtenidos en cada una de las muestras.

Tabla 1. Muestras de la disolución de la base de celulosa aplicando el método de metilmorfolina.

MÉTODO METILMORFOLINA			
Especificaciones: Base de celulosa de bambú de 5,7 cm de diámetro			
Fecha: 08/06/ 2018	Equipo: Máquina Autoclave	Tiempo: 3 horas	Temperatura: 150 °C
MUESTRA 1			

Materiales	Observaciones	Resultado
<ul style="list-style-type: none"> • Peso Celulosa = 5 gr • NaOH= 18% = 0,9 gr • Metilmorfolina= 67% = 3,35 gr • H₂O= 20% = 1 gr 	<p>Se realizó un macerado del NaOH de 1 hora. No se obtuvo buenos resultados, se observa que la base de celulosa no sufrió ninguna disolución.</p>	

En la tabla 3 se ha mencionado todos los parámetros utilizados en las diferentes muestras que se realizó para la disolución de la base de celulosa de bambú, además se detalla los porcentajes de hidróxido de sodio, metilmorfolina, agua, tiempo de macerado del hidróxido de sodio, tiempo de maceración del metilmorfolina, estos parámetros fueron utilizados en cada una de las muestras y el resultado que se ha obtenido en cada una de ellas, pudiendo observar la disolución de la base de celulosa de cada muestra realizada en la máquina autoclave.

2.2 Disolución de la base de celulosa de bambú por el método metilmorfolina/ cloruro de Litio

A continuación se detallan los materiales y el proceso realizado, aplicando el método disolución de celulosa con metilmorfolina/ cloruro de litio para la disolución de la base de celulosa del bambú.

Materiales:

- Base de celulosa de bambú
- 1 balanza electrónica
- vasos de precipitación
- 1 agitador
- 1 probeta
- 1 vidrio reloj
- Máquina autoclave

Reactivos:

- Hidróxido de sodio
- Metilmorfolina
- Cloruro de litio

Proceso:

1.- Se obtuvo la base de Guadua Angustifolia de 5,7cm de diámetro.

2.- Se procedió a pesar 5 gramos de base de celulosa de bambú respectivamente para cada muestra.

3.- Se pesó 2.5, 3, 3.25, 3.5, 3.75 y 4 gramos de hidróxido de sodio correspondientes a los porcentajes de 50%, 60%, 65%, 70%, 75% y al 80%

4.- Se colocó la base de celulosa con el hidróxido de sodio en un envase seguro, posteriormente se procedió a someter a

las diferentes muestras a un tiempo diferente de maceración 1, 3, 6, 8, 12 horas.

5.- Una vez que se cumplió las horas de maceración se procedió a colocar 3.35, 3.75, 4, 5, 7.5 y 10 gramos de cloruro de litio correspondiente a 67%, 75%, 80%, 100% 150%, 200% en las diferentes muestras.

6.- Una vez agregado el cloruro de litio se procedió a colocar 5, 6, 7, 8, 9 y 10 gramos de metilmorfolina que corresponde al 100%, 120%, 140%, 160%, 180% y 200%.

7.- Seguidamente se agregó 14.5, 15, 16.75, 18.25 y 20 ml de H₂O correspondientes al 290%, 300%, 335%, 365%, 400%.

8.- Se procedió a colocar las muestras en los tubos de la máquina.

9.- Se colocó los tubos en la máquina de tintura autoclave programando una temperatura de 150°C durante 3 horas.

10.- Una vez terminado el tiempo de permanencia de los tubos en la máquina de tintura se procedió a retirar los tubos y a enfriarlos en agua fría.

11.- Finalmente se retiró las muestras de los tubos y se colocó en envases seguros para evaluar los resultados obtenidos.

En la tabla 4 se describe los parámetros utilizados para las muestras 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Además se ilustra los resultados obtenidos en cada una de las muestras.

Tabla 2. Muestras de la disolución de la base de celulosa aplicando el método de metilmorfolina/Cloruro de Litio

MÉTODO METILMORFOLINA/ CLORURO DE LITIO			
Especificaciones: Base de celulosa de bambú de 5,7 cm de diámetro			
Fecha: 09/02/ 2018	Equipo: Máquina Autoclave	Tiempo: 3 horas	Temperatura: 150 °C
MUESTRA 1			
Materiales	Observaciones	Resultado	
<ul style="list-style-type: none"> • Peso Celulosa = 5 gr • LiCl= 200% = 10 gr • NaOH= 80% = 4gr • Metilmorfolina= 200% = 10 gr • H₂O= 300% = 15 gr 	La base de celulosa no se disolvió completamente		

Fuente: Piaún, 2018

En la tabla 4 se ha descrito todos los parámetros utilizados en las diferentes muestras que se realizó para la disolución de la base de celulosa de bambú, además se detalla los porcentajes de hidróxido de sodio, cloruro de litio, metilmorfolina, agua, tiempo de macerado del hidróxido de sodio utilizados en cada una de las muestras y el resultado que se ha obtenido en cada una de ellas, pudiendo observar la disolución de la base de celulosa de cada muestra realizada en la máquina autoclave.

3. Resultados

3.1 Disposición de tubos para la máquina autoclave

En el proceso de disposición y preparación de los tubos se obtuvieron los resultados que se mencionan a continuación.

3.2 Pesos de las muestras de base de celulosa de bambú

En la tabla 5 se describe el número de muestras, peso de la base de celulosa de bambú y el método de disolución empleado en cada muestra.

Tabla 3. Descripción de las muestras realizadas con disolventes

N° de muestra	Peso base de celulosa (gr)	Método de disolución	N° de muestra	Peso base de celulosa (gr)	Método de disolución
1	5	Metilmorfolina	11	5	Metilmorfolina
2	5	Metilmorfolina	12	5	Metilmorfolina
3	5	Metilmorfolina	13	5	Metilmorfolina
4	5	Metilmorfolina	14	5	Metilmorfolina
5	5	Metilmorfolina	15	5	Metilmorfolina/ cloruro de litio
6	5	Metilmorfolina	16	5	Metilmorfolina/ cloruro de litio
7	5	Metilmorfolina	17	5	Metilmorfolina/ cloruro de litio
8	5	Metilmorfolina	18	5	Metilmorfolina/ cloruro de litio
9	5	Metilmorfolina	19	5	Metilmorfolina/ cloruro de litio

10	5	Metilmorfolina	20	5	Metilmorfolina/ cloruro de litio
----	---	----------------	----	---	----------------------------------

Fuente: Piaún, 2018

Para pesar la base de celulosa de bambú se utilizó una balanza electrónica y este proceso se lo realizó una vez que la base de celulosa estaba completamente seca.

3.3 Parámetros utilizados en las muestras aplicando el método de disolución metilmorfolina

En la tabla 6 se describe el porcentaje de hidróxido de sodio, porcentaje de metilmorfolina, porcentaje de agua, temperatura, tiempo de macerado del NaOH y el tiempo de permanencia de las muestras en la máquina autoclave, parámetros importantes a considerar en la realización de las distintas pruebas con la base de celulosa obtenida de la guadua angustifolia de 5,7 cm de diámetro.

Tabla 4. Parámetros utilizados en las muestras aplicando el método de disolución metilmorfolina

N° de muestra	% NaOH	Tiempo macerado NaOH (horas)	% Metilmorfolina	% H ₂ O	Temperatura	Tiempo (horas)	% Disolución de celulosa
1	18 = 0,9 gr	1	67 = 3,35 gr	20 = 1 gr	150	3	5
2	18 = 0,9 gr	3	67 = 3,35 gr	20 = 1 gr	150	3	5
3	50 = 2,5 gr	8	200	200 = 10 gr	150	3	10
4	50 = 2,5 gr	12	67 = 3,35 gr	400 = 20 gr	150	3	40
5	50 = 2,5 gr	12	80 = 4 gr	400 = 20 gr	150	3	10
6	50 = 2,5 gr	0	200 = 10 gr	400 = 20 gr	150	3	10

7	60 = 3 gr	0	80 = 4 gr	500 = 25 gr	150	3	10
8	80 = 4 gr	0	300 = 15 gr	200 = 10 gr	150	3	10
9	50 = 2,5 gr	0	700 = 35 gr	0 = 0 gr	150	3	10
10	50 = 2,5 gr	0	500 = 25 gr	400 = 20 gr	150	3	10
11	50 = 2,5 gr	0	300 = 25 gr	100 = 5 gr	150	3	10
12	50 = 5 gr	12	67 = 6,7 gr	200 = 20 gr	150	3	35
13	50 = 2,5 gr	20	80 = 4 gr	400 = 20 gr	150	3	10
14	50 = 2,5 gr	12	70 = 3,5 gr	200 = 10 gr	150	3	10

Fuente: Piaún, 2018

3.4 Parámetros utilizados en las muestras aplicando el método de disolución metilmorfolina / cloruro de litio

En la tabla 7 se describe el porcentaje de hidróxido de sodio, porcentaje de cloruro de litio, porcentaje de metilmorfolina, porcentaje de agua, temperatura, tiempo de macerado del NaOH y el tiempo de permanencia de las muestras en la máquina autoclave, parámetros importantes a considerar en la realización de las distintas pruebas con la base de celulosa obtenida de la guadua angustifolia de 5,7 cm de diámetro.

Tabla 5. Parámetros utilizados en las muestras aplicando el método de disolución metilmorfolina / cloruro de litio

N° de muestra	% NaOH	Tiempo macerado NaOH (horas)	% LiCl	% Metilmorfolina	% H ₂ O	Temperatura	Tiempo (horas)	% Disolución de celulosa
1	80 = 4 gr	0	200 = 10 gr	200 = 10 gr	300 = 15 gr	150	3	10
2	75 = 3,75 gr	1	150 = 7,5 gr	180 = 9 gr	290 = 14,5	150	3	10
3	70 = 3,5 gr	3	100 = 5 gr	160 = 8 gr	300 = 15 gr	150	3	10
4	65 = 3,25 gr	6	80 = 4 gr	140 = 7 gr	335 = 16,75 gr	150	3	10
5	60 = 3 gr	8	75 = 3,75 gr	120 = 6 gr	365 = 18,25 gr	150	3	10
6	50 = 2,5 gr	12	67 = 3,35 gr	100 = 5 gr	400 = 20 gr	150	3	10

Fuente: Piaún, 2018

4. Análisis y Evaluación de Resultados

Una vez realizadas todas las pruebas y variando los respectivos valores numéricos de los parámetros que se tomaron en consideración para realizar cada una de las muestras, se procedió a realizar un análisis estadístico como las medias estadísticas, la varianza y el test de normalidad con sus diferentes métodos.

4.1 Análisis estadístico de los parámetros utilizados para la disolución de la base de celulosa de bambú.

El análisis estadístico se realizó una vez que se obtuvo los resultados de las diferentes muestras que se efectuaron aplicando el método de metilmorfolina de las 14 muestras realizadas en la máquina "autoclave".

5. Conclusiones

Una vez que se analizó los diferentes parámetros utilizados en el desarrollo de la presente investigación y de la misma manera todos los datos obtenidos después de haber realizado la disolución de la base de celulosa, aplicando el método de disolución con metilmorfolina y el método de disolución metilmorfolina/cloruro de litio se llegó a determinar las siguientes conclusiones:

- Una vez que se recopiló toda la información necesaria para realizar la disolución de la base de celulosa nos enfocamos en dos métodos, disolución con n-óxido de n-metilmorfolina y disolución con dimetilacetamida/cloruro de litio, pero es importante indicar que debido a los altos costos y a la escasez de dichos compuestos químicos se optó por reemplazar al n-óxido de n-metilmorfolina y a la dimetilacetamida por metilmorfolina.
- Mediante el análisis comparativo realizado en cada una de las pruebas durante la presente investigación, se determinó que el porcentaje de hidróxido de sodio con el cual se obtuvo mejores resultados de disolución de la base de celulosa de bambú fue el 50%, proceso realizado en la muestra número 4 de la tabla número 3.
- Considerando el análisis comparativo de las 20 pruebas realizadas en esta investigación se llegó a determinar que el porcentaje de metilmorfolina con el que se logró una buena disolución de la base de celulosa de bambú fue el 67% en relación al peso de la base de celulosa, proceso realizado en la muestra número 4 de la tabla número 3.
- Una vez que se realizó el análisis comparativo en cada una de las muestras realizadas durante el proceso de investigación se puede decir que el porcentaje de H₂O con el que se obtuvo una disolución adecuada de la base de celulosa de bambú

fue de 400% en relación al peso de la base de celulosa, proceso realizado en la muestra número 4 de la tabla número 3.

- De la misma manera mediante el análisis comparativo, se llegó de concluir que el parámetro tiempo de macerado del hidróxido de sodio con el que se obtuvo mejores resultados fue de 12 horas de reacción de la base de celulosa de bambú con el reactivo antes mencionado.
- Se utilizó una base de celulosa de bambú lo más fina posible, logrando una mayor disolución de un 35% a 40% aproximadamente, como se indica en la tabla 3, muestra N°4.
- Finalmente se puede concluir que se realizó el análisis comparativo a las muestras obtenidas con el método de disolución metilmorfolina y a las muestras obtenidas con el método de disolución metilmorfolina/cloruro de litio, y se llegó a definir que el método de disolución con metilmorfolina nos dio mejores resultados utilizando los porcentajes de los parámetros antes mencionados.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. (s.f). *BIOLOGÍA* la vida en la tierra. Cuba.
- Klemm, D., Heublein, B., Fink, H., & Bohn, A. (2005). Cellulose: Fascinating Biopolymer and Sustainable Raw Material. *Angewandte Chemie International Edition*.
- Ministerio del Ambiente de España. (2006). Prevención y control integrados de la contaminación. Centro de Publicaciones Secretaria General técnica Ministerio de Medio.
- Nishino, T., & Arimoto, N. (2007). *Biomacromoleculas*.
- Pérez, J., & Merino, M. (2010). *Definición de compuesto*. Obtenido de <https://definicion.de/compuesto/>
- Agencia de Protección Ambiental EPA. (2003). Productos químicos en el medio ambiente. Disulfuro de carbono. *CeppoEHS*, 193.
- Alaejos, J. (2003). Obtención de pasta celulósica a partir de madera. En *Obtención de pasta celulósica a partir de madera*. (pág. 59). Huelva.
- Alejos, J. (2003). Obtención de pasta celulósica a partir de madera. En *Obtención de pasta celulósica a partir de madera*. (pág. 59). Huelva. Obtenido de Obtención de pasta celulósica a partir de madera.
- Angiolani, A. (1960). Introducción a la Química Industrial, Fundamentos químicos y tecnológicos con 150 figuras. Chile: Andres Bello, Ahumada 131 4° piso Santiago de Chile.
- Añazco, M. (2015). *Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie Guadua angustifolia*. Quito-Ecuador.
- Asociación de Industriales Textiles en el Ecuador. (s.f.). Historia y Actualidad. En *Historia y Actualidad*.
- ATSDR. (2016). Carbon Disulfide.
- Barbaro, G. (2007). *Transformación e industrialización del bambú*. Barcelona.
- Barragán, F. (23 de Junio de 2011). *Proceso Productivo Celulosa Kraft*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/47415782/Proceso-Productivo-Celulosa-Kraft>
- Barrio, X., Dulce, M., & Antón, A. (2008). Física y Química. Editex.
- Besbergi, o. (2010). Obtención de pulpa por medio del método KRAFT. Asunción Paraguay.
- Billmeyer, F. (1975). Ciencia de los polímeros. México: Reverté S.A.
- Borgioli, L., & Cremonesi, P. (2014). Las resinas sintéticas usadas para el tratamiento de obras polícromas. En L. Borgioli, & P. Cremonesi, *Las resinas sintéticas usadas para el tratamiento de obras polícromas* (pág. 32).
- Bou-Belda, E., Montava, I., Bonet, M., & Díaz, P. (s.f). *El tratamiento con enzimas como método de erradicar la fibrilación del lyocell*. Valencia: Alicante.
- Brown. (2003). Proceso de producción de la celulosa. (pág. 7). Montevideo: Pima Página. *Movimiento mundial por los bosques tropicales*, 7.
- Brown, V. (2003). Proceso de producción de la celulosa. *Movimiento mundial por los bosques tropicales*. Montevideo, 7.
- Cala, I. (2015). *El secreto del bambú*. Estados Unidos.
- Carballo, L., & Arteaga, Y. (31 de Mayo de 2007). *Celulosa de madera*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos44/celulosa-madera/celulosa-madera2.shtml>
- Centeno, G. (jueves de abril de 2011). *La química de los polímeros*. Obtenido de <http://profguillermojcentenob.blogspot.com/2011/04/tecnicas-de-polimerizacion.html>
- Cerutti. (2016). Celulosa y papel. Argentina.
- Cerutti, J. (2016). Celulosa y papel. Argentina.
- Cerutti, J. (2016). Celulosa y papel. Argentina.
- Cisternas, L. (2009). Diagrama de fases y su aplicación. España: Reverté S. A.
- Cordoba, J. (8 de junio de 2016). *Compuestos y sus características*. Obtenido de <https://prezi.com/iosjijqanjdf6/compuestos-y-sus-caracteristicas/>
- Córdova. (Mayo de 2005). *IDEAS Iniciativas de Economía Alternativa y Solidaria*. Obtenido de IDEAS Iniciativas de Economía Alternativa y Solidaria.
- Correa, C. (8 de marzo de 2012). *Compuestos Inorgánicos en la Industria*. Obtenido de <http://compuestos-inorganicos.blogspot.com/>
- Da Silva, E. (2009). *Curso de preparación de la pasta*. Brasil: Apotilla Revisión 01.
- De Henan Haofei. (s.f). *Dimetilacetamida (DMAC) CAS No.127-19-5*.
- Decreto N°27000-MINAE. (2010). *Hoja de seguridad Cloruro de litio MSDS Versión 1.1*.
- Díaz, R. (2012). Cloruro de Litio: Fórmula, Propiedades, Riesgos y Usos. *Lidefer.com*, 15.
- Dill, W., Bidegaray, P., Botero, R., & Rodríguez, N. (2006). *Utilización del Bambú (Guadua agustifolia Kunth.) (BAMBUSOIDEAE:GRAMINEAE), como una alternativa sostenible de construcción de*

- viviendas en la zona atlántica de Costa Rica. Costa Rica.
- DLEP. (2010). DOCUMENTACIÓN TOXICOLÓGICA PARA ESTABLECIMIENTO DEL LÍMITE DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL DE LA MORFOLINA. *Documentación Límites Exposición Profesional*, 1.
- Dulce, M., Cabrerizo, A., & Guerra, F. (2015). Ciencias Aplicadas II. EDITEX.
- Ecuador, A. d. (s.f.). En A. d. Ecuador.
- EcuRed. (11 de septiembre de 2016). *Polímeros Sintéticos*. Obtenido de https://www.ecured.cu/PoI%C3%ADmero_Sint%C3%A9tico
- Elvers, B., & Hawkins, S. (1989). La Enciclopedia Ullman de Química Industrial; Volumen 5; Quinta edición. Estados Unidos.: VCH; Nueva York, Estados Unidos.
- Enciclopedia de ejemplos. (2017). *Compuestos Orgánicos e Inorgánicos*. Obtenido de <http://www.ejemplos.co/40-ejemplos-de-compuestos-organicos-e-inorganicos/>
- EPA, A. d. (2003). *Productos químicos en el medio ambiente. Disulfuro de carbono*.
- Esparza, S. (1999). Teoría de los hilados. En E. L. S., *Teoría de los hilados*. México: Limusa.
- Espinosa, S. (2013). *Desarrollo textil en el Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Expeto, & Homólogos de Control de Calidad. (1980). Fibras hechas por el hombre a partir de la celulosa. *Centro Nacional Textil*, 17.
- FAO. (1973). Guía para planificar empresas y fábricas de pasta y papel. Roma.
- FashionUnited. (5 de Agosto de 2016). *Innovación textil: Tejidos para un futuro más sostenible*. Obtenido de <https://fashionunited.es/noticias/moda/innovacion-textil-tejidos-para-un-futuro-ma-sostenible/2016080522675>
- FashionUnited. (5 de agosto de 2016). *Innovación Textil: Tejidos para un futuro más sostenible*. Obtenido de Innovación Textil: Tejidos para un futuro más sostenible: <https://fashionunited.mx/noticias/moda/innovacion-textil-tejidos-para-un-futuro-ma-sostenible/2016080521533>
- Fernández, I. (s.f.). *POLÍMEROS EN SOLUCIÓN Y APLICACIÓN DE LOS POLÍMEROS EN LA INDUSTRIA PETROLERA*. Santa Rosa, Sector El Tambor, Los Teques, Estado Miranda, 1201. Venezuela: PDVSA-Intevp. Departamento de Manejo Integrado de Producción.
- Ferrari, Á. (2011). La ropa del futuro. *Revista Mundo Textil*, 19. Obtenido de <http://mundotextilimg.blogspot.com/2011/08/la-ropa-del-futuro.html>
- Graciano, J. (s.f). *Monografías.com*. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos109/quimica-inorganica-sus-derivados/quimica-inorganica-sus-derivados.shtml>
- Greenpeace. (2006). El Futuro de la producción de celulosa y las técnicas de producción más favorables para el medio ambiente. *Basta de contaminar*, 4.
- Greenpeace. (2012). Puntadas tóxicas: El oscuro secreto de la moda. *Moda rápida*, 4.
- Hidalgo. (1978). Nuevas técnicas de construcción con bambú. EstudiosTécnicos Colombianos Ltda. Bogotá, Colombia. Obtenido de Nuevas técnicas de construcción con bambú. EstudiosTécnicos Colombianos Ltda.
- ICSC: 0259. (2006). *Fichas Internacionales de Seguridad Química*.
- IPCS, & CTR. (s.f). *Programa Internacional de seguridad de las sustancias químicas; HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD*.
- Ismael, C. (2016). La vida es una piñata. Estados Unidos de América: Harper Collins Christian Publishing.
- Jaramillo, C. (4 de Mayo de 2015). *Características polímeros naturales*. Obtenido de https://prezi.com/iipsxur_u0fe/caracteristicas-polimeros-naturales/
- Johnston, A., & Hallet, C. (2010). Guía de fibras naturales. En A. Johnston, & C. Hallet, *Guía de fibras naturales*. Blume.
- Koch, P. A. (1997). Lyocell fibers, Alternative Regenerated Cellulose fibers. CHEMICAL FIBERS INTERNATIONAL Vol. 47.
- Leidinger, O. (1997). Procesos industriales. Perú: Pontificia universidad catolica del Perú.
- León, C., & Fuentes, M. (2012). Diseño de un proceso para la fabricación de papel reciclado ecológico a escala laboratorio usando Peróxido de hidrógeno. Cartagena: Cartagena.
- LIGNUN. (2014). Blanqueo de celulosa: el proceso clave. *Lignun, bosque, madera y tecnología*, 2.
- Lockuán, F. E. (2013). La industria textil y su control de calidad II Fibras textiles. Creative Commos Atribucion NoComercial-CompartirIguar 3.0 Unported.
- Longhi, M. M. (1998). Cultivo y uso del Bambú en el Neotrópico. En M. M. Longhi, *Cultivo y uso del Bambú en el Neotrópico* (pág. 17). Costa Rica.
- Mallinckrodt. (2013). Polymers. España.
- Martínez, G. (1983). Polímeros. *Revista de cultura científica*, 18-24.
- Martínez, S. (2015). BAMBÚ COMO MATERIAL ESTRUCTURAL: GENERALIDADES, APLICACIONES Y MODELIZACIÓN DE UNA ESTRUCTURA TIPO. Valencia.
- Menéndes, J. M. (2012). El bambú una alternativa sostenible para construcciones del sector agropecuario cubano. *EcoHabitar*.
- Mercado Textil Pakistaní. (2012). *Our Professional working will make your business easy*. China.
- Moreno, L., Trijillo, E., & Osorio, L. (2007). Estudio de las características físicas de haces de fibra de guadua Angustifolia. Scientia et Technica Año XIII.
- Muñoz, Quintana, & Hidalgo. (2010). Diseño y Evaluación de uniones de material compuesto de matriz termoplástica para bicicletas de bamboo. Medellín, Colombia: 9th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.,
- Nayak, J., Chen, Y., & Kim, J. (2008). *Ind. Eng. Chem. Res.*

- Núñez, C. E. (2008). Química de la madera. *Pulpa y Papel I*, 62.
- OMS, O. M. (2000). *Tarjetas internacionales de seguridad química, disulfuro de carbono*.
- Ortuño, A. (2006). Introducción a la química INDUSTRIAL. Barcelona España: Reverté S.A.
- Ortuño, Á. V. (2006). Introducción a la química Industrial. Barcelona España: Reverté S.A.
- Parotti, F. (2012). Bambú Acciaio . *Tec. De los materiales*, 16-21.
- PEDRO, P., & VELAZCO, K. (2011). *CONFECCIÓN DE ROPA CON TELA DE*. Guayaquil.
- Pérez, J., & Merino, M. (2015). *Definición de polímeros*. Obtenido de <https://definicion.de/polimeros/>
- Piaún, M. (2018). *Xantato de celulosa*. Ibarra.
- Prieto, M. (19 de marzo de 2009). *Fibra de bambú*. Obtenido de <https://www.nuevamujer.com/bienestar/2009/03/19/fibra-de-bambu.html>
- Primo, E. (2007). QUÍMICA ORGÁNICA BÁSICA Y APLICADA de la molécula a la industria. España: EDITORIAL REVERTÉ S.A.
- ProEcuador. (2016). *ANÁLISIS SECTORIAL BAMBÚ*. Instituto de promoción de exportaciones e inversiones.
- Proyecto Corpei – CBI. (2003). BAMBÚ (CAÑA GUADÚA ANGUSTIFOLIA) “CAÑA BRAVA”. Ecuador.
- Raimond, S., & Carraher, C. (2002). Introducción a la química de los polímeros. En S. Raimond, & C. Carraher, *Introducción a la química de los polímeros* (pág. 188). Barcelona, Bogota, Buenos Aires, Caracas, México: Reverté S.A.
- Raviolo, A. (2008). Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundarias. *Didáctica de la química*, 317- 318.
- Ravve, A. (2013). Principios de la química de polímeros. NEW YORK: PLENUM PRESS. Obtenido de Introducción a la ciencia de los polimeros: <https://ecucei.com/polimeros/introduccion/1-1-generalidades/>
- Rouette, H. (2001). *Enciclopedia de acabado textil*. Heidelberg New York: Springer-Verlag Berling.
- Sánchez, J., Morales, J., & López, V. (2002). Física y Química, Aplicaciones Didácticas. Madrid: Editorial MAD.
- Sanz, A. (s.f). *Química Orgánica Industrial, Tecnología de la celulosa. La industria papelera*.
- Sapag, J., Tapia, C., Valenzuela, F., Maeda, M., & Coromina, M. (1994). *ESTUDIO DE DISOLUCIÓN DE PULPA MECANICA EN LA MEZCLA DIMETILACETAMIDA/CLORURO DE LITIO*. Chile.
- SCA. (2010). Fabricación de papel. *Soporte técnico de los papeles para SCA*, 16 - 17.
- Smook, G. (1982). Handbook for Pulp and Paper Technologists. Canadá: Montreal, TAPPIC-CPPA.
- Soykeabkaew, N., Arimoto, N., Nishino, T., & Peijs, P. (2008). *Comp. Sci. Techn.*
- Stepaniuk, V. (2013). Fabricación de papel.
- Swatloski, R., Rogers, R., & Hold. (2012). DISOLUCIÓN Y PROCESAMIENTO DE CELULOSA USANDO LÍQUIDOS IÓNICOS. *Clasificación Internacional de Patentes CIP*, 31- 32.
- Tafur, K. (2014). *Fibras artificiales de celulosa regenerada*.
- Tatsuya, H., & Glyn, O. (1997). New Fibers (chapter 8: Cellulose fibers. Cambridge Englad: Woodhead Publishid Limited 2 Ed.
- Termo fisher Scientific. (2006). Ficha de datos de seguridad. 15.
- Textos Científicos. (2009). Polímeros Celulósicos. Textos Científicos.com. (28 de Diciembre de 2005). *PRODUCCIÓN MECÁNICA DE PULPA*. Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/papel/pulpa/produccion-mecanica>
- U. Politécnica de Madrid. (s.f). *BLOQUE 5.- REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN*. Madrid.
- Unidad Didáctica VIII. (s.f). *Introducción a la Química del carbono*. Obtenido de http://aula.educa.aragon.es/datos/AGS/Quimica/Unidad_08/page_26.htm
- Villanueva, B. (4 de octubre de 2015). *Reseña histórica de la industria textil*. Obtenido de Reseña histórica de la industria textil: <https://prezi.com/ga8therjvkrw/resena-historica-de-la-industria-textil/>
- Villareal, C. (s.f). *Textil- Industria*. Rialp S.A .
- Virginie, M. (2011). Los caminos del reciclaje. Barcelona España: NED Ediciones.