**FIBRA DE PIÑA.**

**INVESTIGACIÓN DE PROPIEDADES TÉRMICAS PARA DESARROLLO DE PRODUCTO**

**Eliana Zapata Ruiz**[[1]](#footnote-1)

Estudiante de Ingeniería en diseño industrial

[elianazapataruiz@gmail.com](mailto:elianazapataruiz@gmail.com)

**Yenifer Cardona Gallego**[[2]](#footnote-2)

Estudiante de Ingeniería en diseño industrial

[yenic.31@gmail.com](mailto:yenic.31@gmail.com)

**Javy Alexis López Osorio**[[3]](#footnote-3)

Estudiante de Ingeniería en diseño industrial

[javytangol@hotmail.co](mailto:javytangol@hotmail.com)

*“De esta manera, el recurso clave del crecimiento y la productividad económica del Siglo XXI será, definitivamente, el conocimiento en todas sus dimensiones y complejidades. Aunque los recursos naturales, comenzando por la biodiversidad, continuarán siendo muy importantes en el futuro de la humanidad, sólo a través del conocimiento es posible su aprovechamiento sostenible con beneficios para nuestros países. Es decir, que únicamente a través del conocimiento los recursos naturales tendrán el máximo valor económico y ambiental”.*

( Guerra de Mesa, 2006, pág. 7)

**RESUMEN**

En primer lugar, se hizo un rastreo sobre la planta de la piña, su ubicación, países productores, procesos químicos, y el impacto ambiental que se genera a partir de los desechos de su hoja, haciendo énfasis en este ítem debido a la cantidad de desechos provenientes de las hojas de la planta llamados Rastrojo[[4]](#footnote-4), que al ser desecado con agentes químicos, genera como consecuencia un daño ambiental progresivo en los cultivos, viéndose así afectados en calidad y producción hacia un futuro, al igual que el medio ambiente debido a la contaminación que genera la emisión de agentes tóxicos derivados de dicho proceso de desecho.

Para continuar, se tomó el factor de la deficiencia de información respecto a las propiedades térmicas de la fibra, algo contradictorio ya que múltiples tipos de fibras naturales son empleadas como aislantes térmicos. Por lo tanto, se realizaron diferentes pruebas y experimentos térmicos.

Finalmente, con base a los resultados obtenidos, se procedió a la búsqueda de mecanismos y formas de aplicación de la fibra de piña por medio de experimentos para la generación de láminas de fibra, utilizando el procedimiento de moldeo por compresión, con el fin de seguir con el proceso de desarrollo de un producto aislante.

**Palabras clave:** Fibras naturales, Fibra de piña, Propiedades térmicas, Diseño industrial

El campo de las fibras naturales está causando controversia en el sector agrícola e industrial ya que gran cantidad de diversos tipos de fibras están siendo desechadas indebidamente por falta de conocimiento de sus propiedades y aplicaciones. Específicamente, la fibra de la hoja de piña genera un problema ambiental grave que podría ser solucionado al encontrar diversos tipos de aplicación en productos que conviertan un desecho perjudicial en dinero.

**CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA DE PIÑA**

La planta de la piña es un arbusto originado en las regiones tropicales y templadas de América del Sur. El cultivo de piña tiene un tallo muy corto, que primero produce una roseta de hojas fibrosas cuyas medidas oscilan entre unos 91 cm de largo y de 5 a 7,5 cm de ancho y con forma de espada. El fruto se desarrolla después de 12 a 14 meses de plantación y una planta generalmente puede producir solo una segunda cosecha aproximadamente 1 año después de la primera, una vez transcurrido este período debe eliminarse la planta y preparar el suelo para iniciar un nuevo ciclo del cultivo. Al desechar la planta, se genera a lo que se le llama el rastrojo.

Las mayores producciones de piña se dan en Hawái, México, Costa Rica, Brasil, Colombia, Honduras, entre otros; y es considerada  la quinta fruta más consumida en el mundo, y seguirá subiendo el escalafón, “ya que viene ocurriendo una tendencia expansionista por la creciente demanda de Estados Unidos y Europa, que la pagan bien”. (Aguirre & Arboleda, 2008, pág. 3)

En Colombia los cultivos de piña se distribuyen principalmente en los departamentos de Santander, Valle, Risaralda y Cauca. Aunque no hay estadísticas actuales sobre la piña, el estimado en el país, únicamente de producción de piña Golden, es de 2.000 hectáreas, y se producen 100 toneladas por hectárea. Entre todas las variedades, los cultivos de piña abarcan 12.000 hectáreas, pero hay que tener en cuenta que en algunas zonas del país hay informalidad en la producción de la fruta, lo cual no entra en las estadísticas. (Redaccion economia y negocios, 2014, pág. 1)

Según estas estadísticas, contamos en el país con una producción significativa del fruto, que da como resultado el desperdicio en grandes cantidades de rastrojo, ya que hasta el momento las hojas de la planta de piña están siendo en su mayoría desperdiciadas debido a la falta de conocimiento sobre la fibra que contiene la hoja y sus posibles aplicaciones; y aunque el rastrojo es usado como alimento de animales en algunos casos; no se logra reutilizar o desecharlo correctamente.

De dicho desperdicio, que actualmente constituyen hasta el 65% del fruto, “Se ha determinado que por hectárea de piña cultivada se genera cerca de 300 TM de rastrojo” (Quesada-Solís, Alvarado-Aguilar, Sibaja-Ballestero, & Vega-Baudrit, 2005, pág. 158)

El principal problema que produce el rastrojo, se da por las prácticas actuales de aplicación de agroquímicos, especialmente pesticidas aplicados por aspersión, utilizados en una cantidad mayor de la indicada y sin la posibilidad de controlar la dispersión de éstos fuera de las zonas de cultivo a causa de la acción del viento y otros agentes (Quijandría, Berrocal, & Pratt, 1997, pág. 8)

Estos agroquímicos que aceleran descomposición biológica, “sumado a las malas prácticas agrícolas como los suelos descubiertos y la quema del rastrojo, provocan un fuerte desbalance en la zona de cultivo y en los ecosistemas circundantes, que se evidencia con la presencia de plagas y disminución de la fertilidad de los suelos”. (Acosta, 2008, pág. 9)

La mejor forma de evitar este uso de malas prácticas del desecho del rastrojo, sería buscar un uso, y ahí es, donde entra la caracterización de las fibras naturales. Estas ofrecen gran diversidad como materias primas renovables a nivel mundial, ya que por lo general son desechos y tienen un bajo costo, brindándonos una iniciativa para su utilización en el desarrollo de materiales y productos biodegradables que generen soluciones a  problemas medioambientales.

En este caso, la utilización de la fibra que se extrae de la hoja de la piña, podría ser una opción para acabar con el impacto ambiental que el cultivo del fruto produce por el método de desecho, debido a que las fibras de la piña son fibras lignocelulósicas multicelulares[[5]](#footnote-5), están compuestas por celulosa[[6]](#footnote-6) (entre 70-82%), polisacáridos[[7]](#footnote-7) y lignina[[8]](#footnote-8). Poseen una estructura del tipo cinta y consisten de un sistema vascular en forma de racimo de células fibrosas que son obtenidas mediante remoción mecánica de los tejidos epidérmicos. Las fibras de piña tienen excelentes propiedades mecánicas que están asociadas con sus altos contenidos de celulosa y su bajo ángulo micro fibrilar.

Se han encontrado diferentes aplicaciones en el sector industrial que han promovido que un desecho agrícola como lo son las hojas de la planta de piña, se conviertan en un material para el desarrollo económico en diferentes ámbitos, “Ya que asumiendo un contenido de fibra de 2% del volumen de la hoja, una hectárea podría generar 6 TM de fibra por año, lo cual es económicamente atractivo”. (Sena Neto, Araujo, Souza, Mattoso, & Marconcinib, 2013, págs. 43: 529-537.)

**APLICACIÓN DE LA FIBRA DE PIÑA, COMO MATERIAL INDUSTRIAL**

En Colombia, la aplicación de la fibra de estas hojas en la fabricación de materiales en ingeniería para desarrollo de productos se encuentra limitada por la falta de estandarización de los procesos de extracción y procesamiento de la fibra, además del bajo número de estudios existentes que analicen aquellos factores que tienen mayor influencia en las propiedades físicas y químicas de las fibras, como las propiedades térmicas o el tiempo de degradación, y la calidad del material  resultante.

Entre las aplicaciones más recurrentes de la fibras naturales en la industria, se encontró que muchas tienen una gran eficiencia en el ámbito de los aislantes térmicos, pero a la hora de indagar sobre las propiedades térmicas que tiene la fibra de piña, se encontró una deficiencia en la información, por lo que el proyecto se direccionó hacia la caracterización de esta fibra en términos de sus propiedades térmicas, para en este aspecto conocer si es o no buen aislante y utilizar las propiedades resultantes en el desarrollo de un producto que las requiera en su funcionamiento.

Los principales factores de investigación en propiedades térmicas son los puntos de degradación de la biomasa en valores de temperatura y tiempo, el calor específico y la conductividad térmica. En el caso del primer factor, es necesario conocer acerca de los niveles de temperatura y velocidad de calentamiento adecuados. Una de las vías es el estudio del proceso de descomposición térmica de la biomasa por análisis termogravimétrico.

El análisis termogravimétrico comprende una serie de técnicas donde se monitorean diferentes cambios físicos, tales como deshidratación, descomposición, y oxidación de un elemento como función de la temperatura, donde el material es sujeto a un programa de temperatura (en un rango y a una velocidad) bajo una atmósfera definida, con el objetivo de conocer y reconocer los diversos materiales implicados.

Para el segundo factor se utiliza el calorímetro de barrido diferencial. “Es la técnica de medición más popular para detectar transiciones endotérmicas y exotérmicas, como la determinación de temperaturas de transformación y la entalpía de sólidos y líquidos como una función de la temperatura. Por ello, tanto la muestra como la referencia se mantienen casi a la misma temperatura durante todo el experimento y el flujo de calor podrá ser medido”. (Linseis, 2012)

Respecto a la conductividad térmica, se evaluó con un experimento de vida térmica qué medida en minutos es el tiempo que tarda el interior de un recipiente en alcanzar el equilibrio térmico. “Se miden en laboratorio mediante pruebas estándar con una temperatura exterior controlada y se registra el comportamiento de la temperatura interior del recipiente ensayado”. (Muñoz Muñoz & Cabrera Cifuentes, 2007, pág. 12).

El tiempo trascurrido hasta el equilibrio térmico indica que tan bueno es el material, en este caso la fibra de hoja de piña, para conservar o no el calor.

**DESARROLLO METODOLÓGICO**

**Análisis térmico simultáneo (STA)**

Este equipo reúne simultáneamente 2 análisis térmicos:

* **Análisis termogravimétrico (TG)**

Se basa en la medida de la variación de la masa de una muestra cuando es sometida a un programa de temperatura en una atmósfera controlada. La variación de masa puede ser una pérdida de masa o una ganancia de masa.

* **Calorímetro de barrido diferencial (DSC)**

La calorimetría diferencial de barrido (DSC) permite determinar la energía absorbida o desprendida por una muestra cuando se somete a un programa de temperatura en una atmósfera controlada.

Las fibras de hoja de piña con las que se realizaron los experimentos y las pruebas provienen de cultivos de la planta de piña del tipo oro miel del municipio de Girardota, Antioquia, Colombia. De donde se hizo la extracción de la fibra de la hoja por medio de una máquina raspadora. Posteriormente, la fibra se deja secar y se peina para eliminar los residuos del material vegetal que queda en ella.

Para esta prueba la fibra se tamizó para eliminar elementos de un largo mayor a 4mm y se utilizó un peso de 5,26 gramos. El rango de temperatura a la que fue sometida la muestra va desde los 24°C hasta los 597°C en un lapso de tiempo de 30 minutos.

**Experimentos de propiedades térmicas**

**Vida térmica**

Los cuerpos con diferentes temperaturas puestos en contacto espontáneamente establecen un flujo de calor desde el más caliente hacia el más frío hasta que sus temperaturas se igualan. El tiempo que tardan en alcanzar el equilibrio térmico se puede modificar colocando entre ellos una barrera térmica.

Para el experimento de vida térmica con la fibra de piña se realizaron probetas de un espesor de 1,6 cm. El montaje se realizó en el laboratorio de energía térmica del instituto tecnológico metropolitano, sede Fraternidad; utilizando un equipo de baño termostatado que regula la temperatura y un termómetro digital.

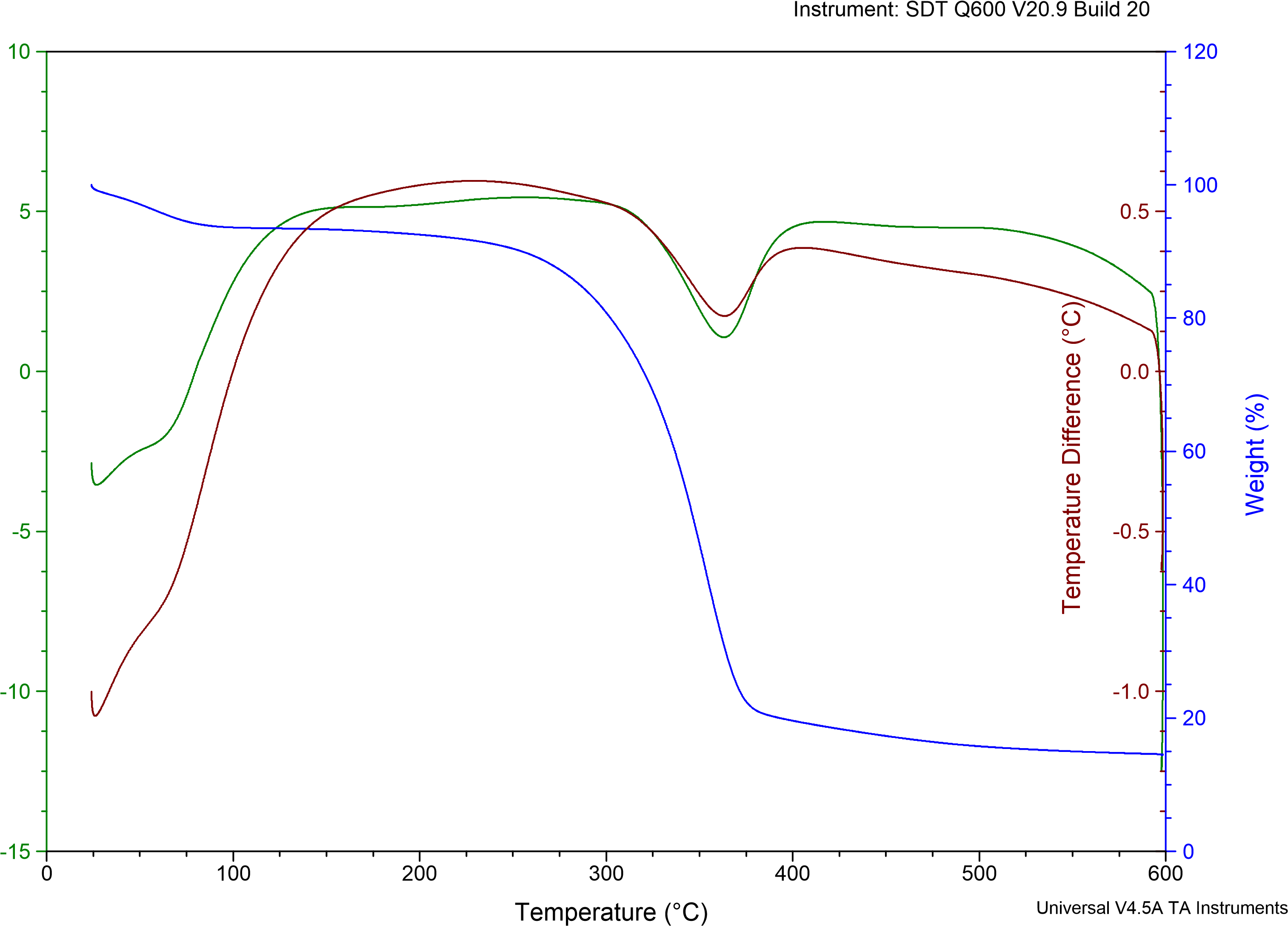
Se introdujeron al baño termostatado dos muestras con agua caliente a 43°C, una aislada con la probeta de fibra y otra no. Se tomó la temperatura cada 2 minutos para identificar la perdida de calor de las muestras y comparar el tiempo que tardaron en alcanzar el equilibrio térmico con el baño termostatado que se hallaba a temperatura ambiente de 23°C.

**Resultados**

**Análisis TG y DSC**

En el análisis termo gravimétrico se registra la pérdida de peso de una muestra en la medida en que se incrementa la temperatura, hasta temperaturas de 1.200 ºC, bajo condiciones controladas de Velocidad de calentamiento y diferentes atmósferas de reacción; obteniéndose por esta vía las curvas denominadas TG o termogramas.

Las diferentes biomasas vegetales se caracterizan por su diversidad en cuanto a contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina y componentes extractables como terpenos, taninos, ácidos grasos, aceites y resinas; humedad y materia mineral. El contenido de estos componentes juega un papel fundamental en la distribución y composición de los productos de los procesos de termo-conversión de la biomasa, que se alcanzan a determinadas condiciones de temperatura, régimen de calentamiento, atmósfera de reacción, entre otras condiciones en que se desarrollan los complejos procesos heterogéneos de reacción.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sample: PP T60  Size: 5.2600 mg  Method: Piña | DSC­TGA | File: C:...\Piña\_2.001  Operator: Karen Cacua, Pedro Nel  Run Date: 10­Sep­2015 13:49 |

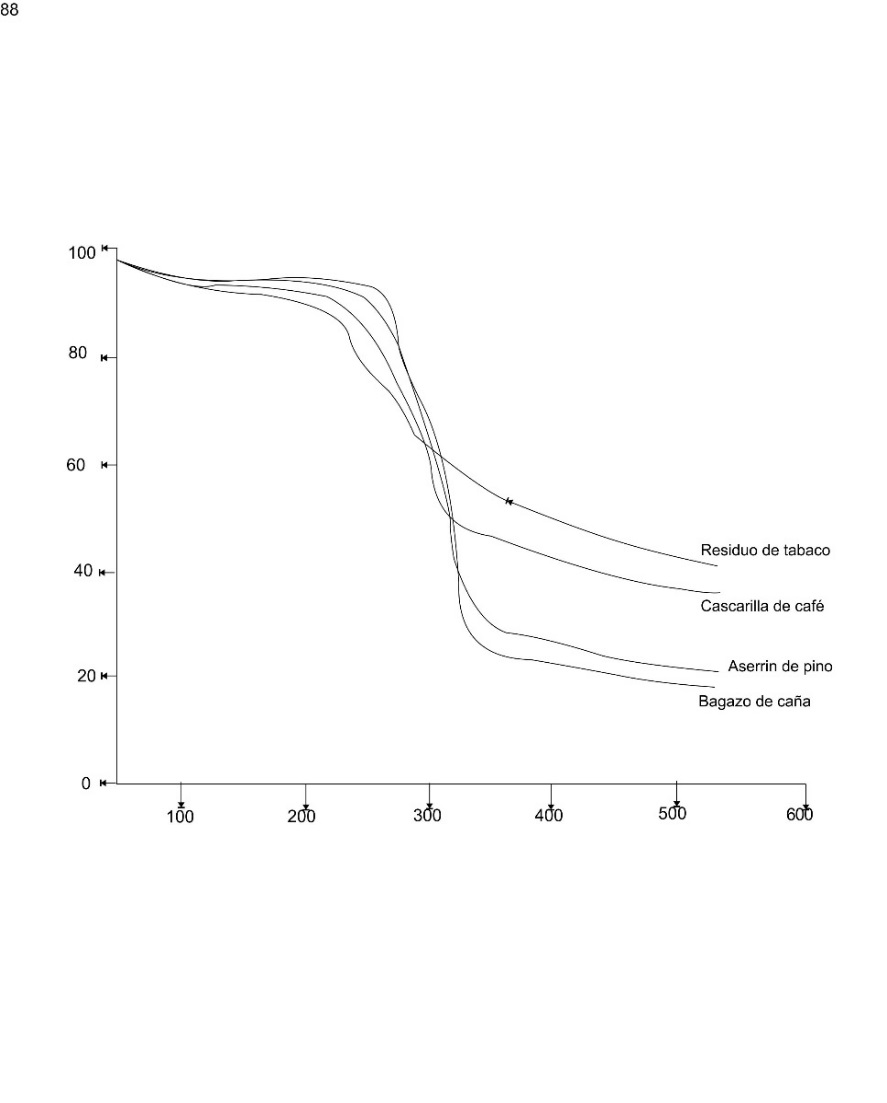
*Ilustración 1 Termograma resultante*

Heat Flow (mW)

La gráfica anterior es el termograma obtenido del análisis aplicado a la fibra de piña, esencial para identificar las etapas en las cuales la fibra se degrada, el cual constituye una vía para la caracterización térmica de los diferentes tipos de biomasa disponibles.

El termograma presenta 3 variables, flujo de calor, peso y temperatura.

Los picos de la gráfica representan los cambios de pérdida de peso según el aumento de temperatura, el primer cambio se da entre los 100°C y los 250°C de temperatura, según los autores, en esta etapa se pierden los componentes extractables de la fibra. El siguiente pico, y el más representativo son entre los 250°C y los 380°C, en donde tiene lugar la descomposición de la celulosa y la hemicelulosa. Por último, hay una tercera etapa de pérdida de peso que va de los 400°C a los 600°C, en la cual se descompone la lignina.



*Ilustración 2 comparación de termogramas de diferentes fibras*

(Manals Cutiño & Penedo Medina, 2011, pág. 43)

En comparación con otros termogramas de diferentes biomasas, se puede notar que tienen curvas similares. En este caso la que más se parece a la de la fibra de piña es la del bagazo de caña, el cual tiene muchas aplicaciones en la industria, y una de ellas, según la literatura, es ser un aislante térmico.

De este análisis también se pudo obtener el calor específico de la fibra de piña, el cual es la cantidad de temperatura que se debe aplicar a un gramo de fibra para subirle un grado de temperatura. Se obtuvo por medio de la tabla de variación de masa del análisis termo gravimétrico, que muestra punto a punto los datos de flujo de calor, tiempo, temperatura y masa. Se hizo un cálculo punto a punto de las variaciones de la masa entre los 80°C y los 250°C con la siguiente fórmula:

https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRZUIO0Gc_2HVjlHHSMd48Nr6q4yBmb2c5EVYi6Hr618Temnh_C

Como resultado, el calor especifico de la fibra de piña es 2.898 J/kg·K

**Experimento vida térmica**

Durante la realización de las probetas de fibra del experimento, se pudo constatar que la fibra se deja compactar por medio de presión y calor, junto con la lignina que es un polímero natural.

Se realizaron placas en una máquina de moldeo por compresión con fibra peinada y sin peinar a una temperatura de 150°C, y una presión de 16 Ton. Durante un tiempo de 6 minutos y se obtuvieron las láminas siguientes:



Ilustración 3. Lamina de fibra enredada

Ilustración 2. Lamina de fibra peinada

Después de realizar el experimento varias veces, se promediaron los resultados y se graficaron

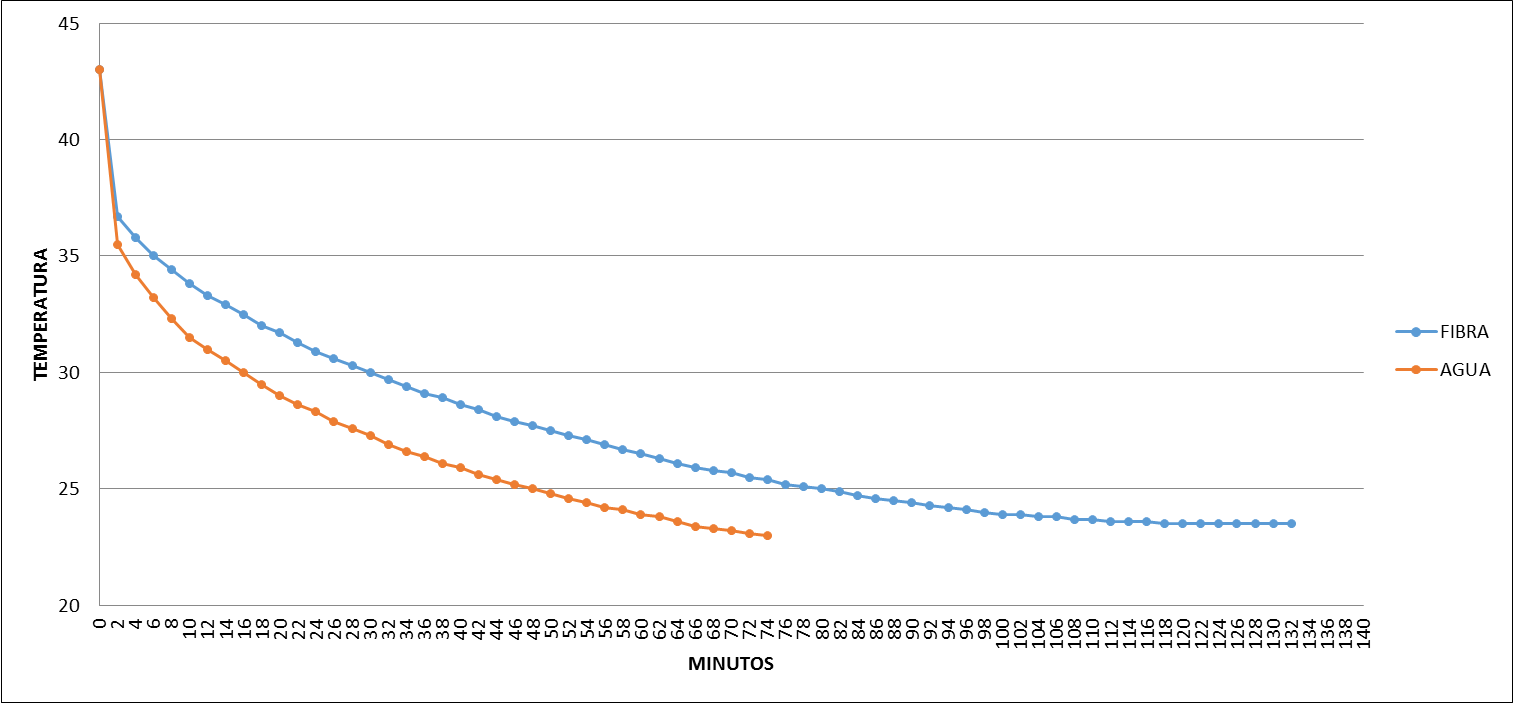


Ilustración 4. Comparación experimento de vida térmica.

La curva de la muestra aislada con fibra de piña, tardó en llegar al equilibrio térmico con el sistema 132 minutos, mientras que la muestra que no estaba protegida tardo 74 min, la mitad del tiempo aproximadamente.

Del análisis de las curvas promediadas de la vida térmica, se observa que al aislar la muestra con la fibra se prolonga el calor de recipientes con productos

**BÚSQUEDA DE MÉTODOS PARA DESARROLLO DE PRODUCTO CON FIBRA DE PIÑA**

Gracias al proceso de experimentación de vida térmica para realizar las probetas, en donde se constató que por medio de la aplicación del procedimiento de calor y presión a la fibra de piña en una máquina de moldeo a compresión se puede lograr láminas de la fibra compactada sin necesidad de un aglutinante, se siguieron realizando pruebas pero con un fin diferente, el de descubrir si estas láminas de fibra pueden utilizarse como material para el desarrollo de un empaque.

Durante este proceso se realizaron diferentes láminas de fibra con la variación de peso, tiempo de exposición en la máquina, presión, temperatura y disposición de la fibra. Esto con la intensión de saber las características que debe tener una lámina que permita la manipulación a la que será sometida en un futuro durante la producción del empaque.

*Ilustración 6: Maquina de moldeo a compresión*

*Ilustración 7: Lamina de fibra después del proceso*

*Ilustración 5: muestra de fibra sin peinar*

Para obtener la lámina anterior, las condiciones del proceso fueron:

-Peso: 7 gr. -Temperatura: 150°C -Presión: 600 Psi -Tiempo: 6 min - Fibra: sin peinar

Como se mencionó anteriormente, también se realizó el proceso con la fibra peinada, en este caso se encontraban varias capas de fibras superpuestas con las mismas condiciones que en proceso anterior a diferencia del gramaje que es de 17 gr.

*Ilustración 10: lamina de fibra peinada*

*Ilustración 8: muestra de fibra peinada*

*Ilustración 9: Maquina de moldeo por compresión*

**CONCLUSIONES PARCIALES DE LA INVESTIGACIÓN**

De las pruebas anteriores, y de las múltiples experimentaciones realizadas para encontrar la forma adecuada de realizar las láminas podemos concluir que con la fibra sin peinar es la mejor opción de hacerlas, junto con las condiciones de presión de 16 Tn., un tiempo de 6 a 8 minutos y una temperatura de 150 grados para que la lámina no pierda elasticidad ni se queme la lignina que es la que proporciona la adhesión de las fibras.

Con dichos resultados acerca de las láminas de fibra y los de las pruebas térmicas, se abren infinidad de posibilidades para el desarrollo de empaques a base de fibra de piña biodegradables con característica de aislamiento térmico. Gracias a este avance de investigación se continuara indagando en la mejor forma de realizarlos, el sector industrial al que ira dirigido el empaque, en eficiencia en la producción y otros factores que indicaran que tan viable es el producto.

**Bibliografía**

1. Guerra de Mesa, M. (2006). Ciencia y tecnología al servicio del cambio cultural y el desarrollo socioeconómico. *75 maneras de generar conocimiento en Colombia*, 7.
2. Acosta, E. (2008). Impacto ecológico del monocultivo piñero. *Revista Ambientico*, 9.
3. Aguirre, D., & Arboleda, E. (2008). Impacto ambiental del cultivo de piña (caso Siquirres) . *Ambientico*, 3.
4. Alfredo R. Sena Netoa, M. A. (2013). Characterization and comparative evaluation of thermal, structural, chemical, mechanical and morphological properties of six pineapple leaf fiber varieties for use in composites. *Industrial Crops and Products*.
5. Araya Sanchez, R. (1998). *Utilización del rastrojo de piña (Ananas comusus) para la.* San Jose: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica,.
6. Linseis, t. a. (2012). *Linseis, thermal analysis*. Recuperado el 10 de septiembre de 2015, de http://www.linseis.com/es/nuestros-productos/calorimetria-diferencial-de-barrido/
7. Manals Cutiño , E., & Penedo Medina, M. (2011). ANÁLISIS TERMOGRAVIMETRICO Y TÉRMICO DIFERENCIAL DE DIFERENTES BIOMASAS VEGETALES. *Tecnologia Quimica*, 36-43.
8. Muñoz Muñoz, D., & Cabrera Cifuentes, G. (2007). *EL FIQUE COMO AISLANTE TÉRMICO.* Universidad de valle, Valle del Cauca, Cali.
9. Quesada-Solís, K., Alvarado-Aguilar, P., Sibaja-Ballestero, R., & Vega-Baudrit, J. (Junio de 2005). UTILIZACIÓN DE LAS FIBRAS DEL RASTROJO DE PIÑA (Ananas). *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 158.
10. Quijandría, G., Berrocal, J., & Pratt, L. (1997). *La Industria de la Piña en Costa Rica, Análisis de Sostenibilidad .*
11. Redaccion economia y negocios. (21 de Noviembre de 2014). La miel de la piña atrae a empresarios veteranos. *El Tiempo*, pág. 1.
12. Sena Neto, A., Araujo, M., Souza, F., Mattoso, L., & Marconcinib, J. (2013). Characterization and comparative evaluation of thermal, structural, chemical, mechanical and morphological properties of six pineapple leaf fiber varieties for use in composites. *Industrial Crops and Products*.

1. Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico Metropolitano [↑](#footnote-ref-1)
2. Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico Metropolitano [↑](#footnote-ref-2)
3. Estudiante de Ingeniería en Diseño Industrial del Instituto Tecnológico Metropolitano [↑](#footnote-ref-3)
4. El Rastrojo es el nombre que se le da a las hojas de la planta de la piña después de que se hace el proceso de corte de la planta para sembrar un nuevo cultivo. [↑](#footnote-ref-4)
5. Las fibras lignocelulósicas multicelulares son el material dentro de las hojas de la planta de piña que está constituido por los tejidos vegetales cuyas células presentan una pared celular constituida por un entramado de microfibrillas de celulosa formando capas recubiertas sobre las que se deposita la lignina. [↑](#footnote-ref-5)
6. La Celulosa es el componente principal de las paredes celulares de los vegetales y el polímero mayoritario del planeta, tiene una estructura fibrosa, es blanca, muy estable y muy resistente a ataques químicos y a la tracción mecánica [↑](#footnote-ref-6)
7. Un**polisacárido**es un[**polímero**](http://definicion.de/polimeros/)que está compuesto por una**extensa sucesión de monosacáridos**  
    [↑](#footnote-ref-7)
8. La lignina es un polímero presente en las paredes celulares de las biomasas. [↑](#footnote-ref-8)