

DISEÑO DE UN SISTEMA DIFUSOR DE AROMAS A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE PAPEL

MELISSA QUINTERO ARANGO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2023**

DISEÑO DE UN SISTEMA DIFUSOR DE AROMAS A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE PAPEL

MELISSA QUINTERO ARANGO

Trabajo de grado para optar al título de Diseñadora Industrial

Asesor

ANDRES HERNANDO VALENCIA ESCOBAR

PhD, MSc, Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
FACULTAD DE DISEÑO INDUSTRIAL
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2023**

DISEÑO DE UN SISTEMA DIFUSOR DE AROMAS A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE PAPEL

Melissa Quintero Arango

Facultad de Diseño Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Sede Medellín, Circular 1 N° 70-01, Medellín, Colombia

Resumen

El uso del papel como materia prima para la fabricación de objetos decorativos es una tendencia que desde el origen de este material se ha mantenido presente en la cultura humana. Dentro de este campo de acción, el diseño de flores en papel con alto nivel de realismo, se presenta como un foco de desarrollo de producto que está ganando un espacio importante. El proceso de producción de este objeto particular genera una gran cantidad de material de desecho dado el nivel de complejidad morfológica de las flores y el carácter artesanal de la manufactura. Con el fin de optimizar la cadena de valor de las flores de papel, se planteó un proyecto que buscó complementar la oferta de este tipo de productos, desarrollando un objeto que medie una experiencia sensorial ligada al olfato. Utilizando técnicas tradicionales de reciclado de papel se logró configurar una materia prima cuyas propiedades físicas, químicas y morfológicas le permiten una absorción eficiente de líquidos conservando su estabilidad estructural y una adecuada difusión de aromas a partir de procesos de convección libre. Para esto se desarrolló un proceso de experimentación productiva y morfológica que permitió reconocer la composición más adecuada de las materias primas, los tiempos de procesamiento más eficientes y la morfología más estable en función del área superficial expuesta.

Palabras clave: Reciclaje de papel; Morfología experimental; Reutilización, Capilaridad, Difusión de olores.

1. Introducción

En la actualidad, es cada vez más importante el cuidado del medio ambiente ya que se reconoce que la calidad de vida de los seres vivos, se ve impactada de manera sustancial por el nivel de estabilidad que este tenga. Es por ello que los materiales y los procesos de manufactura que desde el diseño industrial se proponen para la materialización de los objetos deben contar con el mayor nivel de sustentabilidad posible para disminuir el impacto negativo que tienen sobre el entorno.

Dentro del contexto general de la producción de la cultura material, la manufactura de objetos decorativos a partir de papel se presenta como uno de los campos en los cuales se genera un nivel alto de desperdicio. No obstante, es un entorno en el cual este desperdicio tiene una mayor capacidad de aprovechamiento por la naturaleza química de las materias primas. Si, además, se hace énfasis en productos donde el procesamiento se hace casi en un 100% de manera manual, como por ejemplo en las flores artificiales, el nivel de desperdicio aumenta de manera considerable. Se ha evidenciado también que en este tipo de entornos productivos artesanales, no se implementan ciclos de reutilización dentro de los ciclos de producción. Dado esto, la cadena de valor de estos productos afecta negativamente la huella de carbono y genera un problema para el medio ambiente (canciano, Reinoso Valladares, & Fernández , 2021).

El diseño industrial visto como un actor social que debe propender por la sostenibilidad del planeta a través de su labor como generador y gestor de soluciones materiales y estratégicas, tiene una

oportunidad importante en pensar no solo en cómo el producto decorativo adquiere el mayor valor agregado posible, sino también, cómo el material de desecho generado en la cadena de valor, puede ser reutilizado con el fin de desarrollar productos complementarios, también de alto valor agregado, en la industria de la decoración.

El papel, entendido como materia prima para la fabricación de sistemas objetuales, históricamente se ha utilizado en múltiples aplicaciones desde hace cientos de años y, en la actualidad, continúa siendo uno de los materiales más importantes para el diseño y producción de objetos decorativos. Es un material que tiene siglos de historia desde su creación en China en el año 105 y es un elemento que ha sido altamente utilizado para mediar los procesos de comunicación, divulgación y conservación del conocimiento y la información (Asenjo Martínez & Hidalgo Brinquis, 2010). Así mismo, el papel tiene usos diversos que no se relacionan con el ámbito académico. Es usado en la industria automotriz en la fabricación de filtros de aire y gasolina, en la industria sanitaria y en el sector del empaque y el embalaje de productos, por mencionar solo algunos (Servicolor, 2016). Además, es altamente usado en la industria de la decoración, para la producción de objetos contemplativos como flores y follaje y de objetos funcionales como mobiliario y sistemas de iluminación, entre otros.

Por otro lado, el papel está configurado principalmente a partir de fibras de celulosa, la cual es extraída de fibras vegetales provenientes principalmente de la madera y de otras fuentes no maderables como la caña de azúcar. Estas fibras, son luego tratadas y blanqueadas para formar láminas delgadas que son finalmente secadas a temperatura ambiente o por medio de calor. Las fibras que componen el papel se unen para formar una hoja resistente y flexible, esta unión se puede dar por medio de puentes de hidrógeno y/o con el uso de agentes aglutinantes como resinas, gelatina u otros productos fijantes que son aplicados en la masa húmeda o en la superficie durante el proceso de producción (Máxima Uriarte, 2019). Por su naturaleza orgánica y origen natural, el papel puede ser reciclado usando los mismos principios utilizados para el procesamiento de madera para generar el papel, y este puede ser reutilizado con facilidad permitiendo que el ciclo de reutilización se pueda repetir entre 5 y 7 veces (Misman, Wan Alwi, & Abdul Manan, 2008).

Uno de los campos de aplicación de materias primas celulósicas es la industria de los aromas. El uso de papeles como testadores de olor para perfumería o de elementos naturales de origen vegetal como difusores de olores se presenta como un campo creciente con alto potencial de innovación. Dentro de este campo, la aromaterapia, se reconoce como un tratamiento no convencional que hace parte de la medicina alternativa, la cual utiliza la exposición del sujeto a tratar con fragancias específicas. Esta es usada generalmente para el tratamiento de dolores y afecciones diversas relacionadas con la mente, la piel y la respiración, entre otras. En otros casos, se ha visto que ayuda a reducir el estrés, la ansiedad y las náuseas en pacientes que padecen cáncer durante sus tratamientos (Cáncer, 2022). Específicamente, este tipo de tratamiento estimula la sensorialidad olfativa por medio del uso de aromas en forma de partículas en el aire que son captados por el sentido del olfato. Estas partículas son procesadas e interpretadas en el cerebro por medio de una sensación, la cual puede resultar agradable o desagradable (Colorado Peralta & Rivera, 2022). Luego de este proceso químico-físico, son las experiencias personales las que hacen que estas percepciones sean únicas y lleguen a ser terapéuticas.

Para que el aroma se esparza de manera adecuada en el ambiente es necesario el uso de un mecanismo difusor de aromas. Este sistema debe tener unas características específicas para que tenga un funcionamiento óptimo. Deberá estar fabricado con un material que tenga alta capilaridad, ya que esta propiedad permite el movimiento de los líquidos, particularmente el agua, a través de la

estructura interna, aprovechando la tensión superficial y las interacciones intermoleculares entre las sustancias, impregnando así toda la estructura (Valdivieso, 2022). También, se debe tener en cuenta que el área superficial que esté en contacto con el entorno exterior al sistema sea la máxima posible, ya que, entre mayor sea esta, mayor es el contacto de las partículas de la esencia aromática con el aire, permitiendo así mayor evaporación en el ambiente (Pérez, 2005).

Si se une el hecho de que en la industria de las flores de papel se genera una gran cantidad de desperdicio de materia prima celulósica con las propiedades de este material relacionadas con su potencial para mediar las interacciones físicas y químicas necesarias para la difusión de olores y la pertinencia del olor con la idea de flor, se reconoce una oportunidad de investigación y desarrollo de productos que aumenten el ciclo de vida de las materias primas y potencien el valor agregador del producto.

Desde su origen ancestral se pueden reconocer referencias del uso del papel en el diseño de productos, no obstante, desde hace 5 años algunos de los aportes más significativos en la industria de la decoración han sido estos. Paper clay air-humidifier por Maxime Louis-Courcier (Figura 1), que consiste en un humidificador de ambientes hecho con papel y barro aprovechando las características de capilaridad del material (-Courcier, 2022). Paper Clay por An Mor (Figura 2), quien desarrollo mobiliario estructural y modular adaptable usando basura industrial de papel y colores minerales, creando un material estético, y duradero, además de sostenible para (Li, 2022). Flores de papel de la Fleuristerie por Manuela Maya (Figura 3), Flores de papel crepe realistas que son pintadas y elaboradas artesanalmente que dan un toque natural y estético a los ambientes (Maya, 2023). Lámparas de papel PLIÉ por María José Acosta (Figura 4), Desarrolló lamparas de papel plegado que buscan resaltar y mejorar las experiencias dentro de los espacios, creando ambientes acogedores con materiales sostenibles (Acosta, 2023).



Figura 1: Paper clay Air-humidifier.
Tomado de
<https://maximelouis.com/paper-clay-air-humidifier>

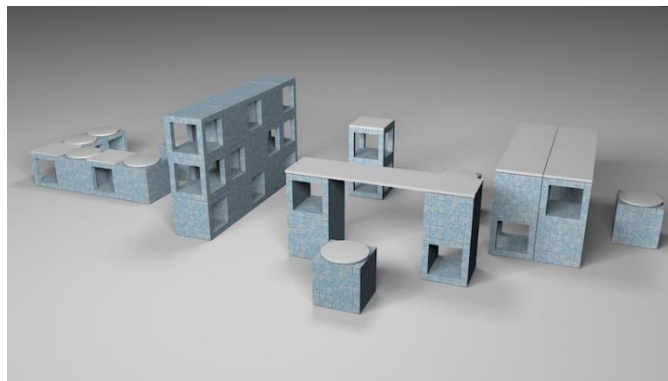


Figura 2: Paper clay. Tomado de
https://www.designboom.com/design/design-an-mor-recycles-waste-paper-marble-surfaced-modular-furniture-09-02-2022/?utm_source=designboom+daily&utm_medium=email&utm_campaign=design+an+mor+recycles+industrial+waste+paper+into+marble-surfaced+modular+furniture



Figura 3: Flores de papel de la Fleuristerie. Tomado de: <https://www.instagram.com/lafleuristeriedesign/>



Figura 5: Lámparas de papel. Tomado de: <https://plielights.com/products/lampara-de-mesa-lyra>

Con lo anterior en mente, se plantea un proyecto que espera establecer las condiciones de procesamiento ideales para transformar la materia prima de papel sobrante de la industria de flores de papel en un material estable tanto física como químicamente y, a partir de este material, diseñar un objeto tipo difusor de aromas que complemente la oferta de valor de esta industria, permitiendo dar una experiencia sensorial de tipo olfativo al usuario, por medio de una conformación morfológica y estructural diseñada para este fin.

El proyecto tiene como objetivo general determinar la combinación de proporciones de materia prima, condiciones de procesamiento y configuración morfológica, que permitan diseñar un mecanismo a partir de la reutilización de papel crepe que optimice la difusión de olores de manera eficiente para ser usado en aromaterapia. Para dar cumplimiento a este objetivo se plantean como objetivos específicos definir las condiciones de operación que estabilizan el proceso de manufactura del material, identificar la proporción de componentes que se adecuó a las condiciones de proceso planteadas, reconocer una morfología que maximice el área superficial manteniendo la estabilidad estructural, configurar un mecanismo funcional a la partir de la morfología seleccionada y la materialidad obtenida y validar el desempeño funcional del mecanismo configurado.

2. Metodología

En el tratamiento y proceso de reciclado de papel crepe, se desarrolló una metodología experimental la cual consistió en establecer algunas condiciones de proceso iniciales teniendo en cuenta un proceso de reciclado convencional, y estas se modificaron selectivamente como la temperatura, cantidad de agua y secado, para determinar cómo estos cambios afectaban al material generado. Esto permitió identificar cuáles eran las condiciones más favorables para luego ser moldeado y que tuviera las propiedades estructurales como el ser autoportante y funcionales como alta capilaridad para desarrollar un sistema de difusión de aromas. En la figura 5, se observa un diagrama de flujo que presenta una visión general de todos los componentes del trabajo realizado para desarrollar este proyecto.

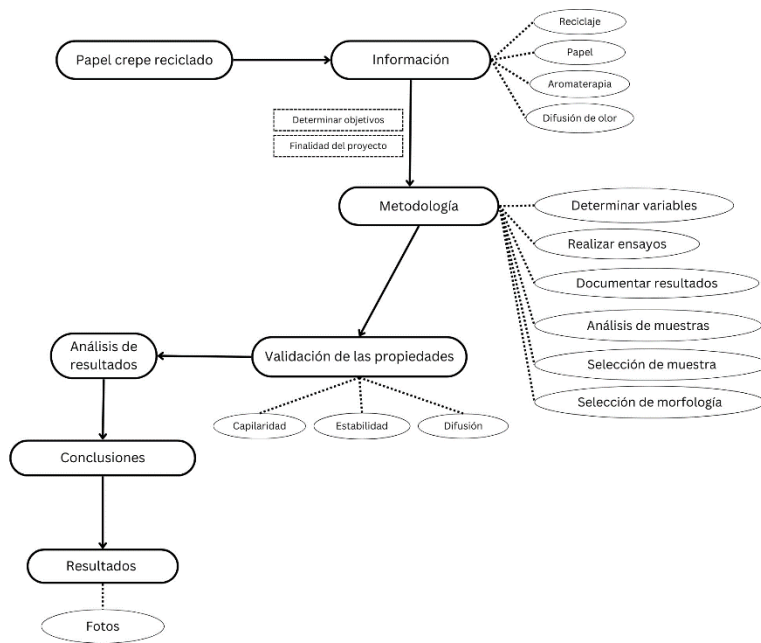


Figura 5: Visión general del proyecto

2.1 Materiales y Métodos

2.1.1 Variables de proceso

Para el desarrollo se establecieron dos tipos de condiciones las cuales se denominaron variables primarias y secundarias, donde solo se modificaron durante el proceso las primarias como la temperatura inicial del agua, la concentración de papel-agua y si el secado se realiza a temperatura ambiente o a altas temperaturas, con el fin de generar distintas probetas de material para luego realizar una comparación con base en características como, facilidad de realización del proceso de producción, estabilidad estructural, capacidad de difusión y apariencia entre otras. Luego se esperaba establecer cuál de estos materiales desarrollados era el más viable para cumplir con el objetivo establecido. En la tabla 1, se muestra cuales son las variables primarias y secundarias, la tabla 2, muestra la distribución que se estableció de las variables en los tres niveles establecidos, y en la Tabla 3, se muestra los valores otorgados a las variables en cada uno de los niveles determinados.

Tabla 1: Variables primarias y Secundarias.

Variables primarias	Variables Secundarias
Temperatura del agua: V_1	Tamaño del papel inicial: V_4
Proporción Agua/papel: V_2	Tiempo de remojo: V_5
Modo de secado: V_3	Fuerza de prensado: V_6

Tabla 2: Distribución de cómo las variables primarias se asociaron en distintos niveles en los que se usaron en el desarrollo del proyecto.

Variable \ Nivel	N_1	N_2	N_3
V_1	$V_1 N_1$	$V_1 N_2$	$V_1 N_3$
V_2	$V_2 N_1$	$V_2 N_2$	$V_2 N_3$
V_3	$V_3 N_1$	$V_3 N_2$	$V_3 N_3$

Tabla 3: Variables usadas y los diversos niveles en los que se usaron.

Variable/Nivel	N ₁	N ₂	N ₃	N _{const.}
V ₁ Temperatura del agua (T)	Ambiente (25°C)	Tibia (40°C)	Caliente (90°C)	-
V ₂ Proporción papel/agua (C)	50/50	35/65	15/85	-
V ₃ Temperatura de secado (S, °C)	25	100°	130°	-
V ₄ Tamaño inicial de papel (P)	-	-	-	Pequeño
V ₅ Tiempo de remojo (R)	-	-	-	1 hora
V ₆ Fuerza de prensado (F)	-	-	-	Constante

2.1.2 Ensayos realizados

En la planificación de los ensayos se determinó que estos se realizarían modificando una variable cada vez, de tal manera que se probaron las distintas combinaciones posibles y se determinó como esto afectaría de manera general el material obtenido. De esta manera, también fue posible identificar cuáles eran las variables que ayudaban en el proceso durante la producción y cuales mejorarían las características del material obtenido al final de cada ensayo. Por ello, se elaboró un listado de ensayos como se muestra en la tabla 4 para abordar el material en diferentes condiciones de producción.

Tabla 4: Ensayos realizados y las variables usadas en cada uno de ellos.

Variables	T ₁	T ₂	T ₃	
S ₁	C ₁	T ₁ C ₁ S ₁	T ₂ C ₁ S ₁	T ₃ C ₁ S ₁
	C ₂	T ₁ C ₂ S ₁	T ₂ C ₂ S ₁	T ₃ C ₂ S ₁
	C ₃	T ₁ C ₃ S ₁	T ₂ C ₃ S ₁	T ₃ C ₃ S ₁
S ₂	C ₁	T ₁ C ₁ S ₂	T ₂ C ₁ S ₂	T ₃ C ₁ S ₂
	C ₂	T ₁ C ₂ S ₂	T ₂ C ₂ S ₂	T ₃ C ₂ S ₂
	C ₃	T ₁ C ₃ S ₂	T ₂ C ₃ S ₂	T ₃ C ₃ S ₂
S ₃	C ₁	T ₁ C ₁ S ₃	T ₂ C ₁ S ₃	T ₃ C ₁ S ₃
	C ₂	T ₁ C ₂ S ₃	T ₂ C ₂ S ₃	T ₃ C ₂ S ₃
	C ₃	T ₁ C ₃ S ₃	T ₂ C ₃ S ₃	T ₃ C ₃ S ₃

2.2 Procedimiento experimental

2.2.1 Generación de las distintas muestras

Para la generación de las muestras se preparó el espacio de trabajo, el papel reciclado y todos los implementos y necesarios a usar. Lo primero que se realiza es el pesado de la muestra (45g) como se muestra en la figura 6. Luego, se calentó el agua hasta la temperatura establecida según el ensayo realizado como se ilustra en la figura 7. Se prepara un recipiente en el cual se agrega la muestra pesada y se agrega la cantidad requerida como se muestra en la figura 8 y 9.



Figura 6: Pesado inicial de la muestra (45g)



Figura 7: Verificación de la temperatura adecuada del agua (25°,40° o 90°)



Figura 8: Muestra en el recipiente



Figura 9: Se agrega el agua a la muestra

La mezcla se homogeniza y cubre con una tapa y se deja reposar por una hora a temperatura ambiente (figura 10). Pasado este tiempo, este material se lleva a la licuadora y se procesa a una velocidad entre 15.000RPM a 18.000RPM por 5 minutos. Cuando el material se ve homogéneo se traslada directamente a un colador plano metálico, y se exprime de manera lenta y homogénea hasta sacar alrededor del 80% del agua en su interior y dejando el material en una configuración plana y de alrededor de 10mm de espesor, como se muestra en las figuras 11 y 12. Luego, este se ubica con cuidado dentro del molde retirando los excesos de material en los extremos (Figura 13).



Figura 10: La muestra se deja reposar una hora



Figura 11: Filtrado del agua de la muestra



Figura 12: Muestra filtrada



Figura 13: Ubicación de la muestra en el molde

Finalmente, se cierra el molde con la tapa y con presión se acomodan los tornillos de los extremos y se cierran fuertemente usando una llave (Figura 14). El molde cerrado se deja por una hora en un lugar seco y a temperatura ambiente, para luego ser desmoldado (Figura 15), y luego es puesto en una rejilla (Figura 16) en la cual las muestras se secan a temperatura ambiente por ocho días o en el horno a precalentado a la temperatura requerida (100°C o 130°C) por 3 horas o hasta que la muestra este totalmente seca (Figura 17).

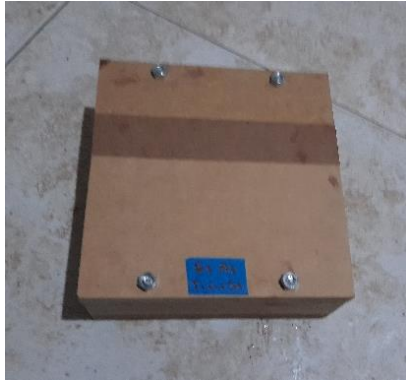


Figura 14: Molde cerrado a presión



Figura 15: Desmoldado de la muestra

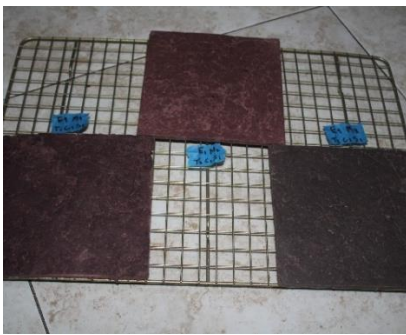


Figura 16: La muestra se ubica en una rejilla



Figura 17: Secado con calor de la muestra

2.2.2 Selección de la muestra más adecuada

Las muestras se posicionan una al lado de la otra, y se someten a una evaluación visual relativa con el fin de realizar comparaciones respecto a la textura superficial, el color y la consistencia general de las muestras (Figura 18). Así mismo, se analizan individualmente para determinar su resistencia aparente por medio de aplicación de fuerza con las manos para determinar si esta se rompía o deformaba. También se analizó el color y si este se ve afectado durante la producción y finalmente la apariencia, donde se observan las posibles deformaciones, el tipo de textura y si hay presencia de grietas. Teniendo en cuenta lo anterior se eligen las que se considere poseen las mejores características físicas. A estas se les analiza el tipo de proceso de producción con el que se desarrollaron y se eligen las que tengan el proceso que inicialmente se determinó era generara un mejor material más homogéneo, poco quebradizo y fácil de manipular para ser moldeado.

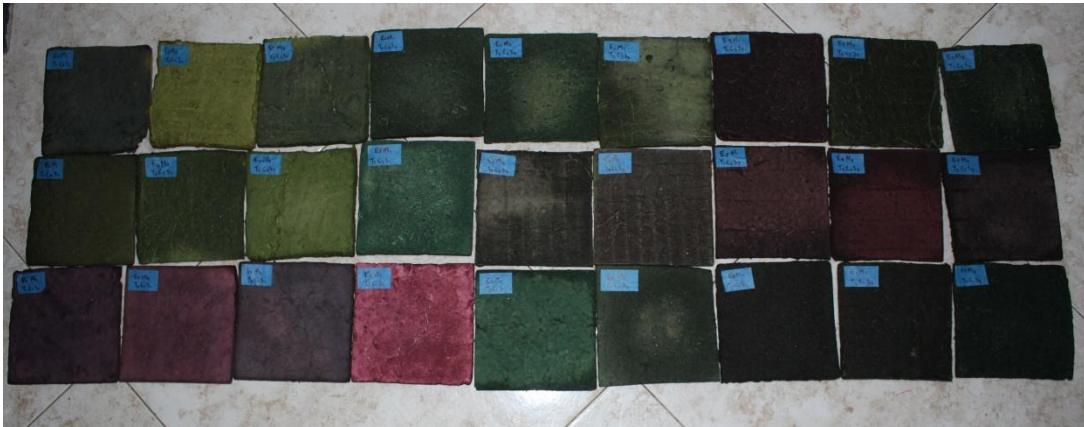


Figura 18: Imagen de todos los ensayos iniciales realizados

La muestra elegida fue la denominada $T_1C_2S_3$. Esta muestra como parámetros de procesamiento los siguientes:

- T_1 : Temperatura del agua 25°C
- C_2 : Concentración Papel/agua: 65/35
- S_3 : Temperatura de Secado 130°C

2.3 Selección de la morfología

2.3.1 Desarrollo de las morfologías viables

Para encontrar una morfología viable para el proceso de producción, se necesitaba que estuviera compuesta por formas sencillas, que se puedan reproducir con técnicas manuales usando moldes y que aumentaran el área superficial final de la muestra. Por esto se optó por hacer moldes para generar morfologías que se acercarán a cilindros y a bloques rectangulares (Figuras 19, 20 , 21 y 22), también en una muestra se extrajo material del centro de la muestra en forma circular (Figura 23). Para producir estas muestras se lleva a cabo el mismo procedimiento que para las muestras planas, lo que cambia es que al interior del molde se inserta la morfología que se quiere generar en el material final.



Figura 19: Molde con morfología 1.



Figura 20: Muestra plana con la morfología 1.



Figura 21: Molde con morfología 2.



Figura 22: Muestra plana con la morfología 2.



Figura 23: Muestra plana con la morfología 3.

Para que las muestras tengan una capacidad autoportante, se busca que las mismas tengan una forma cilíndrica, que le permita mantenerse en pie y estable. Para el secado de las muestras cilíndricas, estas se acomodan sobre un cilindro de vidrio recubierto con aluminio y son llevadas al horno por tres horas (Figura 24). Finalmente, se realizan tres tipos de morfologías con las que se pudo determinar su estabilidad estructural y su viabilidad para ser producidas, como se ilustra en las figuras 25 y 26.



Figura 24: Muestras en el horno con morfología cilíndrica.



Figura 25: Muestras planas secas.



Figura 26: Muestras cilíndricas secas

2.3.2 Selección de la morfología a usar

Para seleccionar la morfología más eficiente se usa modelado digital de las distintas morfologías, y a cada una de ellas se les determina su área superficial, de esta manera se busca garantizar que la que se elija tenga más contacto de la superficie con el aire circundante. Luego, entre las morfologías desarrolladas (Figuras 27, 28, y 29) se llegó a la conclusión que la más adecuada, aquella que cumple con la mayor área superficial, es la mostrada en la figura 27.

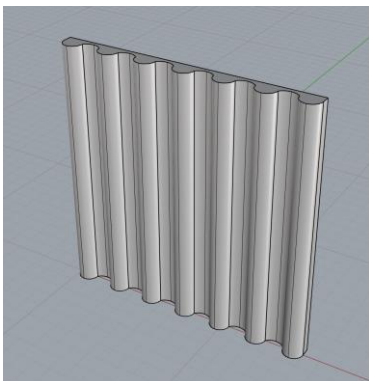


Figura 27: Modelo digital de la morfología 1.

Area Sup: 570,33 cm²

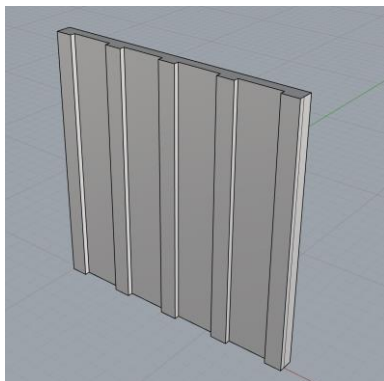


Figura 18: Modelo digital de la morfología 2.

Area Sup: 534,00 cm²

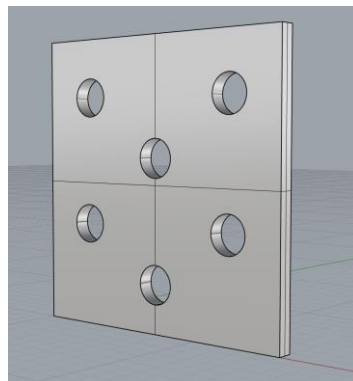


Figura 29: Modelo digital de la morfología 3.

Area Sup: 490,46 cm²

2.4 Validación de las propiedades físicas, morfológicas y sensoriales del material

2.4.1 Capilaridad

Para determinar la cantidad máxima de líquido que puede absorber el material y el tiempo en el que ocurre, se toman 3 muestras rectangulares (4.5cm x 14cm), se agrega a cada una de ellas una determinada cantidad de agua (10ml, 15ml y 30ml) como se ilustra en la Figura 30. Luego, se mide el tiempo que le toma a estos volúmenes de agua subir a través del material. De esta manera, se encuentra la cantidad de agua y la distancia recorrida a través de cada muestra y el tiempo que le toma a la misma en subir como se observa en las figuras 31, 32 y 33. Finalmente, se compara la cantidad de líquido respecto al tiempo de ascenso en el material como se muestra en la Figura 34.



Figura 30: Muestras de capilaridad y volumen aplicado.



Figura 31: Muestra de capilaridad 1 con volumen de 10ml.



Figura 32: Muestra de capilaridad 2 con volumen de 15ml.



Figura 33: Muestra de capilaridad 3 con volumen de 30ml.

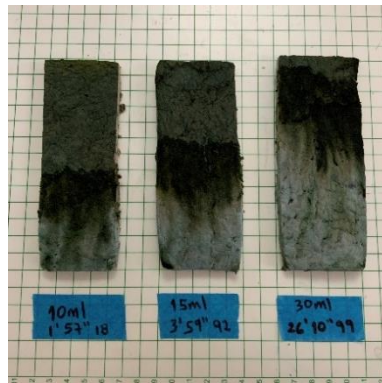


Figura 34: Muestra de los resultados de la capilaridad de las muestras

2.4.2 Estabilidad

Con el fin de probar la estabilidad morfológica del producto, se toman dos muestras que tengan la morfología final elegida, se marcan desde 2cm hasta 12cm y se introducen en dos recipientes de agua, uno con la mitad de la cantidad máxima determinada en la capilaridad (50ml) y uno con la cantidad máxima de agua determinada (100ml) como se muestra en la Figura 35. Se mide el tiempo de subida del agua, las distancias, sus tiempos, la cantidad de absorción y su distancia total (Figuras 36 a 40).

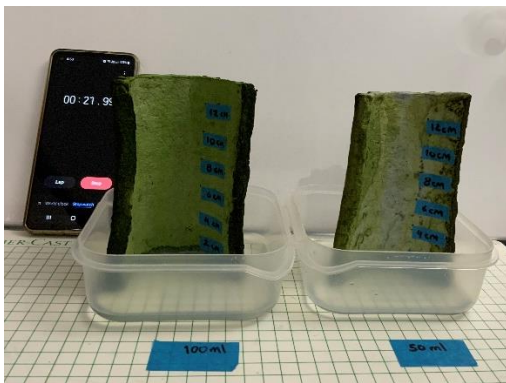


Figura 35: Tiempo para iniciar el ascenso del agua por las muestras.

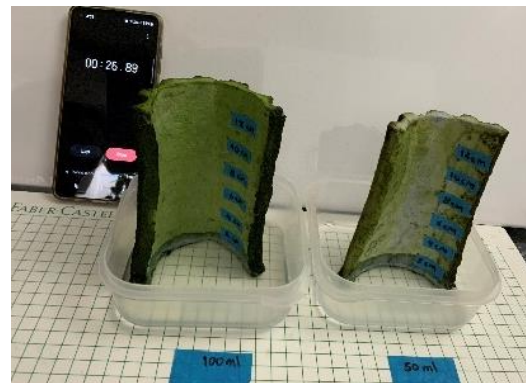


Figura 36: Tiempo para alcanzar la primera altura.

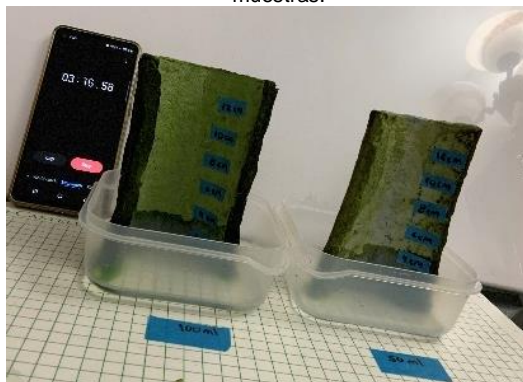


Figura 37: Tiempo para alcanzar la segunda altura.



Figura 38: Tiempo para alcanzar la tercera altura.

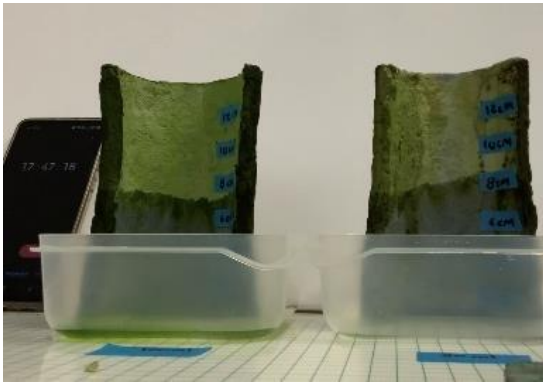


Figura 39: Tiempo para alcanzar la cuarta altura.

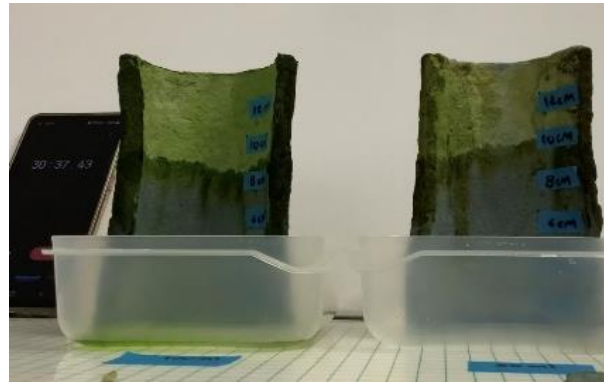


Figura 40: Tiempo para alcanzar la quinta altura.

Luego, se determina si la estructura permanece estable y no presenta cambios aparentes que hagan que el elemento pierda su capacidad autoportante por medio de la observación de ambos elementos (Figura 41). Y, finalmente, se deja secar a temperatura ambiente y en un lugar seco por 8 días para verificar si la muestra vuelve a su estado inicial, el cual debía presentar rigidez, capacidad autoportante y tener pocas variaciones en el color y textura con la que contaban inicialmente los elementos (Figuras 42 y 43).

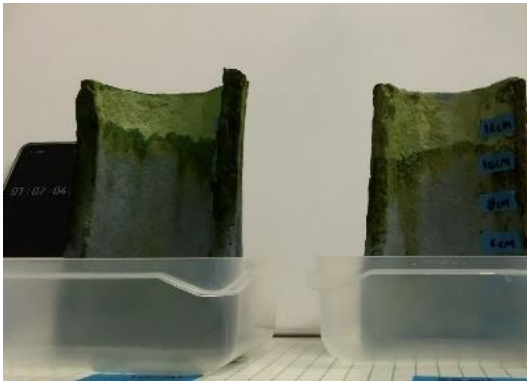


Figura 41: Tiempo para alcanzar la sexta altura

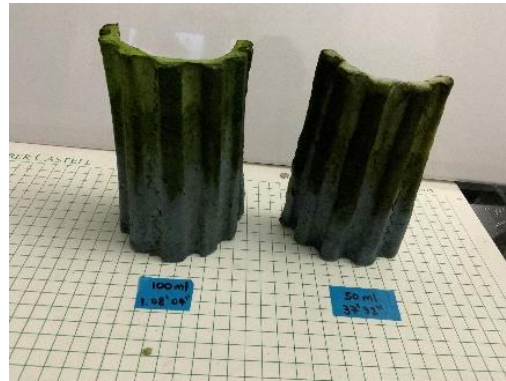


Figura 42 : Muestras tras terminar de absorber todo el líquido



Figura 43: Muestras ocho días después de terminar el ensayo.

2.4.3 Difusión de Olor

Se tomó una muestra con el material y morfología elegida durante las validaciones de la funcionalidad y con esta, se desarrolló una prueba sensorial con catorce voluntarios, donde 7 eran hombres y 7 mujeres. Para ello, a la muestra se le agrega en la parte posterior una mezcla de esencia cítrica /agua (1ml / 10ml), la cual se dejó en una habitación cerrada por 30 minutos para garantizar que el artefacto realizara la difusión del aroma. Pasado este tiempo, se le pide a cada participante que entre en la habitación en distintos tiempos y que permanezca en esta por un minuto. Al salir, a los participantes se les pidió llenar una encuesta (Figura 44).

Validación de Aromatizador para trabajo de grado

Fecha: |

Genero:

Prueba de percepción de olor

1. ¿Al entrar al lugar percibiste un olor en el ambiente?

Si		No	
----	--	----	--

2. ¿Percibiste el olor?

Mucho	
Algo	
Poco	
Nada	

3. Si percibiste el olor, era:

Canela	
Fresa	
Cítrico	
No sé	

4. ¿Al ver el objeto creerías que el olor viene de él?

Si		No	
----	--	----	--

Porque:

Figura 44: Encuesta de validación dada a los participantes de la prueba.

3. Resultados y discusión

3.1 Proceso

Durante el desarrollo del proceso de las muestras se observa que la concentración de tintes en la materia prima es bastante elevada y para disminuir la misma, se requería una alta cantidad de agua, por lo que se determina no lavar la materia prima y usar el color de las muestras como un factor estético en el producto final. Por otro lado, observando las muestras obtenidas (Figura 14), se determina que las muestras tratadas con agua a mayor temperatura (90°) tenían la tendencia a opacar el color final, y las muestras tratadas con agua a una temperatura menor (25°) tenían un color más vibrante.

Igualmente, las muestras que tenían una concentración de agua mayor se procesaban de una manera más homogénea generando muestras finales más compactas y resistentes, y las muestras con menor concentración de agua tenían una tendencia a ser quebradizas. Finalmente, la temperatura de secado más eficiente es la mayor (130°) generando muestras con mejor aspecto, ya que las que se secaron a temperatura ambiente se tomaron más de una semana para un secado completo y las muestras secadas a 100°C, tenían tendencia a quemarse y el secado no se daba de forma homogénea.

3.2 Capilaridad

La prueba para determinar la capilaridad de la muestra a usar comprobó que el material tenía la capacidad de absorber una alta cantidad de agua en su estructura y movilizarla a través de todo el sistema, donde para el tamaño de material probado el máximo de volumen fue de 30ml manteniendo la morfología de este sin modificaciones importantes. Por otro lado, el tiempo que le toma al líquido en avanzar por el material es bajo siendo el tiempo de subida del mayor volumen (30ml) 26'10"33. Luego, el único cambio aparente del sistema es el color de este, el cual se degrada en las zonas donde la concentración de agua es mayor.

Luego, las muestras usadas para la prueba eran aproximadamente una tercera parte del tamaño de la muestra original. Por otro lado, La cantidad máxima que una muestra de estas puede absorber es aproximadamente 30ml, por lo que se puede concluir que para el tamaño de la muestra real el volumen máximo que puede ser absorbido es de 100ml.

3.3 Estabilidad

Para evaluar la estabilidad del sistema generado, se evaluaron dos muestras en las mismas condiciones, variando solo la cantidad de líquido a usar en cada una de ellas la primera uso un volumen de 50ml, siendo este la mitad del volumen máximo que absorbe el material según se determinó en la prueba de capilaridad. En la segunda muestra se usó un volumen de 100ml, siendo este el volumen máximo que absorbe la muestra. A estas muestras se les tomó el tiempo de subida

del líquido y se observan para verificar si hay o no deformaciones en la morfología durante la prueba. Finalmente, las muestras se dejan secar a temperatura ambiente por 8 días (Figuras 31 a 37).

Tras el tiempo de secado de las muestras, se observa que la morfología de estas siguió siendo elementalmente la misma y no hubo deformaciones aparentes. Así mismo, las estructuras se secaron completamente. Por otro lado, la apariencia sí sufrió un cambio considerable, ya que el color de las muestras se observa muy degradado, especialmente en la base de las estructuras que estaba en contacto directo con el agua (Figura 39). Finalmente, se observa que el tiempo que le toma al líquido subir por el material es relativamente el mismo en ambas muestras independiente mente del volumen inicial del mismo.

3.4 Difusión

La funcionalidad del producto se determinó por medio de una prueba de percepción realizada con catorce participantes, para establecer si el producto era viable para ser usado como difusor de aromas. Los resultados obtenidos de esta validación se recopilaron en la tabla 5. Con base en estos resultados se puede reconocer que el 93% de los participantes detectó el olor al ingresar a la prueba, el 50% de los participantes percibió mucho el olor, el 43% percibió algo el olor, el 7% percibió poco el olor. El 79% identificó el tipo de olor que fue usado en el difusor, el 86% no supo cual era la fuente de donde provenía el olor. Finalmente, se destaca que los últimos seis participantes detectaron mucho el olor y el 85% de ellos identificó claramente cuál era el olor específico del difusor.

Tabla 5: Resultados obtenidos durante la Validación

Validación del Difusor						
<ul style="list-style-type: none"> • Hora inicial de la Validación 8:20 am – Se aplica la esencia. • La primera persona ingresa a las 8:50 am. • Cada participante permanece en el lugar de prueba 1 minuto. 						
Número	Hora	Genero	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
1	8:50 am	M	No	Poco	Cítrico	No
2	8:50 am	F	Si	Algo	Cítrico	No
3	9:00 am	F	Si	Algo	Fresa	No
4	9:00 am	M	Si	Algo	Cítrico	Si
5	9:00 am	M	Si	Mucho	No sé	No
6	9:05 am	F	Si	Algo	Cítrico	No
7	9:05 am	M	Si	Algo	Cítrico	No
8	9:10 am	M	Si	Algo	Cítrico	Si
9	9:15 am	F	Si	Mucho	Cítrico	No
10	9:20 am	F	Si	Mucho	No sé	No
11	9:30 am	F	Si	Mucho	Cítrico	No
12	9:30 am	M	Si	Mucho	Cítrico	No
13	9:40 am	M	Si	Mucho	Cítrico	No
14	10:00 am	F	Si	Mucho	Cítrico	No

4. Conclusiones

Al finalizar el procesamiento de las muestras se pueden concluir a nivel general que el proceso se puede desarrollar usando herramientas básicas y procesos sencillos. Además, puede ejecutarse de manera sistemática. Es importante tener en cuenta la cantidad de agua, ya que la materia prima usada tiene una alta concentración de colorantes, por lo que implementar un lavado inicial requiere una cantidad excesiva de agua lo que va en contra del objetivo general del proyecto. El material obtenido al final es sustentable ya que en su proceso de producción no se usa ningún tipo de aditivo y sigue siendo sustentable después de cumplir con su ciclo de vida útil.

A nivel funcional, se concluye que el material tiene un alto nivel de capilaridad, debido a que tiene la capacidad de retener hasta 2.0ml de líquido por 1.0gr de papel en su interior. Absorbe con rapidez el agua y esta se mueve a través de toda la estructura con eficiencia. Por otro lado, la morfología elegida para la implementación del sistema permite al elemento autosostenerse y favorece la estabilidad final y la capacidad de difusión de este, además, de favorecer el contacto de la superficie con el aire circundante. La validación también mostró cómo el elemento puede ser usado múltiples veces, ya que después de ser utilizado una vez, al secarse, puede volver a un estado parecido al estado inicial, y podría ser usado más de 20 veces sin perder su funcionalidad.

La prueba de percepción comprobó que el material funciona como se esperaba para difuminar olores, ya que todos los participantes detectaron el olor y la mayoría de ellos sintió que el olor era intenso. Por otro lado, los resultados de la validación demostraron cómo el olor se hacía más fuerte con el pasar del tiempo, ya que los participantes que realizaron la validación después de una hora de iniciado el experimento logró identificar con rapidez y acertadamente el olor evaluado.

Finalmente, el material desarrollado no tiene ningún olor, su origen es reciclado y puede ser reciclado al terminar su vida útil. Este elemento no utiliza electricidad o calor para difuminar olores por lo que no es contaminante. Por sus propiedades y funcionalidad es un sistema que puede ser usado fácilmente distintos tipos de usuario y podría ser ampliamente usado en contextos de aromaterapia, donde se requiera de sistemas que no usen electricidad, no produzcan sonido y que tengan un origen natural.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a Oliver, quien es el motor que me motivo a esforzarme todos los días. A mis papás Hilda y Jhon Jairo por su apoyo incondicional. Y al profesor Andrés Valencia por ayudarme a que este trabajo hoy sea una realidad. Por último, a Manuela Maya quien proporcionó la materia prima con la que se desarrolló este trabajo.

Referencias

- Acosta, M. J. (2023). *Plié*. Obtenido de <https://plielights.co>
- Asenjo Martinez, J. L., & Hidalgo Brinquis, M. d. (2010). El papel: 2.000 años de historia. Obtenido de <http://amigosarchivojerez.com/wp-content/uploads/2015/05/El-papel-2000-a%C3%B1os-de-historia-Art%C3%ADculo.pdf>
- Cáncer, I. N. (15 de Septiembre de 2022). *Instituto Nacional del Cáncer*. Obtenido de Aromaterapia con aceites esenciales (PDQ®)–Versión para pacientes publicada originalmente por el Instituto Nacional del Cáncer:
<https://www.cancer.gov/espanol/cancer/tratamiento/mca/paciente/aromaterapia-pdq#:~:text=La%20aromaterapia%20es%20el%20uso,el%20c%C3%A1ncer%20y%20su%20tratamiento>
- Canelon, A. (17 de 05 de 2020). *Reviwbox*. Obtenido de <https://www.reviewbox.com.mx/papel-crepe/#:~:text=Puedes%20conseguir%20papel%20crep%C3%A9%20pesado,delgado%20y%20ligero%20de%20todos>.
- Colorado Peralta , R., & Rivera, J. (2022). *universidad veracruzana*. Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/quimicadelolor/>
- Courcier, M. I. (2022). *maximelouis*. Obtenido de <https://maximelouis.com/paper-clay-air-humidifier>
- Li, A. (4 de Septiembre de 2022). *Designboom*. Obtenido de <https://www.designboom.com/design/design-an-mor-recycles-waste-paper-marble-surfaced-modular-furniture-09-02-2022/>
- Máxima Uriarte, J. (9 de Agosto de 2019). *Humanidades*. Obtenido de <https://humanidades.com/papel/>
- Maya, M. (2023). *La fleuristeriedes*. Obtenido de La fleuristerie:
<https://www.instagram.com/lafleuristeriedesign/>
- Misman, M., Wan Alwi, S. R., & Abdul Manan, Z. (2008). State or art for paper recycling. *Internationalconference on Science and technology (ICSTIE)*. Malaysia.
- Peréz, G. (2005). *ciclo hidrológico*. Obtenido de <https://www.ciclohidrologico.com/evaporacin>
- Servicolor*. (21 de Diciembre de 2016). Obtenido de <https://www.servicoloriberia.com/usos-papel-seguro-no-conocias/>
- Valdivieso, A. (2022). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/capilaridad-agua>
- Vidal, L. (4 de Abril de 2016). *Bioguia*. Obtenido de https://www.bioguia.com/ambiente/como-convertir-papel-de-periodico-en-madera_29283570.html