



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

# *[Diseño de productos para la revalorización de la paja de arroz a partir de estructuras textiles no tejidas]*

---

**MEMORIA PRESENTADA POR:**

*[Maria Mercedes Olcina Benedito]*

**TUTOR/A:** *Maria Ángeles Bonet Aracil*

**COTUTOR:** *Manuel Zamorano Cantó*

GRADO DE INGENIERIA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO  
DE PRODUCTOS

Convocatoria de defensa: Julio 2021

Autora: OLCINA BENEDITO, Maria Mercedes  
Tutorizado por: BONET ARACIL, Maria Ángeles  
ZAMORANO CANTÓ, Manuel



# RESUMEN

Dada la problemática actual generada por la quema de la paja del arroz, en el presente proyecto, se busca comprender el origen del problema y desarrollar diseños a partir de telas no tejidas que consigan revalorizar este residuo. Para esto, se estudian tanto la materia prima y sus aplicaciones hasta el momento, como el comportamiento de fibras similares y sus actuales usos en el mercado.

Así se crea una marca basándose en este estudio y en el contexto social y medioambiental contemporáneo generado por el Covid 19, la cual englobará estos productos y sus futuras variantes. La primera aplicación es un sustrato para jardines verticales, fachadas verdes y cultivos hidropónicos y la segunda aplicación es una maceta biodegradable que servirá como plantel para el autoabastecimiento en el hogar.

Se han realizado diferentes pruebas en las que se intenta abarcar temas como el conformado del material o el tinte con pigmentos provenientes de la naturaleza con la finalidad de diseñar productos que cumplan con requisitos técnicos, estéticos y medioambientales. Finalmente, se logra definir y desarrollar dos productos que consiguen revalorizar la paja de arroz cumpliendo con los objetivos propuestos en el proyecto.

# PALABRAS CLAVE

Paja de arroz, residuo, revalorización, no tejido, sostenibilidad.

# **ABSTRACT**

Given the current problems generated by the burning of rice straw, this project seeks to understand the origin of the problem and develop designs based on non-woven fabrics that can revalue this residue. For this, both the raw material and its applications are studied so far, as well as the behaviour of similar fibers and their current uses in the market.

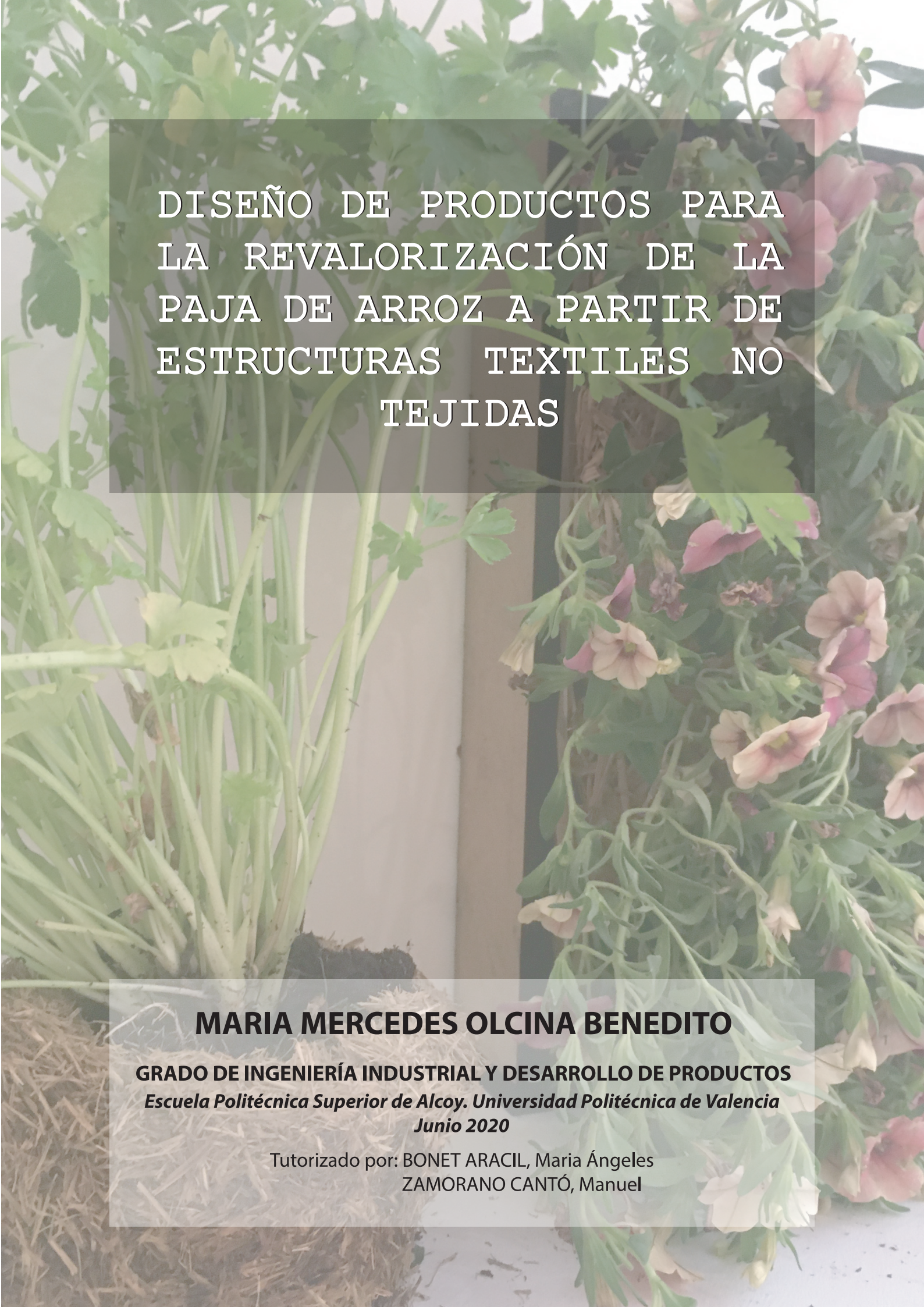
In this way, a brand is created based on this study and on the contemporary social and environmental context generated by Covid 19, which will encompass these products and their future variants. The first application is a substrate for vertical gardens, green facades and hydroponic crops and the second application is a biodegradable pot that will serve as a way of replantation for self-sufficiency in the home.

Different tests have been carried out in which an attempt is made to cover topics such as the shaping of the material or dyeing with pigments from nature in order to design products that meet technical, aesthetic and environmental requirements. Finally, it is possible to define and develop two products that manage to revalue the rice straw, fulfilling the objectives proposed in the project.

# **KEY WORDS**

Rice straw, waste, revaluation, non-woven, sustainability.





DISEÑO DE PRODUCTOS PARA  
LA REVALORIZACIÓN DE LA  
PAJA DE ARROZ A PARTIR DE  
ESTRUCTURAS TEXTILES NO  
TEJIDAS

**MARIA MERCEDES OLCINA BENEDITO**

**GRADO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
*Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universidad Politécnica de Valencia*  
*Junio 2020*

Tutorizado por: BONET ARACIL, María Ángeles  
ZAMORANO CANTÓ, Manuel



# DISEÑO DE PRODUCTOS PARA LA REVALORIZACIÓN DE LA PAJA DE ARROZ A PARTIR DE ESTRUCTURAS TEXTILES NO TEJIDAS

Dada la problemática actual generada por la quema de la paja del arroz, en el presente proyecto, se busca comprender el origen del problema y desarrollar diseños a partir de telas no tejidas que consigan revalorizar este residuo. Para esto, se estudian tanto la materia prima y sus aplicaciones hasta el momento, como el comportamiento de fibras similares y sus actuales usos en el mercado.

Así se crea una marca basándose en este estudio y en el contexto social y medioambiental contemporáneo generado por el Covid 19, la cual englobará estos productos y sus futuras variantes. La primera aplicación es un sustrato para jardines verticales, fachadas verdes y cultivos hidropónicos y la segunda aplicación es una maceta biodegradable que servirá como plantel para el autoabastecimiento en el hogar.

Se han realizado diferentes pruebas en las que se intenta abarcar temas como el conformado del material o el tinte con pigmentos provenientes de la naturaleza con la finalidad de diseñar productos que cumplan con requisitos técnicos, estéticos y medioambientales. Finalmente, se logra definir y desarrollar dos productos que consiguen revalorizar la paja de arroz cumpliendo con los objetivos propuestos en el proyecto.

**MARIA MERCEDES OLCINA BENEDITO**

**GRADO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**

*Escuela Politécnica Superior de Alcoi. Universidad Politécnica de Valencia  
Junio 2020*

## APLICACIÓN 2. MACETA BIODEGRADABLE AUTOABASTECIMIENTO



## APLICACIÓN 1. SUSTRATO DE CULTIVO PARA JARDINES VERTICALES

# INDICE

<b>MEMORIA .....</b>	<b>13</b>
<b>1.- OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>2.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>14</b>
2.1.- CONTEXTO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL .....	14
2.2.- LA PAJA DEL ARROZ .....	17
2.2.1.- El problema.....	18
2.3.- ESTUDIO DE MERCADO .....	22
2.3.1.- Telas a partir de subproductos y soluciones con paja de arroz.....	22
2.3.1.1.- No tejidos a partir de fibra de piña .....	23
2.3.1.2.- No tejidos a partir de fibras de banana .....	27
2.3.1.3.- No tejidos a partir de fibras de la piel de mango .....	28
2.3.1.4.- Otros tejidos y no tejidos a partir de fibras naturales .....	30
2.3.1.5 - La paja de arroz como materia para Fallas .....	32
2.3.1.6.- La paja de arroz utilizada para fabricar mesas en el Saler .....	32
2.3.1.7.- Proyecto de desarrollo de no tejidos a partir de residuos por medio de la tecnología Wet-Laid de Aitex.....	33
2.3.1.8.- Iniciativa Cumulus Green .....	33
2.3.1.9.- Proyecto envases a partir de paja de arroz.....	33
2.3.1.10.- Proyecto Sostrice .....	34
2.3.1.11.- No tejidos a partir de fibras de coco.....	35
2.3.1.12.- Proyecto de creación de abono ecológico a partir de paja de arroz.....	41
2.3.1.13.- Proyecto Colusa .....	41
2.3.2.- Definición del producto/s "ideal/es" a diseñar.....	43
2.3.2.1.- Requerimientos iniciales del producto/s a desarrollar .....	43
2.3.2.2.- Posibles productos a desarrollar.....	43
2.3.2.3.- Líneas posibles de experimentación para el desarrollo de los productos .....	51
<b>3.- ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....</b>	<b>52</b>
3.1.- MATERIALES .....	52
3.1.1.- Materia prima .....	52
3.1.1.1.- Influencia del tamaño de fibra .....	52
3.1.2.- Materiales limpieza de fibras.....	54
3.1.3.- Adhesivos.....	55
3.1.4.- Otros aditivos.....	60

3.1.4.1.- Pigmentos .....	60
3.1.4.2.- Otros .....	64
<b>3.2.- EQUIPOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS.....</b>	<b>65</b>
3.2.1.- Técnicas de conformado del no tejido .....	71
3.2.1.1.- Técnicas de conformado del no tejido plano.....	71
3.2.1.2.- Técnicas de conformado del no tejido de forma tronco-cónica .....	73
<b>3.3.- DEFINICIÓN DEL PROCESO.....</b>	<b>76</b>
3.3.1.- Mecanismo de compactación.....	76
3.3.1.1.- No tejido plano .....	76
3.3.1.2.- No tejido con forma tronco-cónica.....	82
3.1.2.- Mecanismo de tintura .....	86
3.1.2.1.- Procesos previos a la tintura.....	86
3.1.2.2.- Proceso de tintura .....	87
<b>4.- RESULTADO Y DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS .....</b>	<b>90</b>
4.1.- RESULTADOS PRUEBAS.....	90
4.1.1.- Pruebas no tejido plano.....	90
4.1.2.- Pruebas no tejido con forma tronco-cónica .....	96
4.1.3.- Pruebas tratamientos previos a la tintura y tintura .....	98
4.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN FINAL.....	101
<b>5.- NORMATIVA Y REGULACIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>6.- REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO .....</b>	<b>103</b>
6.1.- REQUISITOS TÉCNICOS .....	103
6.1.1.- Requisitos del no tejido .....	103
6.1.2.- Requisitos de la maceta.....	104
6.1.2.1.- Requisitos comunes de una maceta decorativa .....	105
6.1.2.2.- Requisitos específicos de una maceta dependiendo de su uso .....	105
6.2.- REQUISITOS ESTÉTICOS DE LA MACETA .....	107
<b>7.- RESULTADOS .....</b>	<b>108</b>
7.1.- DEFINICIÓN DE LOS PRODUCTOS FINALES .....	108
7.1.1.- Descripción de los productos.....	108
7.1.1.1.- Descripción del PRODUCTO FINAL 1: SUSTRATO .....	108
7.1.1.2.- Descripción del PRODUCTO FINAL 2: MACETA .....	109
7.1.2.- Imagen de marca .....	110

7.1.3.- Público objetivo y canales de distribución .....	112
7.1.4.- Variantes de los productos .....	113
7.1.4.1.- Variantes del sustrato .....	113
7.1.4.2.- Variantes de la maceta .....	113
7.1.5.- Esquema de proceso de desarrollo de los productos.....	115
7.1.5.1.- Esquema de proceso del PRODUCTO 1. SUSTRATO .....	115
7.1.5.2.- Esquema de proceso del PRODUCTO 2. MACETA .....	116
7.1.6.- Adaptación de los procesos a nivel industrial .....	116
7.1.7.- Envase y etiquetado .....	119
7.1.7.1.- Envase PRODUCTO 1: SUSTRATO.....	119
7.1.7.2.- Envase PRODUCTO 2: MACETA.....	121
7.1.7.3.- Etiquetado .....	121
7.2.- ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PRODUCTO .....	123
7.2.1.- Prueba biodegradabilidad, putrefacción y absorción.....	123
7.3.- COSTES.....	123
<b>8.- PROTOTIPO .....</b>	<b>126</b>
<b>9.- CONCLUSIÓN.....</b>	<b>128</b>
<b>10.- REFERENCIAS.....</b>	<b>129</b>

# MEMORIA

## 1.- OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

El interés por este tema surge del conocimiento de la cantidad de residuos de paja del arroz que se generan durante el cultivo y recogida del arroz. Estos restos de fibras celulósicas han estado y están generando multitud de problemas medioambientales. El **principal objetivo** de este proyecto es la **revalorización de este residuo**. Es decir, el presente proyecto se centra en el estudio y búsqueda para aprovechar las características de este residuo a través de procesos de reutilización, recuperación y reciclado con el fin de darle una nueva utilidad al mismo. En el presente proyecto se plantea **transformar este residuo en un material textil no tejido** para darle así un segundo uso ecoeficiente y sostenible.

Como objetivos secundarios se plantean varios. Primeramente, la obtención del título del grado. En segundo lugar, conocer los desarrollos de transformación de este residuo existentes hasta el momento. En tercer lugar, el diseño y desarrollo de un producto a partir de este residuo, la paja de arroz. Asimismo, se plantea crear una colección de productos sostenibles, ya sea por gama de colores o el diseño de formatos diferentes. La creación de colecciones y modelos diferentes aportaría un valor añadido a el/los producto/s tanto de cara al consumidor como a los proveedores de la materia prima.

Para entender más sobre el tema planteado y aportar las propuestas a diseñar, se hará un amplio estudio en el capítulo de 2.- **ANTECEDENTES** tanto del sector, de los problemas y soluciones sugeridas hasta el momento, como del tratamiento de este tipo de fibras para la creación de no tejidos y la implementación de procesos a aplicar para su transformación. En base a este estudio y los requerimientos iniciales propuestos para el/los productos a desarrollar se estudian sus posibles aplicaciones y se realiza un prototipo para demostrar la viabilidad y variables del o los productos a diseñar, mediante el uso de técnicas en un laboratorio. Asimismo, como se ha comentado, se intentará ofrecer distintos modelos que se buscará conseguir a partir de la tintura de las fibras. Estos objetivos se llevarán a cabo siempre condicionados por el objetivo principal del proyecto, es decir, sin olvidar la gran preocupación o meta a cumplir que es dotar de un segundo uso a este tipo de residuos de una manera sostenible.

Finalmente, otro de los objetivos secundarios del proyecto será el de trasladar el proyecto práctico a un ámbito industrial definiendo las materias, procesos y maquinaria necesarios para llevar a cabo el/los productos. Esto se realizará con el fin de conseguir plantear un proyecto lo más real, consciente, ecoeficiente y/o sostenible posible. Esto significará que se asegura el buen uso y desarrollo de los recursos naturales al menor costo ambiental posible, siendo conscientes del problema, el contexto social y ambiental y del origen de la materia prima, desde el punto de vista tanto de la recogida de residuos de los agricultores como de los empresarios como para los consumidores finales del producto a desarrollar, y así satisfacer las necesidades actuales sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras.



## 2.- ANTECEDENTES

En este apartado, se incluyen todos los temas a investigar para comenzar a desarrollar el proyecto.

### 2.1.- CONTEXTO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL

La importancia del medioambiente y su cuidado son temas que han ido cogiendo fuerza con el paso de los años y se encuentran hoy en día en auge. Es debido a diferentes aspectos como los posibles futuros riesgos de escasez de energía convencional o sobrepoblación, provocando un aumento de las materias primas alimentarias y una desigualdad económica entre clases y entre países ricos y pobres, el aumento del calentamiento global o el impacto de las catástrofes climáticas, entre otros, que las empresas se han visto obligadas a reinventarse [1].

Además, el cliente es cada vez es más exigente en la elección de sus productos. Este busca productos que provengan de empresas con una **RSE<sup>1</sup>**, imponiendo a estas al cambio [2].

Esta nueva tendencia o necesidad de **sustentabilidad ambiental** se ha llevado a cabo mediante el rediseño de las industrias y la vida doméstica por medio de conceptos como el que se viene comentando, la **economía circular**. Este concepto englobaría otros conceptos como el de **las 3 R<sup>2</sup>** definido por Greenpeace en 2004, **upcycling<sup>3</sup>** o **diseño ecológico** o **ecodiseño<sup>4</sup>** [3]. Añadir, que esta búsqueda y compromiso de las empresas permitirá un desarrollo de **productos más sostenibles** y un **carácter diferenciador respecto al resto de marcas**.

Este cambio de conciencia social también viene condicionado por el 2020. "Agenda pública" detalla:

*"La pandemia ha creado una oportunidad sin precedentes para cambiar hábitos. Modificar nuestro comportamiento para hacerlo más sostenible ha sido siempre el talón de Aquiles del sector social y ambiental. Utilizar menos el coche, más la bicicleta, repensar los vuelos de negocio o de corta distancia o incluso reducir nuestros patrones de consumo de cualquier producto o servicio... por generosos que fueran los fondos para proyectos en demand-side, los resultados no terminaban de aflorar. Sin embargo, confinados en nuestras casas nos hemos dado cuenta de que se pueden tener reuniones de trabajo productivas por teleconferencia sin coger el coche o un avión; que en los meses post-Covid la bicicleta será más segura que el transporte público para evitar contagios y que existe un incontable de bienes superfluos de los que podemos prescindir para sobrevivir. Aun en un contexto de recesión, con menos fondos para invertir, tenemos una oportunidad sin precedentes para lograr cambios duraderos en hábitos de consumo y movilidad. Se ha abierto la ventana a una transformación digital y cultural de la sociedad."*

---

<sup>1</sup> RSE: Responsabilidad Social Empresarial

<sup>2</sup> Las 3 R: Reducir, reutilizar y reciclar

<sup>3</sup> Upcycling: Traducido del inglés "Suprareciclar": *Supra*-'superior' o 'encima'.

<sup>4</sup> Ecodiseño: Integración de los aspectos medioambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar el comportamiento medioambiental a lo largo de todo su ciclo de vida.

La crisis del coronavirus ha generado cambios notables en los estilos de vida del consumidor. Concretamente, estos cambios suponen un punto de inflexión en la curva de tendencias del hogar. Se observa que la pandemia ha acelerado muchas de las tendencias que comenzaban a implantarse, provocando que se instalen definitivamente. Es el caso de la importancia de la Sostenibilidad. Otras han evolucionado debido a la situación actual de manera más rápida incluso llegando a convertirse en tendencias aparentemente nuevas, como el poder sentirse seguro en casa [4].

Así, aparecen conceptos de viviendas como la arquitectura bioclimática (*figuras 1 y 2*) [5,6], tendencias como el autoabastecimiento y/o autoconsumo (*figura 3*) [7] o la necesidad de respetar y conectar con la naturaleza mediante diseños o decoraciones biofílicas<sup>5</sup> (*figura 4*) [8, 9, 10] con tendencias como el uso de fachadas verdes o jardines verticales (*figura 5*) [11,12].

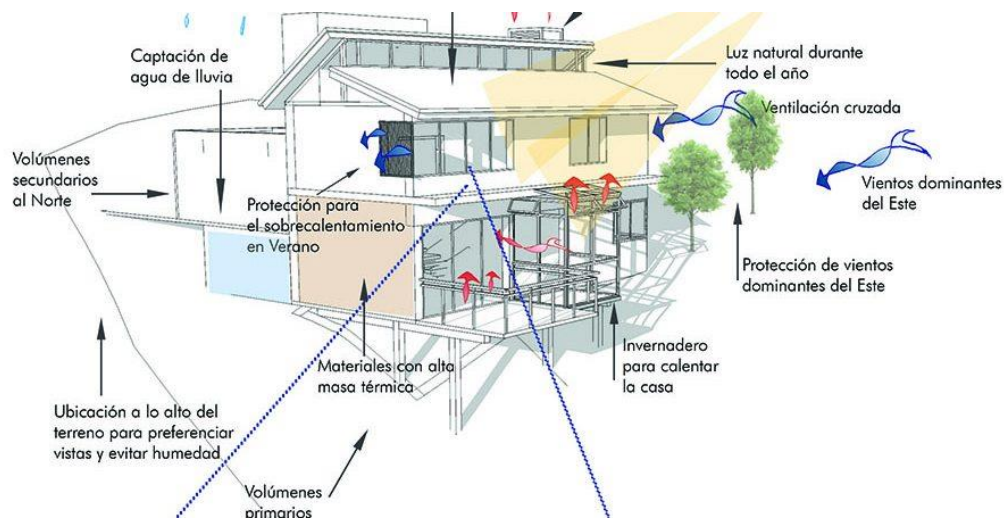


Figura 1 - Arquitectura bioclimática [13]



Figura 2 - Ejemplo de arquitectura bioclimática [14]

<sup>5</sup> Biofílico: “Amor a la vida”. Se basa en que el contacto con la naturaleza es esencial para el bienestar humano porque es una conexión biológica innata y natural.





*Figura 3 - Autoabastecimiento y/o autoconsumo [15]*



*Figura 4 - Decoración biofílica [16]*



Figura 5 - Jardines verticales en el hogar [17]

## 2.2.- LA PAJA DEL ARROZ

Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el arroz es el segundo cereal de mayor producción en el mundo, por detrás del trigo. Los 113 países que lo cultivan producen cada año 400 millones de toneladas de grano, la mitad de las cuales proceden de China. Entre los países productores también se encuentran España, Colombia, Perú o México. Y el cultivo del arroz es la principal fuente de ingresos para los pobladores de algunas de sus zonas rurales [18].

El cultivo del arroz sigue una técnica compleja. Tras la cosecha del arroz se lleva a cabo la recogida de las malas hierbas [19]. La paja de arroz es un residuo que se genera durante la recogida del arroz y el cual si no se retira o quema genera efectos negativos durante el cultivo del arroz [20]. Este residuo está compuesto de sílice (15-23 %) y otros minerales y de componentes lignocelulósicos (40 % de celulosa y 35 % de lignina). Este tipo de fibras se catalogan dentro del grupo de fibras duras<sup>6</sup>.

Durante el presente proyecto se va a buscar la **revalorización de la paja de arroz**, por lo que se han de conocer primero los problemas que esta causa y cómo ha ido evolucionando su impacto y qué propuestas se han ofrecido y realizado hasta ahora para su revalorización y/o gestión de residuos.

---

<sup>6</sup> Fibras duras: Fibras procedentes de hojas o tallos de hojas de diversas plantas monocotiledóneas como, por ejemplo, el sisal o la manila.





Debido a esto en 2008 la Unión Europea (UE) prohibió la quema de estos residuos agrícolas por su **alto efecto contaminante** con el fin de exigir una **solución al respecto**. Ante la prohibición y el miedo a perder las subvenciones, los agricultores pararon de quemar la paja y optaron por **dejarla en los campos**. Pero esta solución se determinó que generaba entre **2.5 y 4.5 veces más metano que quemándola** (gas de efecto invernadero), por lo que no se solucionaba el problema, sino que se agravaba [21], ya que la mezcla del metano y el agua la dejaba sin oxígeno y la teñía de negro. Esta agua negra circulaba por las acequias finalmente acabando en el Lago de la Albufera donde generaba la muerte de los peces entre otra fauna del Lago.

Es por esto por lo que se comenzaron a considerar multitud de **proyectos nuevos** mediante la retirada, almacenaje y revalorización de la paja de los campos de arroz para **aprovechar este residuo agrícola**. Aunque la mayoría se han acabado descartando debido a que la **recogida de este residuo**, actualmente, **no** es una tarea **fácil** y viable económica y logísticamente. Existen **múltiples opiniones** respecto a cuál es la mejor opción de cómo gestionar y recoger este residuo [20], pero se conoce que en los **últimos años** solo se ha podido retirar un **2,6%** del porcentaje total de la paja de arroz para su posterior almacenaje, el año 2020 marcó la diferencia ya que las lluvias del otoño lo complicaron aún más [23].

Cabe destacar que, durante la recogida, se necesita de maquinaria de elevado coste y solo se recoge entre el 40% y el 50% de la paja (figura 8) [23].



Figura 7 - Sistema de recogida de la paja de arroz [23]

Otra opción a su quema es **triturar e incorporar la paja**, pero estos procesos requieren de maquinaria de elevado coste para el agricultor y sigue existiendo un problema de **exceso de materia orgánica**, ya que el nivel de ésta que **se recomienda** para el cultivo es del **2 %** y actualmente es del **5 %** o incluso del **8,5%**.



“Esta resolución, siempre con carácter extraordinario y por motivos fitosanitarios, establece la posibilidad de autorizar la quema de restos de rastrojos y paja de arroz en aquellas superficies de cultivo ubicadas en el entorno de l'Albufera de València, desde el 1 de octubre hasta la finalización de la campaña de la siega del arroz 2020, y en todo caso, hasta el 31 de diciembre de 2020”.

En dicha **RESOLUCIÓN** se incluye el **artículo único**, el más actualizado hasta la fecha, que expone: [25]

“Artículo único”

*“Habilitar, con carácter extraordinario y únicamente por razones fitosanitarias, la posibilidad de autorizar la quema de restos de rastrojos y paja de arroz en aquellas superficies de cultivo ubicadas en el entorno de l'Albufera de València, desde el 1 de octubre hasta la finalización de la campaña de la siega del arroz 2020, y en todo caso, hasta el 31 de diciembre de 2020, ambos inclusive, únicamente con nivel de preemergencia por riesgo de incendios forestales 1 y en horario desde el orto hasta las dos horas antes del ocaso solar, momento en el que deberá quedar completamente extinta.”*

*“Contra la presente resolución, que no pone fin a la vía administrativa, podrá interponerse, en el plazo de un mes a contar desde el día siguiente al de su publicación, recurso de alzada ante la titular de la Secretaría Autonómica de Emergencia Climática y Transición Ecológica, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 121 y 122 de la **Ley 39/2015, de 1 de octubre**, del procedimiento administrativo común de las administraciones públicas, sin perjuicio de que puedan interponer cualquier otro que estimen pertinente.”*

En conclusión, actualmente, la recogida de la paja del arroz es un tema que todavía se está gestionando. Es por esto, que se ha autorizado su quema de nuevo. Pero como ya se ha comentado entre las prácticas actuales, triturarla e incorporarla de nuevo al terreno, quemarla o retirarla para su almacenaje y darle un posterior uso, recogerla sería la mejor opción si se consigue llevar a cabo un proyecto conjunto de gestión de recogida y revalorización de este producto. Así, se han estado llevando a cabo propuestas para su mejor recogida y gestión [26], incluso hay organizaciones que fomentan estas actividades [27]. Asimismo, este material se ha destinado para la creación de energía y compost, para la bioconstrucción, la fabricación de papel, los acolchados, la restauración o incluso la obtención de ácido levulínico [28].



## 2.3.- ESTUDIO DE MERCADO

La RAE define la palabra "subproducto" como:

*"En cualquier proceso industrial, producto que se obtiene además del principal y que suele ser de menor valor que este [29]"*.

En "Wikipedia" se llama subproducto al *"residuo de un proceso al que se le puede sacar una segunda utilidad. No es un desecho porque no se lo elimina, sino que se lo usa para otro proceso"*. Y se añade, *"Es ventajoso encontrar una utilidad para los desechos y convertirlos en subproductos reaprovechables de algún modo. Así, en vez de pagar el costo de eliminar el desecho, se crea la posibilidad de obtener un beneficio. Además de la ventaja económica está la ventaja ambiental de reducir o eliminar los residuos que en otro caso recibiría el entorno"* [30].

La paja de arroz es un residuo que pretende utilizarse como subproducto. A continuación, se comentarán algunos ejemplos reales de residuos revalorizados. Entre estos, se podrá hablar de algunas fibras duras similares a la paja del arroz.

Este estudio se realiza con el fin de poder analizar cómo se trabajan y cuáles son sus procesos de transformación, para así poder aplicarlos al presente proyecto. Cabe destacar que en el proyecto se busca específicamente el desarrollo de un no tejido, aunque se comentarán otro tipo de telas con el fin de comprender mejor los procesos de revalorización de las fibras. Durante la búsqueda, se encuentran muchos ejemplos como composites hechos a partir de fibras de vakra, sisal, bamboo o banana [31], no tejidos a partir de fibras de coco, fibras de piña, fibras de mango, fibras de naranja, mezclas de fibras duras naturales o incluso tejidos de fibras de banana, fibras de coco o fibra de piña.

Asimismo, se comentarán algunas de las soluciones abordadas hasta el momento para llevar a cabo la revalorización de este residuo. Entre otros posibles productos candidatos a ser rediseñados a partir de estas fibras. Algunos ejemplos de estos han sido comentados anteriormente en los apartados *2.1.1. El problema* y *2.1. CONTEXTO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL*.

Finalmente, estos proyectos ayudarán a comprender cómo se conforman y comportan este tipo de fibras, además de analizar los procesos y tratamientos que se podrían aplicar para conformar el no tejido y sus posibles aplicaciones. A continuación, se van exponiendo los diferentes casos estudiados.

### 2.3.1.- Telas a partir de subproductos y soluciones con paja de arroz

Como se viene comentando, seguidamente, se exponen una serie ejemplos de empresas que trabajan con subproductos para fabricar telas, tanto su imagen de marca, como sus procesos de transformación o aplicaciones servirán para enfocar los diseños a desarrollar para la revalorización de la paja de arroz. Además, a la par se hablará de los proyectos e iniciativas que se han llevado a cabo hasta la fecha a partir de este residuo.

### 2.3.1.1.- No tejidos a partir de fibra de piña

Actualmente, existen ejemplos como el de *Piñatex* [32]. Se trata de un no tejido que utiliza un subproducto de la cosecha de piña como materia prima, evitando así el uso de recursos ambientales adicionales. Tiene multitud de aplicaciones, como son la moda, accesorios o tapicería [33, 34, 35, 36].



Figura 8 - Aplicaciones Piñatex [37, 38, 39, 40]

El proceso de elaboración es el siguiente:

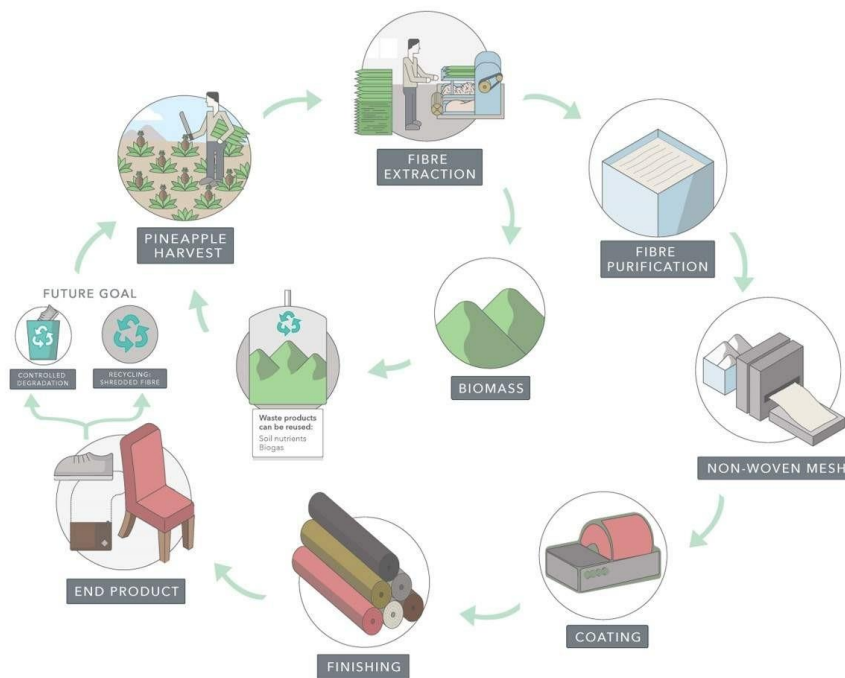


Figura 9 - Proceso de elaboración Piñatex [34]

En primer lugar, se recogen los manojos de hojas y se extraen las fibras largas con máquinas semiautomáticas.



*Figura 10 - Recolección de hojas [34]*



*Figura 11 - Extracción de fibra [34]*

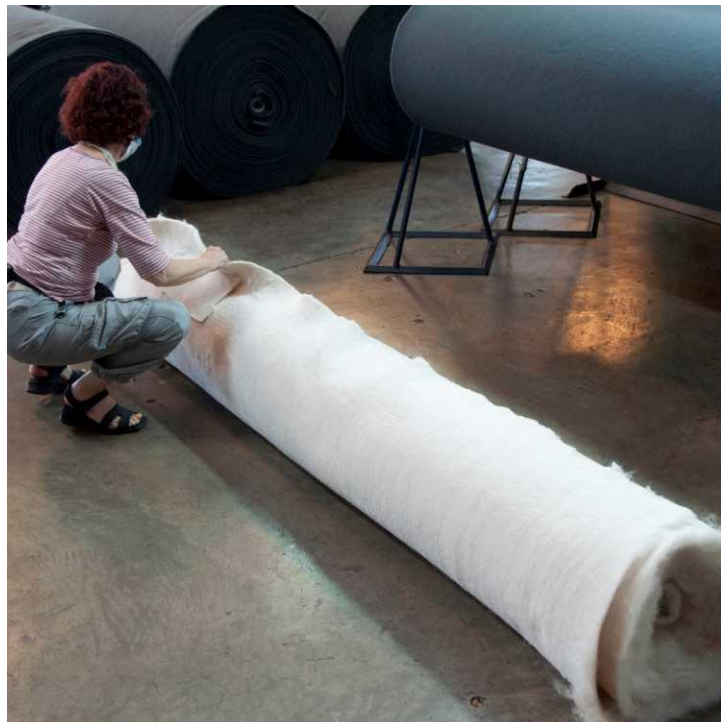


A continuación, se lavan y secan al sol las fibras, menos en temporadas lluviosas.



*Figura 12 - Lavado y secado [34]*

Después, éstas pasan por un proceso de purificación para eliminar cualquier impureza. Esta fibra resultante, similar a una pelusa (PALF), se mezcla con un ácido poliláctico (PLA) a base de maíz y se somete a un proceso mecánico para crear Piñafelt, una malla no tejida que forma la base de todas las colecciones de Piñatex. Estos rollos de Piñafelt son enviados a lugares como Filipinas, España o Italia para acabados especializados.



*Figura 13 - Rollos de Piñafelt [34]*

Dependiendo de la colección y las características necesarias para las que vayan destinados se le aplicarán diferentes procesos de tintura y acabados, ya sea por ejemplo mediante el uso de pigmentos certificados GOTS, aplicación de resinas para brindar resistencia, presión con calor o revestimientos de transferencia de PU de alto sólido.



*Figura 14 - Aplicación de acabados [34]*



*Figura 15 - Muestras de colecciones Piñatex [34]*

### 2.3.1.2.- No tejidos a partir de fibras de banana

Existen muchas investigaciones y productos que trabajan con la banana o plátano para crear tejidos, no tejidos y composites de los residuos de éstos. El plátano proviene de la planta “*Musa acuminata*”, una fibra vegetal lignocelulósica que se recoge de la hoja o pseudo tallo de la planta de banano que crece abundantemente en áreas tropicales. La fibra contiene 71,08% de celulosa, 12,61% de hemicelulosa y 7,67% lignina [41].

Al igual que las hojas de piña o la paja de arroz el pseudo-tallo y las hojas de banano no tienen un uso ordinario después de la cosecha. Es por esto, que la vaina del tallo es aprovechada para obtener fibras [41].

Hoy en día es posible obtener composites con muy buenas propiedades a partir de no tejidos con estas fibras [31], no tejidos que simulan ser cuero [42] e incluso se han creado marcas como *Banatex* [43], que ha conseguido extraer hilo de estas para fabricar zapatos, mochilas o bolsas de transporte e incluso una silla de diseño para exterior (*Mae Chair*) [43], o *Indiansfootwear* [44] que también diseña zapatos a partir de estas fibras. Estas empresas mantienen un compromiso social con las comunidades y artesanas autóctonas a la vez que consiguen revalorizar estos residuos [45].

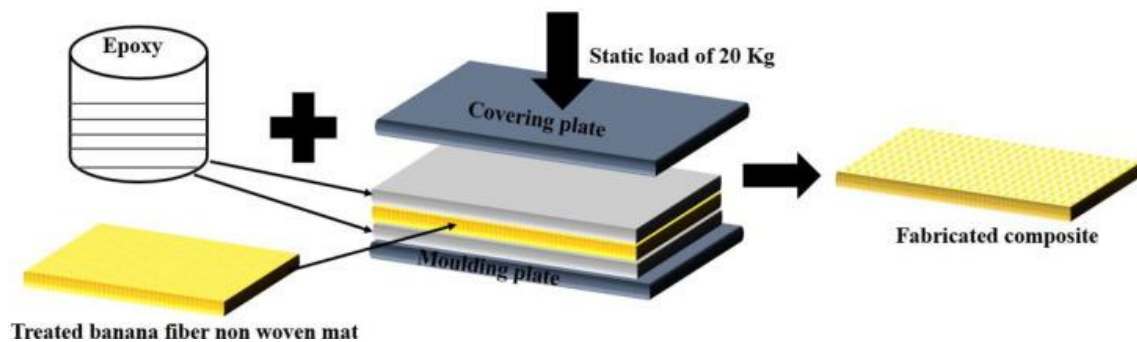


Figura 16 – Proceso de fabricación de un composite a partir de no tejido de banana [46]



Figura 17 - Zapatos Ideanes [47]





Figura 18 – FLAP TOTE SMALL / BANANATEX (Sand) QWSTION [48]



Figura 19 – Mae Chair del Studio PALAIUS (Alemania) y el estudio QWSTION (Suiza) [49, 50, 51]

### 2.3.1.3.- No tejidos a partir de fibras de la piel de mango

Cabe destacar también proyectos similares al de *Piñatex* como el de la empresa *Fruitleather Rotterdam* [52]. Este se centra en la imitación del cuero a partir de los residuos de frutas del mercado como los mangos, para evitar el uso de este.



Figura 20 – Bolso de falso cuero a partir de fibras de mango de Fruitleather 5tterdam [53]

Esta tela se consigue con ayuda de una máquina de la empresa *Sraml*, la *Sraml mango destoner-pulper*, una **máquina para triturar, remover y mezclar la pulpa** de mango. Esta máquina permite la aplicación en grandes volúmenes de residuos a una velocidad más rápida que de la manera manual inicial del proyecto [54].



Figura 21 – Máquina despulpadora-despulpadora de mango de Sraml [55]



Tras este proceso se le incluyen los aditivos y se elaboran láminas del material de una manera “similar al proceso de las tabletas de chocolate”, comenta uno de los creadores del material y la empresa Hugo de Boony [56], las cuales se colocan sobre unas bases de vidrio, y finalmente, con ayuda de presión se les estampa el dibujo para simular un acabado parecido al cuero.

*Fruitleather Rotterdam* especifica que todos los aditivos durante el proceso de fabricación de las hojas Fruitleather están hechos de fuentes naturales [57, 58].

Sin embargo, dependiendo de los requerimientos del cliente se exigen unas propiedades u otras, por lo que está disponible en diferentes colores, relieves y variedad de fibras. El material puede ir acompañado de diferentes tipos de soportes para aportar rigidez y algunos de estos soportes son textiles de algodón 100 % orgánico con certificado GOTS [59] o incluso poliéster [60].



Figura 22 - Fruitleather Rotterdam, caja de muestras [61]

#### 2.3.1.4.- Otros tejidos y no tejidos a partir de fibras naturales

Como en los casos anteriores, la elaboración de telas tejidas a partir de pieles de naranja de la empresa *Orange Fiber* permite la revalorización de residuos que en un principio no tenían ninguna aplicación. Esta empresa aprovecha y transforma las fibras en hilo para realizar telas que ya son utilizadas por ejemplo en indumentaria [62].

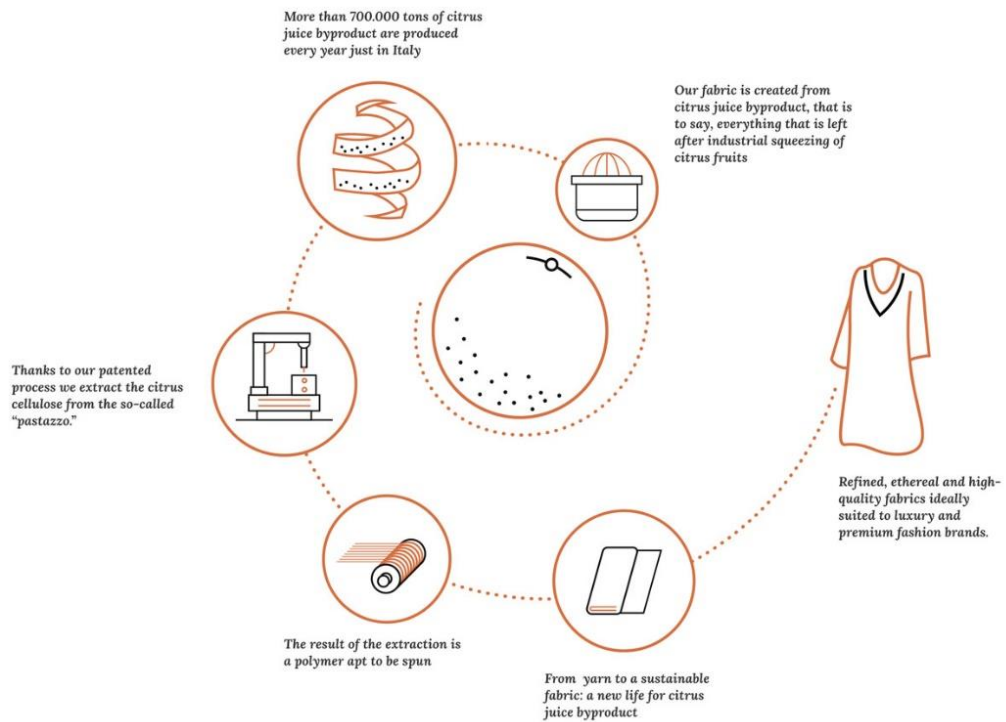


Figura 23 – Proceso de elaboración de telas tejidas a partir de pieles de naranja [63]



Figura 24 - Aplicación telas Orange Fiber [64, 65]

Este ejemplo no sería tan relevante para el estudio de procesos de transformación del proyecto a realizar, pero sigue siendo un ejemplo de revalorización de un residuo, como es el caso de otros ejemplos explicados anteriormente, los cuales no se trataban de telas no tejidas o no trabajaban con fibras de las mismas características que la paja del arroz, pero pueden dar a entender el/los producto/s a desarrollar en el presente proyecto.

Otro ejemplo que se ha podido encontrar que se consideraba importante comentar, serían las telas no tejidas de mezcla de fibras de plátano, yute y banana realizadas por punzonado<sup>7</sup>. Esta mezcla, junto con fibras de poliamida tiene propiedades de absorción acústica adecuadas para usos como el de reducir el ruido en los interiores de los automóviles [66].



Figura 25 – Aplicación en el interior del coche de no tejidos de fibras naturales para [67]

### 2.3.1.5 - La paja de arroz como materia para Fallas

Uno de los proyectos planteados con paja de arroz es la utilización de estos residuos como material para realizar Fallas, las cuales están pensadas y hechas para estar quemadas [68].

Esta posibilidad sería una buena opción, ya que las fallas se pretenden realizar y quemar igualmente, pero como ya se sabe, la quema de estos residuos es dañina para la salud y el medioambiente.

### 2.3.1.6.- La paja de arroz utilizada para fabricar mesas en el Saler

Otro proyecto realizado para evitar la quema de estos residuos consistió en instalar 24 mesas de pícnic hechas a partir de una mezcla de este residuo y plásticos provenientes de los cultivos de chufa en espacios verdes de Valencia con la intención de cambiar las mesas que ya habían y estaban en mal estado. Este proyecto también consiguió evitar su quema, pero se utilizaban plásticos en su proceso [69].

---

<sup>7</sup> Punzonado: Textil Proceso de fabricación de no tejidos textiles en el que la consolidación del velo fibroso es producida por fibras arrastradas por las barbas de los punzones.

### *2.3.1.7.- Proyecto de desarrollo de no tejidos a partir de residuos por medio de la tecnología Wet-Laid de Aitex*

Aitex lleva cabo un proyecto para la implementación de la tecnología Wet-laid en la investigación y desarrollo de paneles para aplicaciones técnicas a partir de residuos procedentes de la industria textil de la empresa. Este proyecto es supuestamente sostenible y respetuoso con el medioambiente, ya que los textiles refuerzo serían no tejidos desarrollados a partir de residuos realizados por una tecnología llamada Wet-Laid, un proceso bastante limpio, utilizando además resinas ecológicas.

Durante el estudio, se descubrirían residuos del sector agrícola, como la paja o cascarilla de arroz, y se utilizarán para desarrollar telas no tejidas. Al principio sólo se pretendía obtener materiales compuestos [70] mediante **termocompresión**<sup>8</sup>, pero más tarde se utilizaron para crear composites por medio de un proceso de infusión. En el caso de composites realizados por infusión, se componían de capas de no tejidos iguales, mientras los composites por termocompresión se componían algunos de mezclas de no tejidos diferentes y otros de capas de no tejidos iguales [71].

Como se explica en el apartado 2.3.2.3. *Líneas posibles de experimentación para el desarrollo de productos*, el proceso de Wet-laid finalmente se descartará utilizarlo para el presente proyecto, por sus características y las de las fibras a trabajar.

### *2.3.1.8.- Iniciativa Cumulus Green*

Por otro lado, existen iniciativas como las de **Cumulus Green 2020**, en la que se llevaron a cabo diferentes proyectos para evitar la quema de paja de arroz en Java-Indonesia y en Camargue-Francia, con el objetivo de una economía circular y un pensamiento del desarrollo de diseños sostenibles. Esta iniciativa sostenible pretendía realizar una investigación de materiales que pudieran contribuir a evitar la actividad de quema al aire libre mientras que junto con la comunidad local se mejora la materialidad de los desechos agrícolas [72, 73, 74].

Este proyecto consiguió transformar las fibras con éxito, aunque más con una finalidad estética que funcional.

### *2.3.1.9.- Proyecto envases a partir de paja de arroz*

En lugares como Tailandia el cultivo de arroz es una práctica muy común. La fábrica tailandesa Fang (CRECER) lleva a cabo un proyecto de reutilización de la paja de arroz generada durante la cosecha. Fang Thai, aparte de transmitir su preocupación social y ambiental como empresa, ofrece una opción de productos de envasado más respetuosos con el medio ambiente que los existentes en el mercado mediante la creación de un papel, el cual es biodegradable, resistente al agua, el aceite y la grasa, y al que se le añade una solución de recubrimiento no química que está hecha de arroz. Además de los productos de empaque, Fang Thai ofrece otra serie de productos cuadernos, calendarios y souvenirs con diseño personalizado y autenticidad [75, 76].

---

<sup>8</sup> Termocompresión: La termocompresión es un principio ampliamente usado en la industria, usualmente es empleada para la evaporación disoluciones acuosas. Consiste básicamente en re comprimir un vapor para aumentar su temperatura y permitir nuevamente su uso.





Figura 26 - Envases a partir de paja de arroz Fang Thai [77]

Este tipo de proyecto ya se intentan trasladar a España con la intención de revalorizar este residuo de una manera sostenible [78].



Figura 27 - Envases de paja de arroz de la empresa Contrerina [79]

#### 2.3.1.10.- Proyecto Sostrice

En 2015, se lleva a cabo un proyecto europeo, llamado "Sostrice", en el que participa el "Ainia Centro Tecnológico", en el cual se ha conseguido desarrollar la primera planta piloto semi-industrial que genera biogás y biofertilizantes, a partir de la paja sobrante del cultivo de arroz.

La planta piloto consta de 30 metros cuadrados que albergan en su interior **dos digestores anaerobios** y donde, a través de la acción de las bacterias anaerobias, organismos que descomponen material biodegradable, sobre la paja del arroz se produce biogás y biofertilizantes.

Actualmente, se están desarrollando todavía

la puesta en marcha del proyecto y una monitorización del prototipo [80, 81, 82].

#### *2.3.1.11.- No tejidos a partir de fibras de coco*

Al igual que las fibras de piña y de banana, otro ejemplo de fibras duras son las fibras de coco, un residuo que ha conseguido convertirse en un subproducto destinado a utilizarse para diferentes aplicaciones [83].

Hoy en día, los no tejidos de fibra de coco son una realidad [84]. Estos se venden en rollos dependiendo de su aplicación final [85].



*Figura 28 - Alfombrilla de palma de coco puede mantener la humedad en la canasta de las flores reduciendo así el tiempo de riego [86]*

Se utilizan en construcción, ya que se ha podido demostrar su eficacia como aislantes acústicos. [87, 88, 89].



*Figura 29 -Esquema del funcionamiento de aislamiento de suelos con no tejido de fibras de coco [90]*



Incluso se usa para la elaboración de telas tejidas [91] para por ejemplo cepillos de limpieza [63], pinceles, cuerdas [92], o felpudos [93].



*Figura 30 - La fibra de coco blanca, recolectada de cocos verdes [94]*



*Figura 31 – Cepillo de limpieza de 360 grados de fibra de coco [95]*



Figura 32 - Felpudo de fibra de coco [96]



Figura 33 - Cuerda de diámetro 7 mm marrón de fibra de coco natural sin teñir [97]



Existen casos de éxito como el proyecto de investigación llamado *Nullabor*, en el cual se desarrolló el primer eco-tejido producido a partir de residuos de coco [99].



Figura 34 – Tejido a partir de residuos de fibras de coco [100]

Debido a la **cantidad de aplicaciones** de estos se centra el estudio en varias de sus funciones como no tejido debido a la relevancia de éstas en el presente proyecto.

Una de las funciones en las que se hace más hincapié durante el estudio de estas fibras es la función que ofrecen empresas como *Pelemix* [101], o *COCOPOT* [102], empresas que comercializan **sustratos agrícolas** de fibra de coco para cultivos.

La marca *COCOPOT* explica el fácil funcionamiento de este sustrato para un huerto urbano e indica en su página web qué propiedades requiere su producto y las propiedades esta fibra dura: [104]

*“Este producto es de gran calidad y ha sido sometido a un tratamiento con aguas de manantial para conseguir bajar la CE hasta niveles ínfimos”.*

*“La fibra de coco se caracteriza por: buena repartición del aire, capacidad de almacenar agua, conductividad baja, exento de enfermedades, alta capacidad de intercambio catiónico”.*

*“La fibra de coco empleada para la fabricación de **CocoPlus es de primera calidad**, pues ha sido sometida a controles de calidad en cada fase de producción. La edad de la materia prima es superior a los 16-18 meses, con lo que se trata de un material estable y por tanto, apto para el cultivo. Además, en *CocoPlus* se utiliza una técnica exclusiva de fabricación mediante la cual se eliminan las partículas de polvo más finas de manera que se reducen los problemas de asfixia radicular, pérdida de altura del sustrato y heterogeneidad que puedan aparecer a lo largo del cultivo”.*

*“La fibra de coco *CocoPlus* es la más utilizada por los cultivadores profesionales (bajo el nombre *Pelemix*) de plantas ornamentales y hortícolas en la zona de Levante de Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana y Cataluña.”*

*“Conductividad entre 250 y 500 ms y pH situado entre 5,5 y 6. Se recomienda el coco en cultivos hidropónicos con solución perdida.”*



Figura 35 - Turba<sup>9</sup> de fibra de coco 100% natural [103]

Crea en casa tu Huerto Urbano Ecológico

**Preparar el Sustrato Perfecto:  
Fibra de Coco + Humus de Lombriz**

[www.cocopot.es](http://www.cocopot.es)  
**COCOPOT**  
huerto urbano

**1** Humedece la fibra de coco en un barreño y ve demenzando hasta que esté esponjoso e hidratado.

60% COCO

**2** Añade todo el humus de lombriz, mézclalo bien con la fibra de coco y tendrás el sustrato preparado.

40% HUMUS

Esta guía te ayudará a preparar correctamente tu sustrato para Huerto Urbano. La proporción adecuada es: 60% de Fibra de Coco + 40% de Humus de Lombriz. La mezcla resultante es un sustrato esponjoso y abonado, ideal para el cultivo de todo tipo de plantas en macetas, jardineras o mesas de cultivo, 100% ecológico. Descubre más en: [www.cocopot.es](http://www.cocopot.es)

Figura 36 - Modo de uso de fibras de coco como sustrato COCOPOT [104]

La empresa *Pelemix* es una de las empresas líderes a nivel mundial en el mercado de sustrato agrícola de fibra de coco para cultivos hidropónicos<sup>10</sup> y viveros [105].



Figura 37 - Proceso de fabricación de los sustratos a partir de fibra de coco [106]

<sup>9</sup> NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción

<sup>10</sup> Cultivo hidropónico: Cultivo de plantas en soluciones nutritivas, con soporte, como arena o algún sustrato, o sin él, como diversos procedimientos para aplicar dichas soluciones.

Esta empresa trabaja con diferentes formatos y tamaños, los cuáles proporcionarán unas propiedades u otras al producto final (fibras largas, fibras cortas, ...), para ofrecer al cliente un producto personalizado [107].



Figura 38 – Granulometría de sustratos de fibra de coco Pelemix [108]



Figura 39 – Formatos de sustratos de fibra de coco Pelemix [109]

Los sustratos de fibra de coco en ocasiones incluyen aditivos como vermiculita<sup>11</sup> o perlita<sup>12</sup>, para añadir otras propiedades necesarias para el desarrollo de las plantas [110].

<sup>11</sup> Vermiculita: Material mineral de estructura escamosa que se obtiene por calentamiento de la mica y se utiliza como aislante y adsorbente.

<sup>12</sup> Perlita: Silicato de aluminio de origen volcánico cuya estructura porosa le hace utilizable como sustrato inerte en el cultivo de plantas en invernadero para aumentar la aireación y reducir el agua disponible.



Además, existe esta aplicación en otros formatos diferentes que simplemente como sustrato o turba<sup>13</sup>, como macetas o tutores<sup>14</sup> [111].



Figura 40 - Macetas y tutores a partir de fibras de coco [112]

Aunque el resultado es óptimo tanto para tejidos como para no tejidos, el material a estudiar se pretende utilizar para desarrollar un no tejido, por lo que será más conveniente la utilización de técnicas similares a los últimos proyectos comentados.

#### 2.3.1.12.- Proyecto de creación de abono ecológico a partir de paja de arroz

Cabe comentar otra de las alternativas a la práctica de la quema de la paja de arroz que se han llevado a cabo, el proyecto de la planta de valorización de residuos de Carcaixent que consiguió crear un **abono** ecológico a partir de residuos de paja de arroz [113,114].

#### 2.3.1.13.- Proyecto Colusa

El "**proyecto Colusa**", en **California** consistía en reconvertir la paja de arroz en paneles de fibra vulcanizada para su empleo como material de construcción. Dichos paneles se desarrollaron añadiendo un muy bajo porcentaje de polímero de PET<sup>15</sup> a las fibras de paja de arroz, previamente abiertas, para finalmente, crear unos paneles al que se le añadirá gypsum (compactación de yeso) de los dos lados creando "como una pared de 15 centímetros con aislante, con la que se gana a nivel de confort, sea frío, calor o el tema de la acústica". Además de sus ventajas como aislante térmico y acústico, este material no daña la salud de los obreros, cumple con las exigencias de sismorresistencia de la NEC<sup>16</sup> y tiene un comportamiento positivo ante la humedad, ya que se trata de una fibra natural.

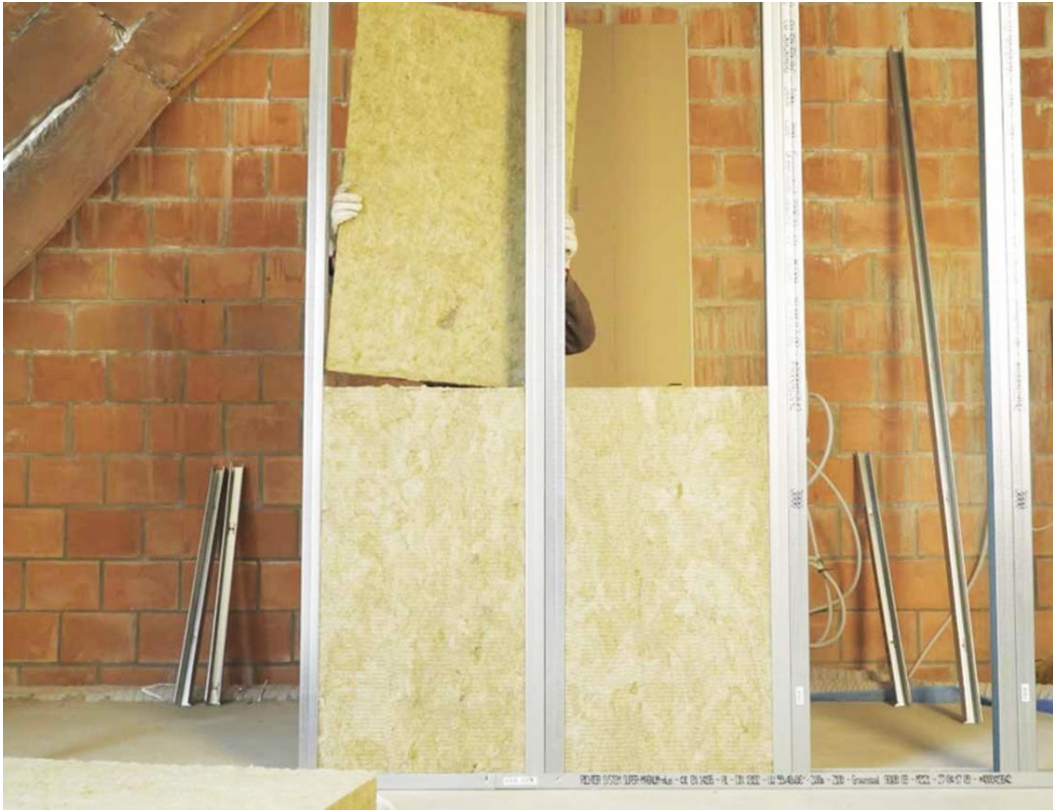
<sup>13</sup> Turba: 1. Carbón fósil formado de residuos vegetales, de color pardo oscuro, aspecto terroso y poco peso; 2. Estiércol mezclado con carbón mineral que se emplea como combustible en los hornos de ladrillos.

<sup>14</sup> Tutor: Caña o estaca que se clava al pie de una planta para mantenerla derecha en su crecimiento.

<sup>15</sup> PET: Polietilén tereftalato.

<sup>16</sup> NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Al igual que es resistente a hongos y microorganismos, ya que se trata de una fibra alta en silicio. Por otro lado, debido a su compactación no se prende con rapidez y en caso de una remodelación o demolición estos paneles de paja de arroz son reciclables [115].



*Figura 41 - Armado de aislante para pared con paneles de paja de arroz. YES Innovation [116]*



*Figura 42 - Paneles de paja de arroz para uso en la construcción con aislante en paredes. YES Innovation [117]*

Esta aplicación es una buena opción para dar uso a estos residuos, pero hay que tener en cuenta que utiliza un porcentaje de PET, lo que no lo hace un diseño del todo sostenible.

## 2.3.2.- Definición del producto/s "ideal/es" a diseñar

Partiendo de los ejemplos estudiados en el apartado 2.3.1. *Telas a partir de subproductos y soluciones abordadas hasta el momento con paja de arroz*, se definen unos requerimientos que se busca cumplir con los productos a desarrollar y se plantean varias aplicaciones.

### 2.3.2.1.- Requerimientos iniciales del producto/s a desarrollar

Los requerimientos que se buscará cumplir en los productos a diseñar serán:

- Uso funcional  
Se le debe dar un uso funcional al producto/s final/es.
  
- Diseño atractivo al usuario y consciente  
Se buscan productos que cumplan con ciertas características funcionales, estéticas y de responsabilidad, calidad y compromiso con la sociedad y el medioambiente, mediante el uso de materias y procesos que consigan estos resultados.
  
- Biodegradabilidad  
Se requiere que los productos sean biodegradables y biocompatibles, ya que uno de los objetivos secundarios de este proyecto es conseguir diseños conscientes, ecoeficientes y sostenibles, que no aporten nuevos problemas respecto a su efecto contaminante, al contrario, que aporten beneficios al medioambiente.
  
- Vida útil  
Los diseños deben tener una vida útil adecuada para la aplicación a la que vayan a ir destinados: corta, media o de largo plazo.
  
- Resistente a la intemperie y a la radiación UV  
Como ya se viene comentando estos deben ser capaces de soportar durante un tiempo debido las condiciones normales para una vida útil adecuada a su aplicación final.

### 2.3.2.2.- Posibles productos a desarrollar

Con los ejemplos estudiados y los requerimientos iniciales del proyecto propuestos se determinan varias aplicaciones posibles con el residuo de paja del arroz, a continuación, se explica cada una de las propuestas.



## APLICACIÓN 1. SUSTRATO PARA JARDINES VERTICALES, FACHADAS VERDES O CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Según “*Enclave de Ciencia*”<sup>17</sup> la palabra “sustrato” se define como:

*“Lugar que sirve de asiento a un cultivo. En particular, medio de cultivo empleado en cultivos intensivos de invernadero, bien de arena bien de otros materiales, sintéticos o no”.*

A la hora de diseñar un jardín vertical este ha de contener un **sustrato adecuado** que te asegure unas condiciones de sujeción, acceso del oxígeno a las raíces, una adecuada retención de agua y los nutrientes necesarios.

### SUSTRATOS MÁS UTILIZADOS

Actualmente, algunos de los **sustratos más utilizados** para huertos y jardines del mercado son: [118]

- Sustrato universal
  - De fácil disponibilidad: Accesible en cualquier tienda de jardinería.
  - Hecho a partir de turba.
  - **Aconsejable utilizar con otros sustratos:** Proporciona un buen sustento para las plantas, pero no posee los nutrientes ni la absorción adecuada.
- Sustrato de turba
  - Material esponjoso y adecuado para el cultivo de plantas.
  - **Aconsejable combinar con un fertilizante:** Para el aumento de nutrientes.
- Sustrato de fibra de coco (desarrollado en el *capítulo 2.3.1.11.- No tejidos a partir de fibras de coco*)
  - **Sustrato orgánico** muy esponjoso y ligero
  - Recomendable: Mantiene las raíces hidratadas y oxigenadas
- Sustrato mantillo
  - No recomendable: Puede contener sustancias tóxicas y es pobre en nutrientes.
- Sustrato compost
  - De fácil disponibilidad: Se puede obtener a partir de los residuos orgánicos generados en el hogar.
  - Recomendable: Rico en nutrientes, retiene el agua y permite el paso del aire.
- Sustrato perlita (definición en el *capítulo 2.3.1.11.- No tejidos a partir de fibras de coco*)
  - Aumenta el drenaje y el acceso de aire.
  - No aporta nutrientes.
  - Utilizar con mascarilla.
- Sustrato vermiculita
  - Gran capacidad de retención de agua.
  - Aporta hierro y magnesio.

---

<sup>17</sup> Enclave de Ciencia: Plataforma de soporte a la comunicación científica y tecnológica desarrollada por la Real Academia Española (RAE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología F.S.P. (FECYT), dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación.

## BENEFICIOS DE LOS JARDINES VERTICALES

A continuación, se exponen algunos de los beneficios del uso de este tipo de producto: [119,120]

- Producción de oxígeno y reducción del CO<sub>2</sub>
- Reducción del remolino de polvo
- Conservación de la biodiversidad urbana
- Regulación de la temperatura
- Efecto del aislamiento térmico (Protección térmica) (figura 44)
- Variación de la incidencia del viento
- Reducción del efecto isla
- Regulación de la humedad
- Protección de las fachadas contra los rayos solares y la lluvia ácida
- Reducción de la escorrentía de las aguas pluviales
- Protecciones físicas
- Reciclaje de las aguas grises [121]
- Protección contra el ruido
- Producción de productos para el consumo humano
- Beneficios sociales
- Efectos estéticos y psicológicos

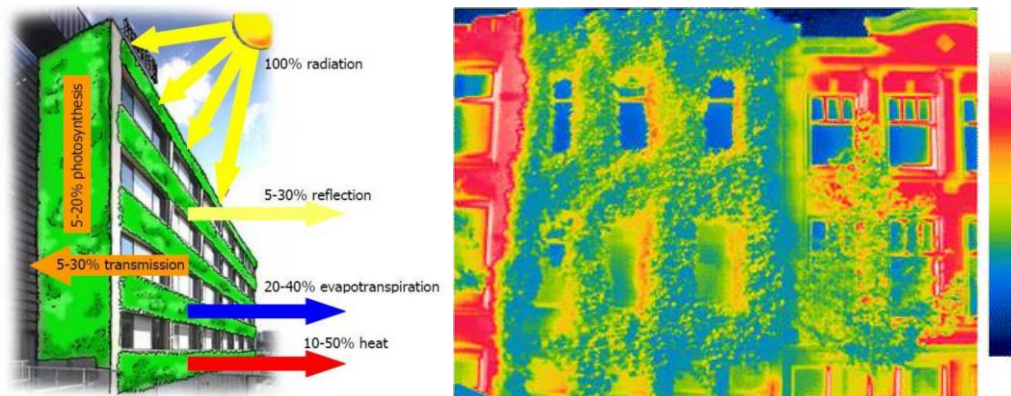


Figura 43 - Efecto aislamiento térmico de jardines verticales [119]

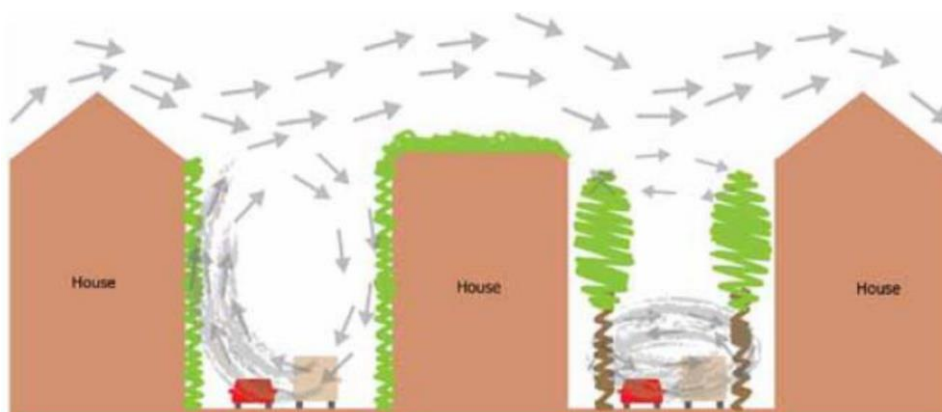


Figura 44 - Circulación de aire entre jardines verticales frente a la de árboles a ambos lados de la calle [119]

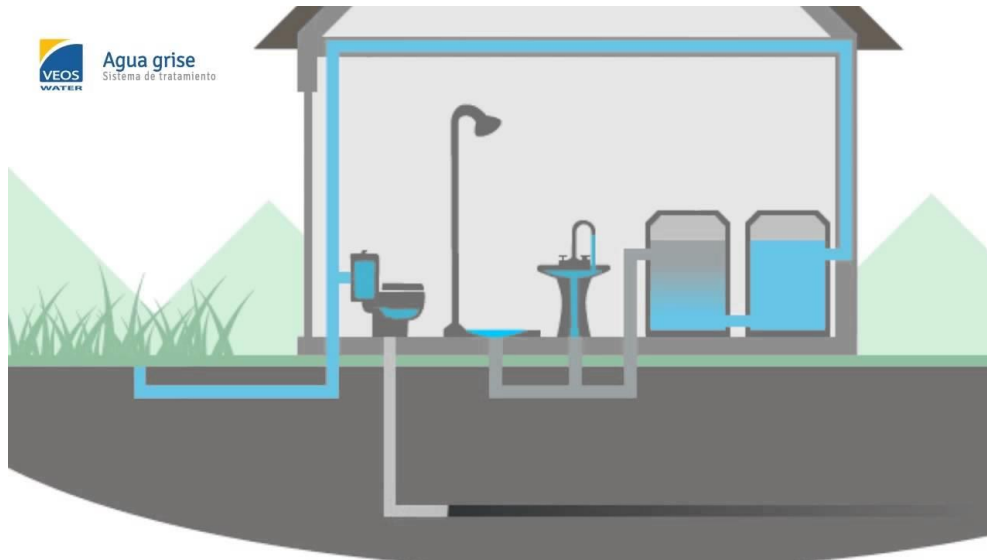


Figura 45 – Concepto de reciclaje de las aguas grises [122]

### JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN 1

Como se ha ido comentado, las fibras de coco tienen características similares a la paja de arroz (*apartado 2.3.1.11.- No tejidos a partir de fibras de coco*), ya que las dos se consideran fibras duras. Ambas son orgánicas, por lo tanto, biodegradables y biocompatibles y tienen buena capacidad de absorción y retención de la humedad. Y dado que en el capítulo *2.3.1.12.- Proyecto de creación de abono ecológico a partir de paja de arroz* se ha comprobado su funcionamiento como abono y en proyectos como el de *Colusa* (*apartado 2.3.1.13.- Proyecto Colusa*) se ha evidenciado su resistencia y absorción acústica, se decide plantear esta aplicación como posible producto a desarrollar para la revalorización de este residuo.

Asimismo, hay que añadir que, los beneficios energéticos que brindan las opciones ecológicas, como los jardines verticales, tienen un impacto notable en el ACV<sup>18</sup>, y que concretamente en 2011 se realiza un estudio en el que se determina que en un clima mediterráneo los beneficios calculados son aproximadamente dos veces más altos que para los climas templados (*figura 47*). Esto se debe al ahorro de energía relacionado con el potencial de enfriamiento [120]. De igual manera, el residuo de paja de arroz que se ha utilizado durante el presente proyecto es proveniente de la Albufera, una zona con clima mediterráneo. Este aspecto es beneficioso para finalmente, conseguir un producto más sostenible.

<sup>18</sup> ACV: Análisis en el ciclo de vida. Donde "ciclo de vida" se refiere a: Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final.



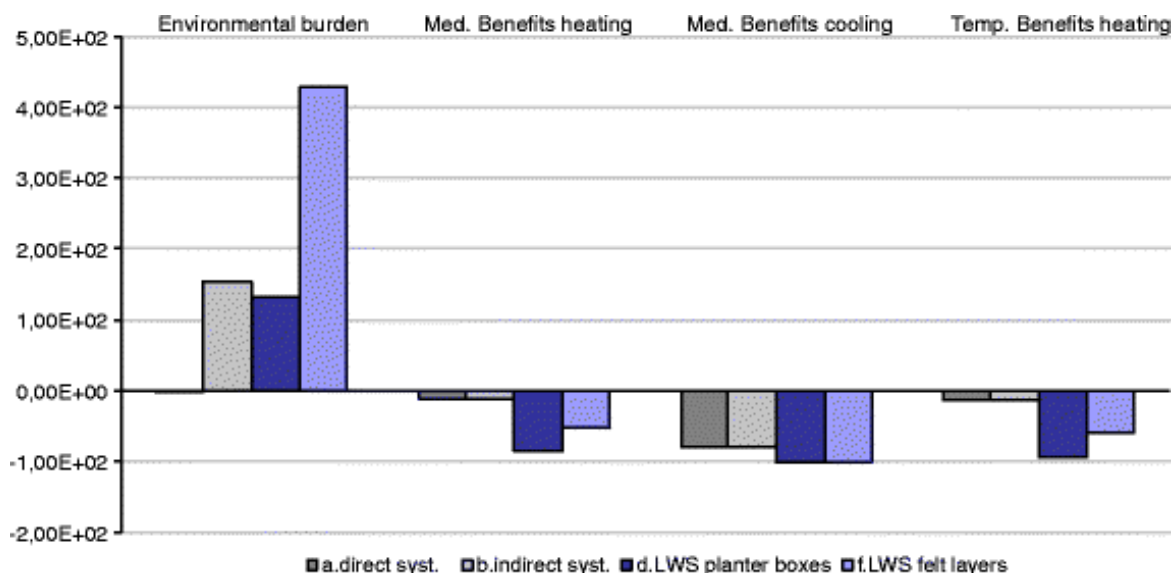


Figura 46 - Carga ambiental total para cuatro sistemas de ecologización (sistemas de apoyo + vegetación), beneficios de la calefacción y refrigeración para el clima mediterráneo y beneficios de la calefacción para el clima templado según Ottelé et al. (2011) [120]

## APLICACIÓN 2. MACETA BIODEGRADABLE QUE FUNCIONE COMO PLANTEL

Según la RAE, la palabra "plantel", del catalán "planter", y esta del latino "plantarium" "plantario" se define como: "Criadero de plantas". Al mismo tiempo, define "criadero" como: [123]

"Lugar adonde se trasplantan, para que se críen, los árboles silvestres o los sembrados en almáciga".

A su vez define "maceta" como: [124]

"Recipiente, generalmente de barro cocido, que suele tener un agujero en la parte inferior, y que, lleno de tierra, sirve para cultivar plantas".

### TIPOS DE MACETAS

Existen muchos tipos de macetas en el mercado de formas (tronco-cónicas, rectangulares, redondas...), tamaños, grosores, colores u opacidad (transparentes, opacas...) diferentes (figuras 48 y 49) hechas a partir de distintos materiales (no tejido, cerámica, material reciclado (figura 52), plástico...) [125] (figura 50), biodegradables (figura 52), entre otras. Además de su valor decorativo, éstas vendrán condicionadas también según su utilidad (para exterior o para interior), la planta que se pretenda plantar..., condiciones que determinarán la mejor maceta a elegir durante su compra [126].



*Figura 47 - Macetas con formas geométricas [127]*



*Figura 48 - Macetas humanizadas [128]*



Figura 49 - Macetas de diferentes materiales [129]



Figura 50 - Macetas de colores a partir de botellas de plástico recicladas [130]





Figura 51 - Maceta biodegradable [131]

### BENEFICIOS DE HACER UN PLANTEL

Los principales usos de una maceta suelen ser aplicaciones de decoración del hogar, comerciales, construcciones municipales o horticulturas [132]. En el caso de su uso para horticultura existen conceptos como el de "plantel". Hay algunas plantas que se pueden cultivar a parte y luego trasplantar mientras que otras por su difícil transporte o volumen deben sembrarse directamente en un lugar definitivo. Esta técnica utilizada para trasplantar plantas tiene dos ventajas principales:

- Menor tiempo dedicado a cultivar.
- Con respecto a las malas hierbas, el cultivo empieza con ventaja y con mejores condiciones de temperatura.

### JUSTIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN 2

En el presente proyecto, partiendo de la posible **Aplicación 1.** y conociendo el nuevo interés de los consumidores por productos sostenibles y de autoabastecimiento se plantea la idea de diseñar una maceta biodegradable que funcione como recipiente y plantel, de manera que en vez de usar una maceta antes de plantar la planta en el terreno esta se pueda controlar y contener en un recipiente totalmente biodegradable, que además aportará a la planta nutrientes propios del material.

Además, se contempla el uso de colores y formas diferentes para obtener diseños variados e incluso funcionalizados atractivos para el consumidor.

### 2.3.2.3.- Líneas posibles de experimentación para el desarrollo de los productos

A partir del estudio realizado hasta el presente apartado, se pueden definir las posibles telas no tejidas a trabajar para desarrollar los productos a diseñar.

Se plantean tres líneas de desarrollo:

- El uso del proceso Wet-laid.
- Telas no tejidas a partir de las fibras por termocompresión.
- Telas no tejidas a partir de las fibras añadiendo aditivos sin o con procesos de termocompresión.

La primera opción se descarta, ya que no es viable conseguir paneles de grosores finos a partir de estas fibras, debido a que son muy gruesas y no tienen mucha flexibilidad. Además, como no tienen mucha flexibilidad no existiría rozamiento entre las mismas y consecuentemente tampoco una resistencia mecánica.

El resto de las opciones son viables a estudiar ya que se trabajará con grosores más gruesos que permitan ese entrelazamiento y compactación entre fibras. Para ello, se trabajarán diferentes tamaños de estas, se elegirán una serie de aditivos y se realizarán pruebas a partir de diferentes técnicas, añadiendo o no procesos de termocompresión.

Añadir, que para elaborar las telas no tejidas con aditivos se hablará de material compuesto, concretamente de un **Green-Composite**, ya que uno de los propósitos del proyecto es diseñar un **producto** lo más **sostenible** posible. Éste estará formado por bio-polímeros reforzados con bio-fibras [133], que en este caso son de paja de arroz. Se buscará el uso de biopolímeros concretamente ya que se busca una matriz que sea de origen natural biodegradable y biocompatible para conformar el material compuesto y cumplir con los requerimientos medioambientales propuestos en el capítulo 2.3.2.1.- *Requerimientos iniciales del producto/s a desarrollar.*

## 3.- ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Para desarrollar los productos se necesita estudiar la mejor composición, estructura y procesos posibles a utilizar.

### 3.1.- MATERIALES

Se utilizarán diferentes materiales dependiendo del proceso a realizar. A continuación, se explican los materiales necesarios para cada uno de estos procesos.

#### 3.1.1.- Materia prima

La paja de arroz es un residuo agrícola que se caracteriza por ser una fibra natural vegetal que se cataloga como **fibra dura**. Estas fibras tienen un alto contenido de lignina y son de textura **rígida** [134]. Algunos ejemplos de fibras duras, explicados anteriormente, son por ejemplo las fibras de piña o las fibras de coco [135].

Éstas tienen propiedades de alta resistencia debido a su grado de lignificación, que adquiere una mayor consistencia al acumular más celulosa [136].

Además, como se ha podido observar a lo largo del proyecto, también tienen propiedades de absorción acústica entre otras cualidades como su capacidad para la elaboración de compost. Aunque, todas estas características podrían variar según el tamaño o formato que se utilice, aspecto que se explica en el siguiente apartado 6.2.3.1. *Influencia del tamaño de fibra*.

##### 3.1.1.1.- Influencia del tamaño de fibra

Las propiedades de la fibra pueden variar en función del tamaño de fibra es por ello por lo que se estudia también la influencia de los tamaños a utilizar en el presente proyecto.

Primeramente, se realiza el estudio con las **fibras originales**. Este tamaño no necesita de un proceso posterior.

En segundo lugar, se **cortan** con las tijeras las fibras a una **longitud de 1 cm**, para conseguir un material más manejable.

En tercer lugar, se les realiza un **cardado**<sup>19</sup> a las fibras para, conservando su longitud, conseguir un tamaño más fino de fibras. Este proceso es realizado mediante la utilización de **cardas** (figura 53).

Y finalmente, con el fin de obtener una **fibra aún más corta y fina** se realiza un **proceso de molienda** mediante un **molino** (figura 54).

---

<sup>19</sup> Cardado: Operación que consiste en la separación, limpieza y orientación de fibras.





Figura 52 - Proceso de cardado de las fibras con cardas



Figura 53 - Proceso de molienda de las fibras en molino



Figura 54 - Fibras largas originales, fibras cardadas, fibras cortadas y fibras molidas, respectivamente

Como se puede observar (*figura 55*) el aspecto cambia, pero más que el aspecto, se produce un cambio bastante drástico en la compactación del no tejido y en la cohesión entre las fibras de éste. La utilización de **fibras más largas** proporcionará mayor **cohesión** entre ellas, al contrario que con las fibras cortas. Aunque, a medida que las **fibras** son **más finas**, la **compactación** es **mayor**. Cabe destacar que estos aspectos serán condicionantes a tener en cuenta durante el desarrollo o conformado del producto.

### 3.1.2.- Materiales limpieza de fibras

Antes de tintar las fibras y/o trabajar con ellas se les aplica un **blanqueo** y un **descrude** a las mismas, para retirar la suciedad e impurezas que puedan contener.

Para este proceso se necesitan diferentes materiales además de las fibras:

- Humectante/detergente no iónico (*figura 56*): Sirve para eliminar la suciedad.
- Estabilizador PROESCEL BSE (*figura 57*): Se utiliza para estabilizar y prevenir la degradación.
- Hidróxido sódico NaOH 40° Be (360 g/Kg 500g/L) (*figura 58*): Este producto es también conocido como lejía y servirá para desinfectar y blanquear.
- Oxidante (*figura 59*): Se utilizará peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), conocido como agua oxigenada, para limpiar y blanquear.



Figura 55 - Humectante/detergente no iónico



Figura 56 – Estabilizador Proescel BSE

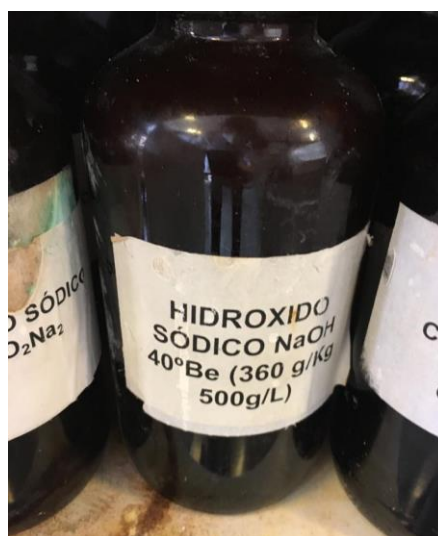


Figura 57 - Hidróxido sódico

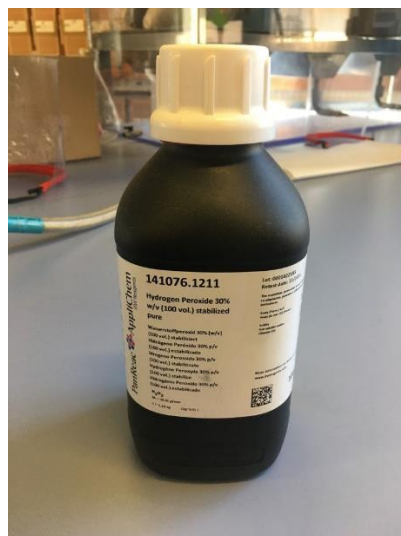


Figura 58 - Agua oxigenada

### 3.1.3.- Adhesivos

Como ya se ha comentado en el apartado 2.3.2.3.- *Líneas posibles de experimentación para el desarrollo de los productos*, se utilizará como matriz del material un bio-polímero, es decir, un polímero de origen natural. Se propondrán varias opciones, aunque finalmente, tras analizar resultados, se elegirá solamente una de estas.

#### DISOLUCIÓN DE QUITOSANO

Como primera opción se elige utilizar el **quitosano**. Para realizar la disolución se utilizará quitosano y ácido acético.

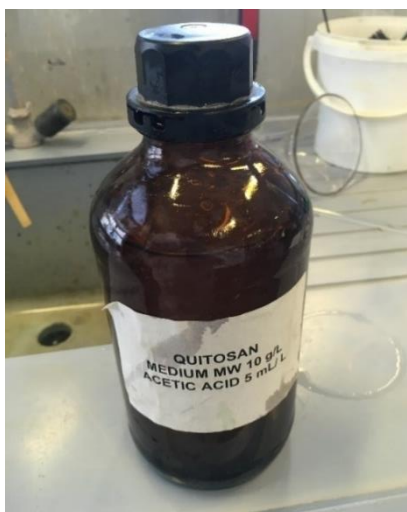


Figura 59 – Disolución de quitosano

#### - Quitosano

*“El quitosano o chitosán es uno de los polímeros más abundantes de la naturaleza. El término deriva del griego χιτών que en español significa “coraza”. Se obtiene a partir de un proceso de desacetilización de la quitina, un polisacárido, elemental en la formación de los exoesqueletos de crustáceos, insectos y paredes hongos” [137].*

*“Entre sus numerosas propiedades el quitosano es **biodegradable, biocompatible y no tóxico**. Tiene importantes aplicaciones en una gran variedad de sectores industriales. Lo vemos en medicina como agente procoagulante y hemostático. En alimentación y nutrición vemos su uso como espesante, emulsionante y conservador de alimentos además de como un popular saciante y capturador de lípidos. En la industria química sus propiedades floculantes (puede captar sólidos en suspensión) se aprovechan para procesos de aglutinación y precipitación. Además de tener propiedades quelantes es una poliamida que se usa en el desarrollo de plásticos biodegradables y ultrarresistentes de nueva generación. Es quizás es en la agricultura donde su uso está*



tomando mayor protagonismo gracias a beneficios directos sobre el rendimiento de los cultivos” [137].

Este compuesto tiene propiedades agronómicas como que es **antifúngico**<sup>20</sup>, **antimicrobiano**, antiviral, inductor de defensas y **estimulador de crecimiento** [137].

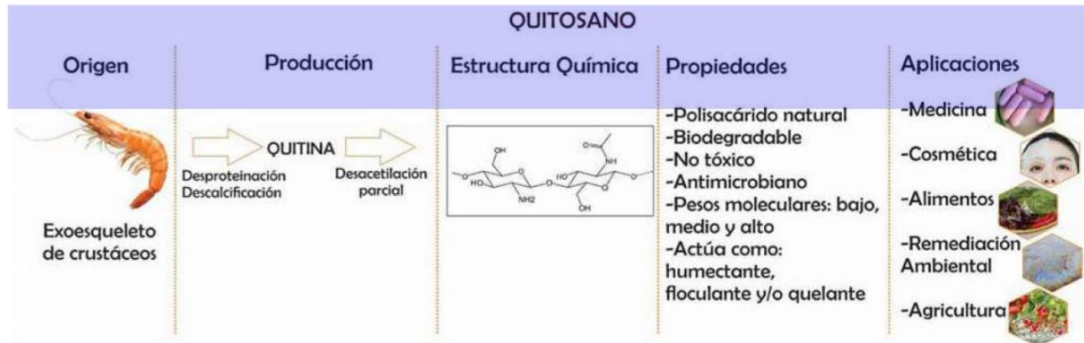


Figura 60 - Resumen de las principales características del quitosano [138]



Figura 61 - Quitosano en polvo

- Ácido acético

Este se añade para disolver el quitosano.



Figura 62 - Ácido acético

<sup>20</sup> Antifúngico: Que combate los hongos o evita su aparición.

## AGAR-AGAR

Como segunda opción se utiliza agar-agar.

“El agar-agar es un polisacárido que se extrae de las paredes celulares de algunas especies de algas rojas encontradas en varias partes del mundo como Japón, India, China, México, Sur África, Estados Unidos y Portugal entre otro” [139].

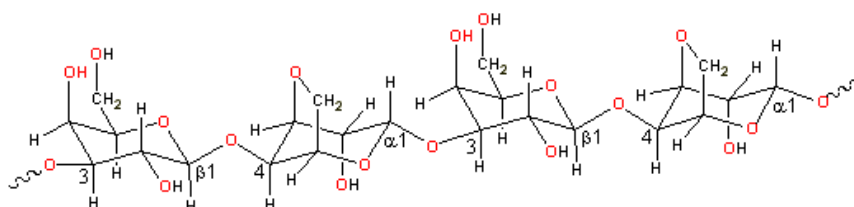


Figura 63 – Estructura química del agar-agar [140, 141]

“El gel de agar posee características que lo hacen un material bastante apetecido por la industria de la biología molecular, la microbiología, la biología de plantas, farmacéutica y hasta cocina. Estas características dependen principalmente de la composición química del material, al igual que de su estructura química” [139].

“Una de sus principales características es la capacidad de gelificación que posee ante cambios en la temperatura. Este se solidifica a temperaturas entre 30 °C y 40 °C ...” “La resistencia del gel es otra característica distintiva del material. Los valores de esta están entre 4900 Pa y los 49000 Ps y dependen principalmente del contenido de agarosa en la solución” [139].

Las propiedades de este compuesto lo hacen perfecto para aplicación a la que irá destinada la tela no tejida, ya que consigue, junto con las fibras, cumplir con los requisitos exigidos para la misma.

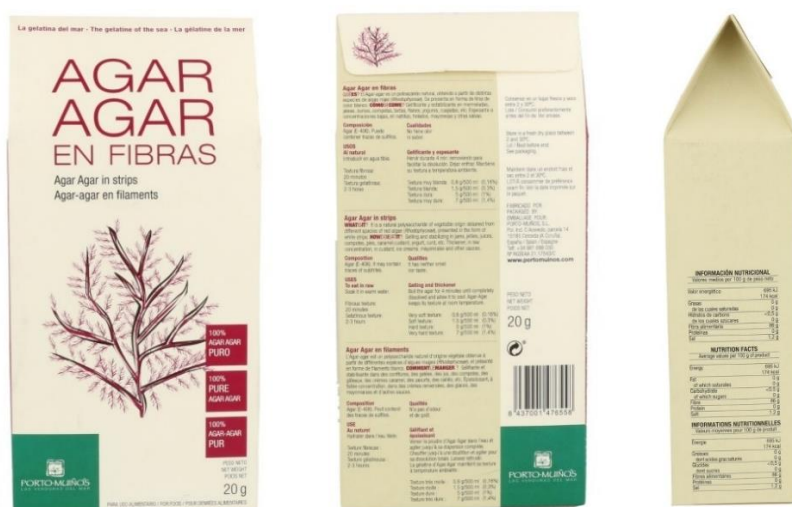


Figura 64 – Características del agar-agar utilizado [142, 143, 144, 145]

El formato en tiras, que ha sido el utilizado durante el proyecto, es más difícil de disolver que el formato en polvo, pero asegura una menor pérdida de material durante su transporte. Por lo que a la hora de realizar el producto industrialmente se utilizaría el formato más conveniente, de una manera ecoeficiente, para la empresa.



Figura 65 – Tiras de agar-agar [146]

## ALCOHOL DE POLIVINILO (PVA)

*“El polialcohol vinílico o PVA es el polímero hidrosoluble que se sintetiza en mayor cantidad en el mundo. Su excelente resistencia frente agentes químicos, propiedades físicas específicas, su biocompatibilidad y biodegradabilidad, así como su fácil procesabilidad, lo convierten en una de las resinas poliméricas con mayor número de aplicaciones” [147].*

Esta resina nos aportará las propiedades buscadas en la tela no tejida. Se caracteriza por ser una resina biodegradable, inodora y no tóxica, con una capacidad excelente de adsorción de sustancias polares y pigmentación, de alta resistencia y flexibilidad, bajo nivel de compuestos orgánicos y por ser un modificador reológico<sup>21</sup> [148]. Ésta tiene aplicaciones tanto en la industria papelera y textil, como en la construcción, adhesivos o la industria del petróleo y gas, debido a sus propiedades como formación de película y alta resistencia a la tracción [149].

Tabla 1 - Características generales del PVA [150]

<b>Características Generales</b>	
Resistencia a la tracción (PVA 98-99% hidrolizado)	67-110 MPa
Resistencia a la tracción (PVA 87-89% hidrolizado)	24-79 MPa
Elongación (%)	0-300
Calor específico	1.67 J/(gK)
Conductividad térmica	0.2 W/(mK)
Densidad	1.27-1.31 g/ml
Tg (PVA 98-99% hidrolizado)	85°C
Tg (PVA 87-89% hidrolizado)=	58°C
Tm (PVA 98-99% hidrolizado)=	230°C
Tm (PVA 87-89% hidrolizado)=	180°C
Estabilidad térmica:	T> 100°C (amarillamiento) T>150°C (oscurecimiento) T>200°C (descomposición)
Grado de cristalinidad: 0-0.54	0,00 – 0,54
Inflamabilidad	Arde de forma similar al papel
Estabilidad radiación UV	Excelente

<sup>21</sup> Reología: Estudio de los principios físicos que regulan el movimiento de los fluidos.



Esta sería la estructura molecular del alcohol de polivinilo:

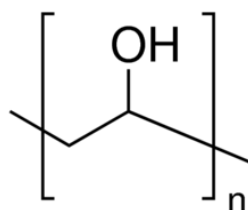


Figura 66 - Estructura molecular del PVA [151]

Existen diferentes formatos y tamaños según su aplicación o preferencia [152]. En este proyecto se utiliza, en concreto, el siguiente producto [153]:

- Nombre del producto: Mowiol® 10-98 Mw<sup>22</sup>~61,000
- Referencia: 10852
- Marca: ALDRICH
- Número de CAS: 9002-89-5

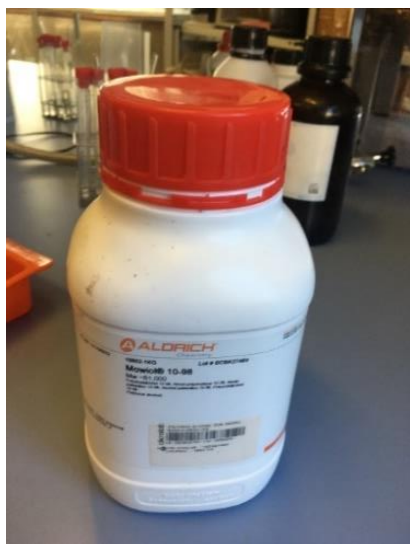


Figura 67 - Alcohol de polivinilo (PVA)



Figura 68 - Cristales o escamas de alcohol de polivinilo (PVA)

## ALMIDÓN DE MAÍZ

El almidón de maíz es comúnmente conocido como Maizena.

*“La Maizena® es el almidón de maíz sin modificar. Es un polvo fino, blanco, de sabor y olor característico, recomendado como agente espesante y para la retención de humedad en diferentes productos industriales y alimenticios. Se entiende Maicena o almidón de maíz, al polisacárido obtenido a través de la molienda húmeda de las diversas variedades de maíz” [154].*

Se sabe que este compuesto es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión [155]. Por esto, y sus múltiples propiedades, como por ejemplo que es de origen natural y biodegradable, lo hacen un producto posible a utilizar para conformar la tela no tejida.

---

<sup>22</sup> Mw: Peso molecular.



Figura 69 - Almidón de maíz Maizena [156, 157]

### 3.1.4.- Otros aditivos

Además de los aditivos comentados, se añaden una serie de pigmentos en algunas de las pruebas para tinter las fibras de éstas, antes de conformar la tela. Asimismo, en una de las muestras se añade turba.

#### 3.1.4.1.- Pigmentos

Se elige realizar tres colorantes para tinter las fibras, se explican a continuación cada uno de ellos.

#### RUBIA TINTÓREA

Dentro del grupo de pigmentos con estructura molecular de **quinonas** están agrupadas: las benzoquinonas, naftoquinonas, **antraquinonas** y quinonas policondensadas. Dentro del grupo de las antraquinonas se encuentran las **alizarinas** [158].

*“La rubia roja (Rubia tinctorum) es una especie de plantas fanerógamas del género Rubia, del orden de las Gentianales, perteneciente a la familia de las rubiáceas”.*

*“Esta especie ha tenido una gran difusión, sobre todo en el pasado, debido a la utilidad de su raíz para fabricar tintes de color rojo destinados a la industria textil y a su utilidad farmacológica” [159].*

*“Los componentes del tinte son **antraquinonas** con **alizarina**, el producto de hidrólisis del **ácido ruberitríco**, siendo el tinte principal componente de Rubia tinctorum. Las antraquinonas probablemente contribuyan a la **resistencia de la planta frente a los hongos del suelo**” [158].*

Es un colorante que normalmente precisa de mordiente y que en ocasiones se utiliza como indicador ácido-base, amarillo pH= 5,5, rojo pH= 6,8 [158].

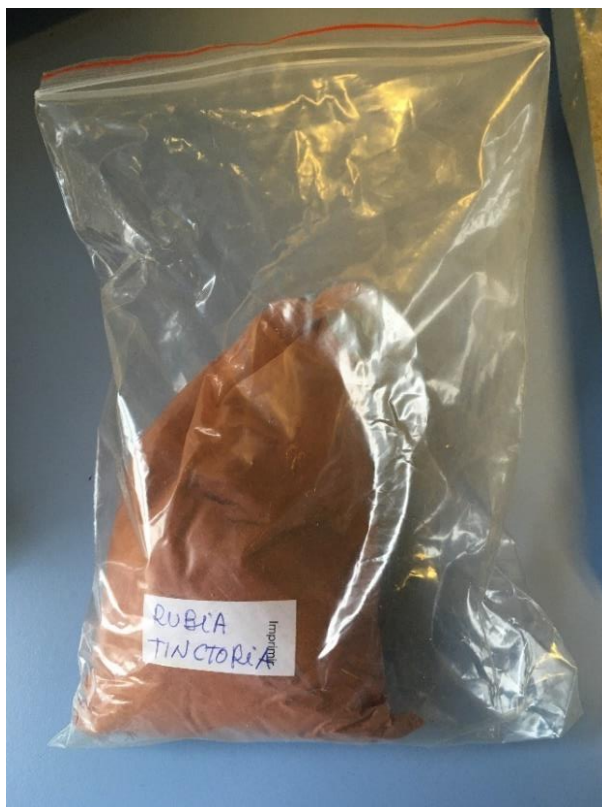


Figura 70 - Pigmento rubia tintórea

## CÚRCUMA

*“La cúrcuma (Curcuma longa L.) es una planta de la Familia Zingiberaceae originaria del sudeste asiático. Es conocida mundialmente como especia aromática, utilizada en la gastronomía asiática para dar un toque de color y sabor picante a los platos” [160].*

Es el rizoma de color anaranjado el que confiere a la planta una variedad de beneficios en cuanto a sus usos en el mercado o la industria. *“La cúrcuma es y ha sido utilizada en gastronomía e industria alimentaria, en medicina, cosmética natural y ritos espirituales” [160].* Compuestos de este rizoma anaranjado, como los **curcuminoídes**, en especial la **curcumina**, le confieren a esta planta importantes propiedades como la reducción de inflamación en caso de artritis, prevención de arteriosclerosis, efectos hepatoprotectores, desordenes respiratorios y gastrointestinales, afecciones de la piel como psoriasis o eczemas, prevención de cáncer y capacidad antioxidante o estimulante del crecimiento capilar [161].

*“La cúrcuma pertenece al grupo de colorantes de **antocianina**, carotide derivado de calcona, que se obtienen a partir de soluciones acuosas y la extracción es usada directamente para teñir tanto en frío como en caliente a veces con auxiliares. ”* Esto es debido a que se trata de un tinte sustantivo, es decir no precisa de afinidad directa con la fibra [162].

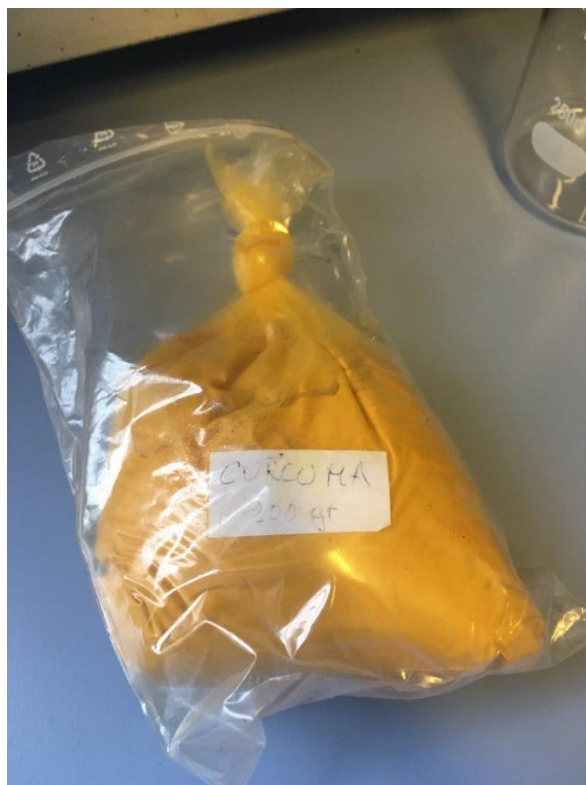


Figura 71 – Pigmento cúrcuma

## COL LOMBARDA

Wikipedia define la col lombarda como:

*“Brassica oleracea var. capitata f. rubra, de nombre común lombarda, col lombarda, repollo morado, col morada o berza morada, es una planta de la familia del repollo (y ambas de las coles). Es un grupo de cultivares ('Ruby Ball', 'Kalibos'...) de la variedad de col Brassica oleracea var. capitata en la que las hojas poseen un color violáceo característico. Este color es debido a la presencia de un pigmento llamado **antocianina** [163].”*

Este pigmento es hidrosoluble, es decir, soluble en agua, en ácido acético y en alcohol, pero no en aceites, y como se comenta, es responsable de la coloración roja, azul o violeta de muchas flores, frutas, hortalizas, etc, como por ejemplo la col lombarda [163].

*“La coloración de este pigmento depende en gran medida de la acidez (pH) del suelo, por lo cual las hojas pueden crecer más rojas en suelos de carácter ácido mientras que en los alcalinos son más azules” [163].*

Es por esto, que *“en química la col lombarda se suele emplear como indicador del pH natural, para identificar los ácidos o bases [164].”*

La utilización de este tipo de colorante permite utilizar procesos de producción más limpios y/o generar productos verdes (aquellos que siguen la química verde<sup>23</sup>) [165].

---

<sup>23</sup> Química verde: Rama de la química tradicional que permite realizar y diseñar productos y procesos que disminuyen o eliminan el uso y la producción de sustancias peligrosas (US EPA, 2017), gracias a dicha





Figura 72 – Col lombarda [166]

Además, cabe destacar que, “España es el séptimo país de la Unión Europea que más comida desperdicia, con 7,7 millones de toneladas al año, lo que equivale a 179 kilogramos por persona” [167] (figura 73). Muchos de estos residuos provienen de las hortalizas y verduras que se desechan porque no son vendidas, no son aptas para el consumo, etc [168] (figura 74). Es por esto, que la idea de aprovechar la col lombarda, un alimento que suele ser común encontrar durante casi todo el año [169], para obtener el tinte también ayudaría a reducir estos residuos, que actualmente conllevan una serie de problemas medioambientales, económicos e incluso sociales [170].

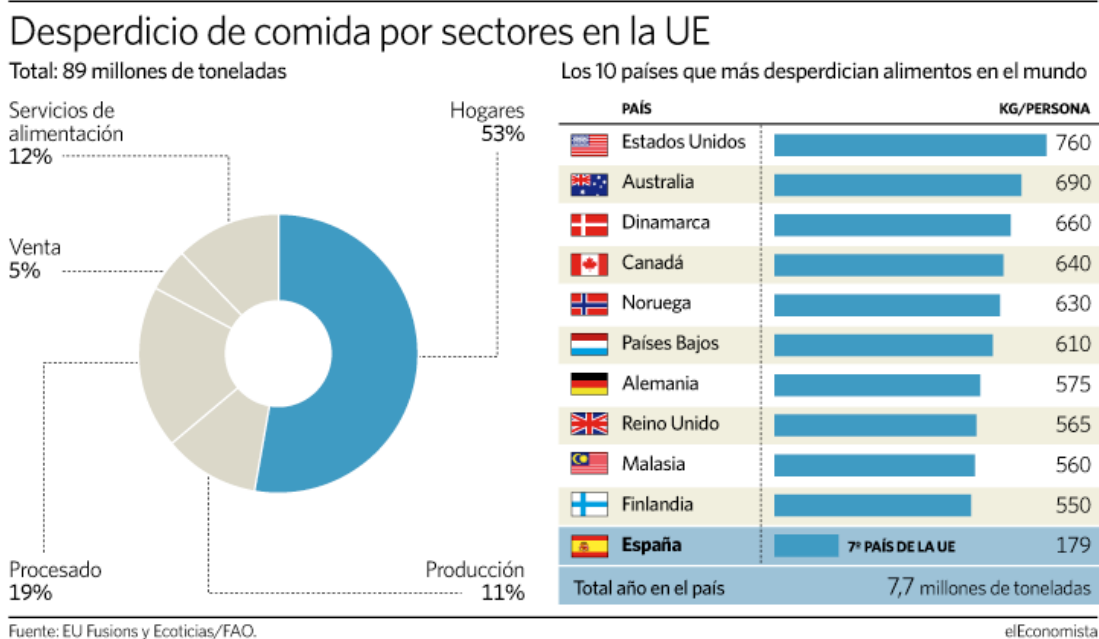


Figura 73 - Desperdicio alimenticio por setores en la EU [171]

acción, se puede disminuir la carga contaminante de los residuos peligrosos (RESPEL) generada por los laboratorios de química, esto es factible alcanzar a través de la implementación de procesos de producción más limpios, o generación de productos verdes.

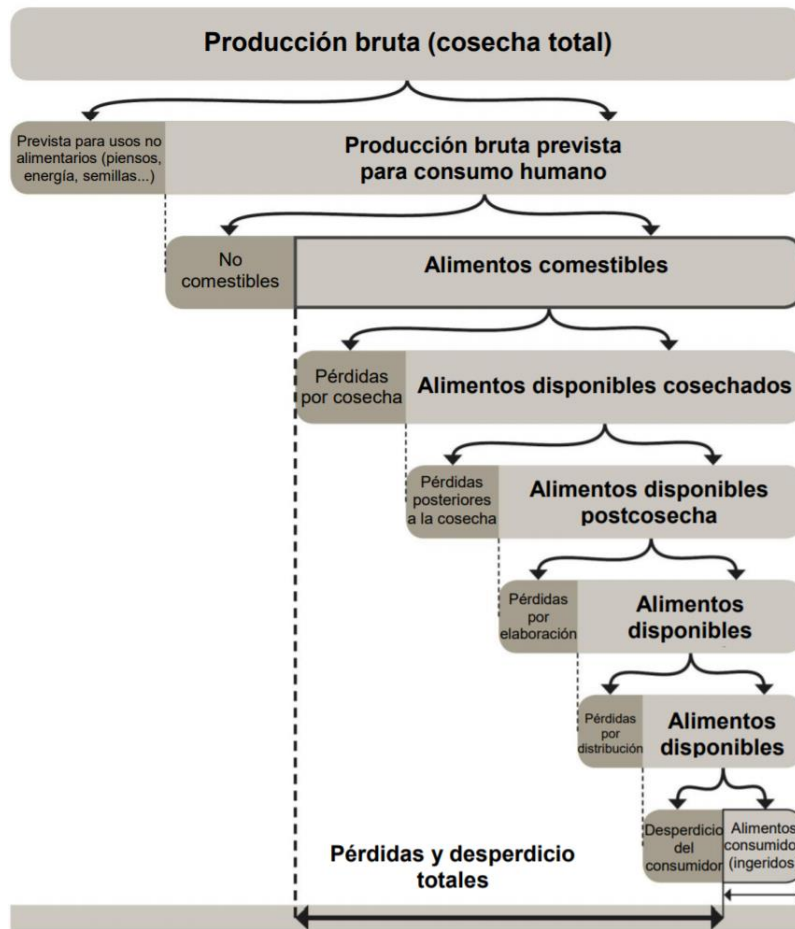


Figura 74 - Representación esquemática de la definición de pérdidas y desperdicio de alimentos a lo largo de la cadena alimentaria [172]

### 3.1.4.2.- Otros

En una de las muestras se decide añadir sustrato universal, concretamente este: [173]

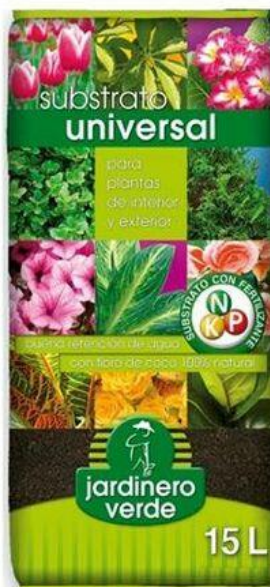


Figura 75 - Sustrato universal [174]

## 3.2.- EQUIPOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Para realizar y diseñar las formas o formatos resultantes de los productos se han utilizado diferentes útiles, moldes, recipientes, maquinaria y procesos.

A continuación, se explican las técnicas o equipos a destacar:

- Balanza electrónica de precisión: Se utiliza para pesar cuando se necesita alta precisión.



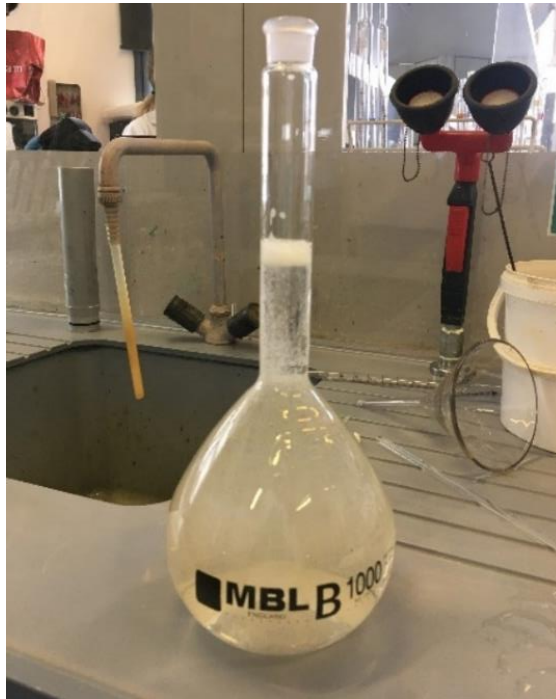
*Figura 76 - Balanza electrónica de precisión*

- Cacerola: Para realizar el tratamiento previo a la tintura de las de fibras.



*Figura 77 - Cacerola para limpieza de fibras*

- Matraz aforado: Se utiliza para realizar disoluciones controladas.



*Figura 78 - Matraz aforado*

- Embudo: Útil para filtrar sustancias y para envasarlas en otros recipientes, evitando el derramamiento accidental.



*Figura 79 – Embudo*



- Agitador magnético y barra de agitación: Sirven para remover y calentar una disolución y conseguir que ésta se disuelva más rápido.

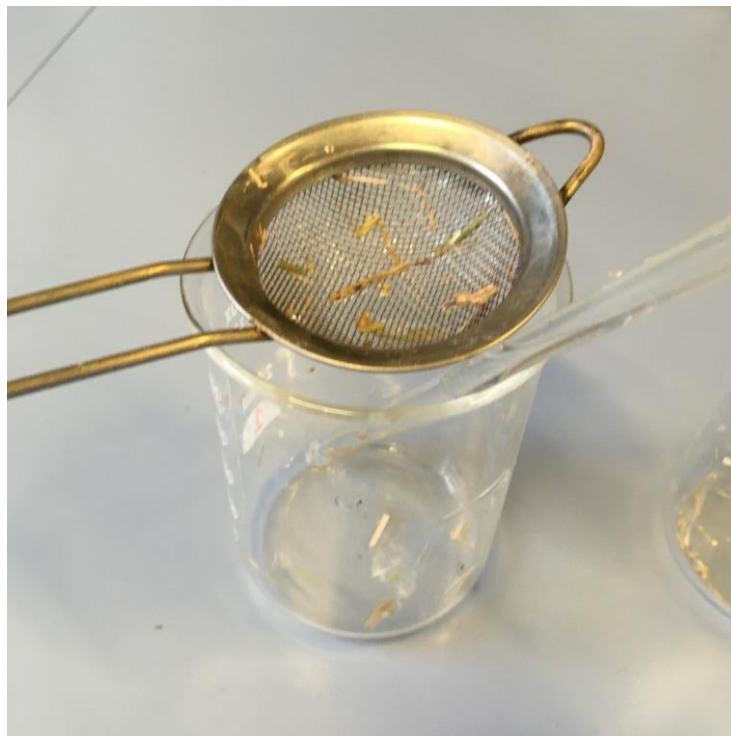


*Figura 80 - Agitador magnético*



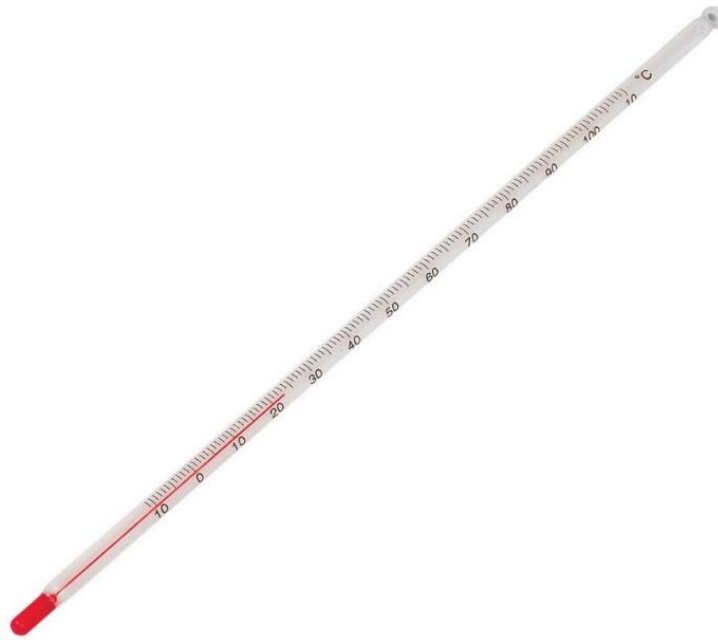
*Figura 81 - Barra de agitación*

- Colador metálico: Sirve para filtrar y separar un material de otra de diferente tamaño. En este caso filtrar la paja y retirar la disolución no absorbida.



*Figura 82 - Colador metálico*

- Termómetro: Se utiliza para medir la temperatura de la disolución y controlarla.



*Figura 83 – Termómetro [175]*

- Bol de lavado: Recipiente para mezclar las fibras con las disoluciones mientras se realiza el pulverizado.



*Figura 84 - Bol de lavado*

- Pulverizador spray: Sirve para aplicar las disoluciones por pulverizado.



Figura 85 - Pulverizador Spray

- Horno: Sirve para secar las muestras.



Figura 86 – Horno



- Placa calefactora: Principalmente, sirve para calentar disoluciones y así ayudar a disolver el disolvente.



*Figura 87 – Placa calefactora*

- Pincel: Para aplicar aplicar el recubrimiento.



*Figura 88 - Técnica de recubrimiento*



### 3.2.1.- Técnicas de conformado del no tejido

El proceso de conformado de la tela o material compuesto dependerá de si se trata del sustrato o de la maceta. Por esto, se distingue entre el no tejido plano y el no tejido de la maceta que se decide que tenga forma tronco-cónica (forma usual de una maceta común).

#### 3.2.1.1.- Técnicas de conformado del no tejido plano

Para el **sustrato** se utilizan:

- Bandeja de aluminio cuadrada de 220 mm X 220 mm X 46 mm



Figura 89 - Bandeja de aluminio cuadrada de 220 mm X 220 mm X 46 mm

- Molde de aluminio de 255 mm x 175 mm



Figura 90 - Hembra molde de aluminio



*Figura 91 - Hembra molde de aluminio*



*Figura 92 - Molde completo de aluminio (macho y hembra)*



Figura 93 – Prensa de placas calefactables

### 3.2.1.2.- Técnicas de conformado del no tejido de forma tronco-cónica

Para realizar y diseñar la **maceta** se utilizan:

- Vaso de papel pequeño de 150 cc<sup>24</sup>



Figura 94 - Vaso de papel de 150 cc

---

<sup>24</sup> CC: Centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>)



- Molde de silicona cuadrado libre de BPA de la marca Mun Home Silicona [176].



Figura 95 - Molde de silicona cuadrado [176]

- Molde de aluminio redondo de 6 x 4 cm.



Figura 96 - Molde redondo de aluminio 6 x 4 cm

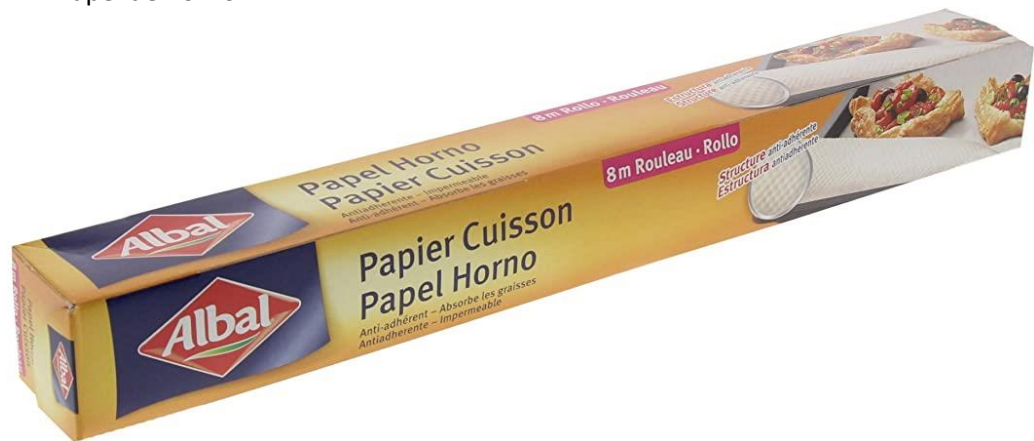


- Bol porcelana redondo blanco 3000 mL de 24 x 24 x 12 cm de *Arte Regal* [177].



*Figura 97 - Bol porcelana redondo blanco 3000 mL [178]*

- Papel de horno



*Figura 98 – Papel de horno [179]*

### 3.3.- DEFINICIÓN DEL PROCESO

Como se comenta en el apartado 2.3.2.3.- *Líneas posibles de experimentación para el desarrollo de los productos*, para elaborar la tela no tejida con adhesivos se hablará de material compuesto, concretamente de un Green-Composite, ya que éste estará formado por biopolímeros reforzados con bio-fibras [133].

Partiendo de esa base, se plantean diferentes propuestas y se llevan a cabo diferentes procesos de transformación con el fin de comparar resultados y hallar la mejor opción para llevar a cabo los diseños finales.

Primero, se realiza una **limpieza de las fibras** para observar el comportamiento durante el proceso de conformado de la tela y tintura de las fibras. Seguidamente, se eligen **diferentes adhesivos para el proceso de fabricación de la tela no tejida**, con el fin de analizar el mejor resultado. A su vez, se obtienen diferentes **tamaños de fibra** para comparar y analizar resultados respecto a aspectos como la estabilidad, maleabilidad, compactación, resistencia y capacidad de drenaje de las telas, entre otros aspectos como la capacidad de tintura de las fibras. Al mismo tiempo, se llevan a cabo distintas técnicas para **conformar la tela** de los diferentes formatos, plano o tronco-cónico. Por otro lado, se aplican tratamientos de **tintura** a las **fibras** con los tintes seleccionados para comparar resultados respecto a los requerimientos estéticos y funcionales expuestos en el presente proyecto, en este caso solamente para la maceta, intentando encontrar la solución más viable.

#### 3.3.1.- Mecanismo de compactación

El proceso de obtención de la tela o material compuesto dependerá del formato a realizar. Por esto, se distingue entre métodos para el no tejido plano y métodos para el no tejido con forma tronco-cónica. Aunque, estas pruebas se realizarán en paralelo y unas a otras se aportarán mutuamente.

##### 3.3.1.1.- No tejido plano

Para la elaboración de la tela que formará el sustrato se realizan varios tipos de pruebas:

- Muestras con adhesivos: En este caso, se utiliza un **sistema en húmedo especial de pulverizado** (*figura 99*) para aplicar el ligante correspondiente. Se realizan pruebas de dos maneras:
  - o Muestras en bandeja de aluminio (*figura 89*)
  - o Muestras en molde (*figura 92*) con **termocompresión** (*figura 100*)
- Muestras sin adhesivos: Esta muestra se realiza a partir del molde y un proceso de termocompresión. Cabe destacar que no se aplica ningún tipo de ligante en su proceso de conformado, pero más adelante si se le aplica un **tratamiento especial de recubrimiento** (*figura 101*).

En comparación con otros procesos en húmedo, los procesos especiales como los utilizados, recubrimiento y pulverizado, permiten utilizar poca cantidad de agua y fase dispersante, lo que permite obtener un **menor desperdicio de producto** y diseñar un **producto más sostenible**. A continuación, se explican las diferentes pruebas realizadas distinguiendo por un lado los no tejidos realizados en la bandeja y por otro, los realizados en molde.



Figura 99 - Proceso de pulverizado

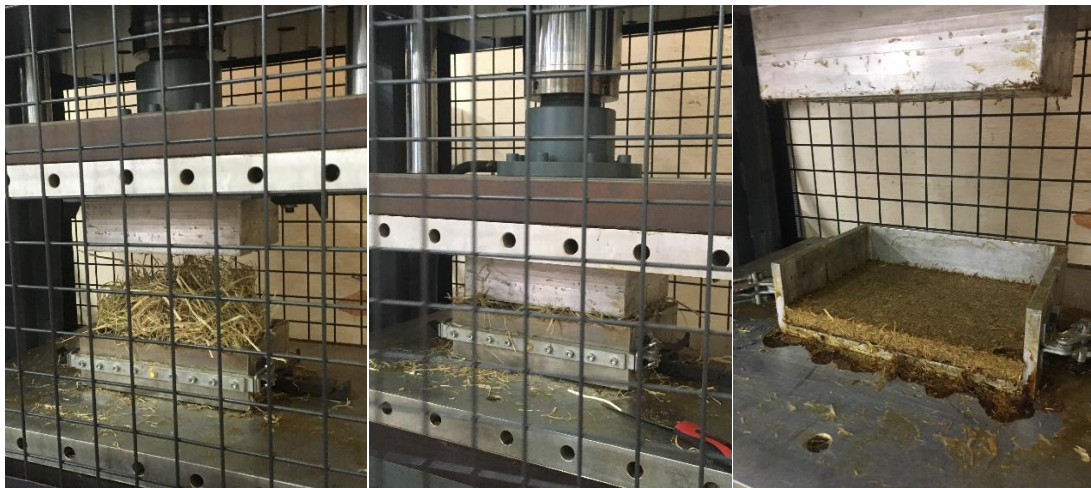


Figura 100 - Proceso de termocompresión



Figura 101 - Proceso de recubrimiento

## NO TEJIDO PLANO EN BANDEJA DE ALUMINIO

Las primeras pruebas que se realizan son en la bandeja de aluminio, todas ellas con disolución de quitosano (*pruebas 1, 2, 3 y 4*).

Como ya se ha comentado anteriormente, el **quitosano** es un producto de elevado coste que se está utilizando bastante en la industria textil y agrícola. Es por esto también, que se decide utilizar un sistema de pulverizado para conseguir gastar el mínimo de material. Las concentraciones que se van a utilizar para elaborar la disolución de quitosano (*figura 59*) serán las siguientes:

- Quitosano: 10 g/L
- Ácido acético: 5 g/L

Dado que el pulverizado es un proceso en el que no se puede calcular directamente la cantidad de disolución que va a ser utilizada. En cada prueba, se pesan las muestras antes y después de aplicar la disolución para calcular la cantidad de disolución utilizada para 100 g de materia. Finalmente, se utilizan 86 g de disolución de quitosano por cada 100 g materia.

Cabe destacar que, en las pruebas se irán variando los tamaños de fibra utilizados, ya que en un principio se observa poca compactación.

### PRUEBA 1. Disolución de quitosano con fibras cortadas

En la primera prueba se decide cortar las **fibras a una longitud de 1 cm** para el mejor manejo de éstas, las cuales se colocan en el molde de aluminio para después aplicar la disolución por **pulverizado**.

Tras aplicar la disolución se introduce la tela en el horno (*figura 86*) a una temperatura de 150 °C durante 30 minutos para **secar** (*figura 109*) la muestra más rápidamente. Después, se deja secar a temperatura ambiente hasta que esté totalmente seca y fría, luego se desmolda (*figura 107*).

### PRUEBA 2. Disolución de quitosano con fibras cortadas

Tras los resultados de la PRUEBA 1, se decide aplicar el **mismo proceso** utilizando la **disolución entre capas** de fibra con **fibras cortadas en este caso**, para así conseguir que haya mayor cohesión entre las fibras y no se pierda material.

### PRUEBA 3. Disolución de quitosano (por capas) con fibras cardadas

En la siguiente prueba se decidió **cardar**<sup>19</sup> la **paja** y al igual que en la prueba anterior, se realizó el **mismo procedimiento**, añadiendo el quitosano entre capas.

### PRUEBA 4. Disolución de quitosano (por capas) con fibras molidas

Para esta prueba se utiliza **paja molida** y se aplica el **mismo procedimiento**, al igual que las últimas pruebas se añade el quitosano entre capas.



## NO TEJIDO PLANO EN MOLDE

Para estas pruebas se decide cambiar las condiciones de conformado de la tela. En este caso se utiliza tras aplicar el pulverizado, se utiliza un proceso de **termocompresión**<sup>8</sup> (figura 100) a partir de un **molde rectangular** (figura 92) y una **prensa de placas calefactables** (figura 93). Además, será necesario un **secado** a temperatura ambiente (figura 110) posterior de al menos 24 horas de duración.

Teniendo en cuenta el primer resultado en molde (4.1. *RESULTADOS PRUEBAS*) se decidirá añadir **dos tejidos sintéticos triaxiales** (figura 102) **entre el molde** (figura 92) **y el material** para que éste **no se adhiera** al mismo y sea dificultoso su desmoldeo (figura 107).



Figura 102 - Tejido para evitar la adherencia del material al molde

Como se ha comentado anteriormente, el **estudio de métodos de la maceta** se realiza **al mismo tiempo** que el del **no tejido plano**. Durante el diseño de la maceta en una de sus pruebas se determinará que el agar-agar tendrá buen resultado como ligante. Por lo que se tendrá en cuenta también para el no tejido plano más adelante.

Además, en una de las pruebas se integrará uno de los **tintes**, concretamente el de cúrcuma para observar la **solidez al color** de las fibras durante el conformado de tela.

A continuación, se comentan las pruebas realizadas en molde con los diferentes ligantes y/o tamaños de fibra.

### PRUEBA 5. Disolución de PVA con fibras molidas

En esta prueba se decide integrar el tinte de **cúrcuma** en la mezcla, además de la disolución de **alcohol de polivinilo**. Por otro lado, cabe comentar que se utilizarán

**fibras molidas** para esta primera prueba. Asimismo, se aplicará un **sistema de pulverizado por capas** como se realizaba en las últimas pruebas en bandeja de aluminio. Las concentraciones y las condiciones utilizadas durante el proceso serán las siguientes:

- Por un lado, para la **disolución** que se aplica por **pulverizado**:
  - Disolución de **PVA: Concentración** de 33 g/L. Cabe destacar que esta mezcla deberá disolverse con ayuda de temperatura y movimiento (en un agitador magnético con una barra de agitación), ya que es un producto que tarda en disolverse.  
En este caso, la **relación de baño** es de 300 g de paja molida por 1 L de disolución de PVA. En este caso, se utilizan 250 g de paja molida.
  - **Cúrcuma**: 10 g/L de disolución de PVA.
- Por otro lado, se indican las **condiciones** (*figura 106*) en la máquina del proceso de **termocompresión**, que en este caso son:
  - Temperatura: 150 °C.
  - Tiempo: 60 minutos.
  - Espesor de la tela resultante: 3 cm.

### **PRUEBA 6. Disolución de maicena con fibras molidas**

Para la prueba llevada a cabo con **maicena** se utilizará el **mismo procedimiento y tamaño de fibras** que con la disolución de PVA, pero **sin** añadir el **tinte de cúrcuma**. Las concentraciones y las condiciones utilizadas en este caso serán las siguientes:

- Para la **disolución** que se aplica por **pulverizado**:
  - Maicena: 80 g/L de agua. Esta mezcla, al contrario que las otras disoluciones, es de rápida disolución.  
Relación de baño: 667 g/L, es decir por cada litro de disolución de maicena se necesitan 667 g de paja. En este caso, se utilizan 200 g de paja molida.
- Condiciones para el proceso de **termocompresión**:
  - Temperatura: 120 °C.
  - Tiempo: 60 minutos.
  - Espesor de la tela resultante: 2 cm.

### **PRUEBA 7. Disolución de agar-agar con fibras molidas**

De la misma manera que en las pruebas anteriores, se utiliza un pulverizado por capas y un proceso de termocompresión, aunque con las concentraciones y condiciones siguientes:

- Para la **disolución** que se aplica por **pulverizado**:
  - Disolución de agar agar: 3 g/L de agua. En este caso como es de difícil disolución se le aplicará temperatura para conseguir rapidez en el proceso.
  - Relación de baño: 625 g/L, es decir por cada 625 g de paja se necesitará 1 L de disolución de agar agar. En este caso, se utilizan 250 g de paja molida.
- Para el proceso de **termocompresión**:

- Temperatura: 120 °C.
- Tiempo: 60 minutos.
- Espesor de la tela resultante: 2 cm.

### **PRUEBA 8. Muestra sin adhesivos con fibras originales sin tratar**

En esta prueba no se utilizará ningún tipo de ligante, solo las fibras sin tratar junto con un proceso de **termocompresión**. En este caso, las cantidades y condiciones serán las siguientes:

- Paja de arroz sin tratar original: En esta muestra se utilizan 250 g de paja.
- Temperatura: 120 °C.
- Tiempo: 60 minutos.
- Espesor de la tela resultante: 2 cm.

### **PRUEBA 9. Disolución agar-agar con fibras de molidas y cardadas**

Sabiendo más cómo se comporta el material se decide realizar una de las últimas pruebas. Para la elaboración de esta muestra se necesitarán un 50 % de fibras molidas y un 50 % de fibras cardadas de las fibras totales. Las concentraciones y condiciones utilizadas serán las siguientes:

- Para la **disolución** que se aplica por **pulverizado**:
  - Disolución de agar agar: 4 g/L de agua. En este caso, como es de difícil disolución se le aplicará temperatura para conseguir rapidez en el proceso.
  - Relación de baño: En esta muestra se añaden 250 g de paja total, 125 g de paja molida y 125 g de paja cardada y se utilizan 400 mL de disolución de agar-agar, es decir 625 g/L.
- Para el proceso de **termocompresión** las condiciones son:
  - Temperatura: 120 °C.
  - Tiempo: 60 minutos.
  - Espesor de la tela resultante: 2 cm.

### **PRUEBA 10. Fibras originales y sustrato universal - recubrimiento de agar-agar**

Se realiza una prueba final añadiendo sustrato entre capas de paja de formato original y aplicando un proceso de **termocompresión**. Tras realizar el proceso y conformado de la tela se aplica un postratamiento por **recubrimiento** con **agar-agar**.

- La cantidades y condiciones utilizadas para el proceso de **termocompresión** serán las siguientes:
  - 202 g de paja original
  - 885 g de sustrato universal
  - Temperatura: 120 °C.
  - Tiempo: 60 minutos.
  - Espesor de la tela resultante: 4 cm.

- Para el postratamiento de **recubrimiento** se aplica el ligante con ayuda de un **pincel** en las **dos caras** del no tejido resultante. Se utilizan estas concentraciones:
  - o Disolución de agar-agar: 40 g/L, es decir 40 g cada litro de agua. Esta concentración bastante alta y el sistema elegidos permitirá conseguir el acabado deseado, además de una menor utilización de agua en el proceso de conformado de la tela.

### 3.3.1.2.- No tejido con forma tronco-cónica

La forma elegida para la maceta es la de una maceta común, forma tronco-cónica. Para conseguir esta forma se han utilizado, al igual que en el sustrato diferentes tamaños de fibras. En este caso el ligante no se aplicará un pulverizado debido a la forma del producto, se aplicará la disolución directamente sobre las fibras que serán **filtradas** (*figura 104*) con un colador para **eliminar el sobrante de producto y no desperdiciar material**.

Las pruebas se harán con los materiales comentados anteriormente, primero con un vaso de papel (*figura 94*), posteriormente con un molde de aluminio redondo (*figura 96*) y por último con un bol de porcelana (*figura 97*) y un molde de silicona (*figura 95*) (3.2.1.2.- Técnicas de conformado del no tejido de forma tronco-cónica).

Cabe destacar que todas las pruebas con el vaso de papel, que se realizaron con quitosano, no tuvieron buenos resultados. Por ello, se decide englobarlas en un apartado para su explicación, al contrario que las otras pruebas en las se utiliza agar-agar.

#### PRUEBAS 11, 12 y 13. Disolución de quitosano con fibras cortadas, cardadas y molidas respectivamente

En estas pruebas se decide **mezclar la disolución** junto con cada tamaño de fibra, se **filtran** las fibras y se colocan en el interior de un **vaso de papel** diseñando la **forma** de una maceta. Finalmente, al igual que con el no tejido plano, el vaso se introduce en el horno a 150 °C durante media hora para **secar** (*figura 109*) la muestra más rápidamente. Después, se deja secar al aire hasta que esté totalmente seca y fría, luego se desmolda. Las concentraciones utilizadas durante los procesos son las siguientes:

- Para la **disolución** se utiliza la misma concentración que en el no tejido plano:
  - o Quitosano: 10 g/L
  - o Ácido acético: 5 g/L

Por otro lado, dado que el **filtrado** (*figura 104*) se ha hecho manual las cantidades de disolución a aplicar (*figura 103*) sobre la paja varían en cada prueba con los diferentes tamaños, por lo que se decide realizar una media de estas cantidades. Por lo tanto, para el **proceso de conformado de la maceta** (*figura 105*):

- o Relación de baño: Se utilizan 15,25 g de disolución por cada gramo de paja (cortada, cardada y molida): En este caso, se han utilizado 2 g de paja, 2 g de paja y 4 g de paja respectivamente. g disolución de quitosano/ g paja de arroz.



### PRUEBA 14 - Disolución de agar-agar con fibras molidas. Forma 1

Esta prueba fue **clave para desarrollo de los productos**, ya que determinaría el uso del agar-agar en la PRUEBA 9, como matriz del material compuesto.

Para llevar a cabo la prueba, se plantea el uso de un molde de silicona con forma de maceta. Los tamaños y formatos en venta en el mercado no eran útiles por lo que se decide utilizar un molde cuadrado de silicona (en el caso de utilizarlo para el tejido plano también sería útil) y un molde de aluminio redondo de 6 x 4 cm para elaborar esta muestra.

La intención era conseguir que el material resultante no se adhiriera a los moldes, es por esto por lo que los utensilios de repostería elegidos son idóneos para esta función.

Para esta prueba primero se prepara la **disolución de agar-agar**, en este caso con una concentración de:

- Agar-agar: 20 g/L de agua. Este dato con respecto a la prueba 9 es mucho mayor, pero es debido a que la presión que ejerce la máquina y la que se ejerce manualmente no es la misma.

Después, se **filtran las fibras con un colador** (*figura 104*) y tras este paso, se coloca la **mezcla en el molde** redondo sobre el molde de silicona, y manualmente se aplica **presión**. En este caso se utilizarán:

- g de paja molida/L de disolución de agar-agar: 100 g/L. En esta muestra se utilizan 10 g de paja molida y 6 gramos de agar-agar.

Finalmente, se deja secar (*figura 109*) en el horno a una temperatura de 150 °C durante media hora para **secar** la muestra rápidamente. Posteriormente, se deja secar a temperatura ambiente hasta que esté totalmente seca y fría para su posterior **desmoldeo**.

### PRUEBA 15 - Disolución de agar - agar con fibras molidas. Forma 2

Tras los resultados con agar-agar se decide volver a retomar la búsqueda de la forma de maceta. Por esto, con la misma concentración que en la prueba 14 se realizará una prueba de la forma con ayuda del molde redondo ya utilizado y un bol de porcelana, siguiendo el mismo procedimiento, pero en este caso aplicando presión manualmente primero sobre el hueco de la maceta y después en sus bordes. En esta prueba se utilizarán 30 g de paja y 3 gramos de agar-agar.

### PRUEBA 16 - Disolución de agar - agar con fibras molidas. Forma 3

Como el cálculo en cuanto a cantidades de paja no es correcto en la prueba 15, se decide hacer otra prueba igual a la anterior, pero con mayor cantidad de fibra. . En esta prueba se utilizarán 50 g de paja y 4 gramos de agar-agar.

### PRUEBA 17 - Disolución de agar - agar con fibras molidas y tintadas. Forma 3

Para esta prueba se parte de las fibras tintadas (explicado en el apartado 3.1.2.- *Mecanismo de tintura* y 4.1.3. *Pruebas de tintura*), con las que se realizará el mismo

procedimiento que en la prueba 15 para conseguir la maceta de color. En esta prueba también se utilizarán 50 g de paja y 4 gramos de agar-agar.

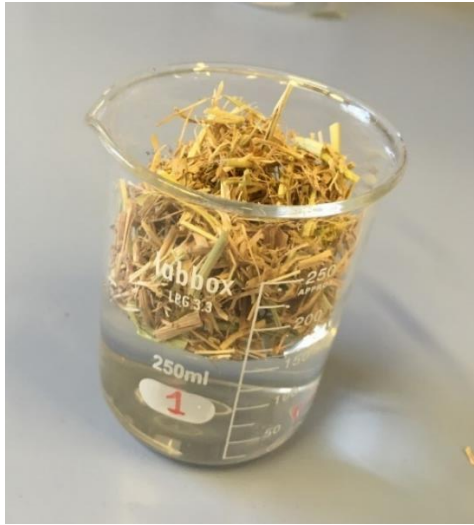


Figura 103 – Mezcla del baño (disolución de quitosano)

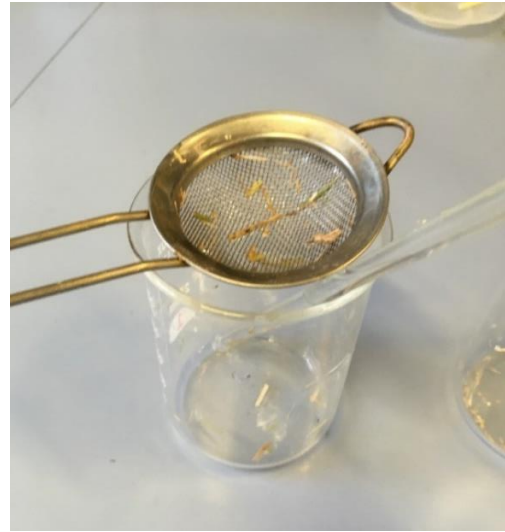


Figura 104 - Proceso de filtrado de las fibras



Figura 105 – Conformado de maceta en vaso de papel (maceta prueba 12)

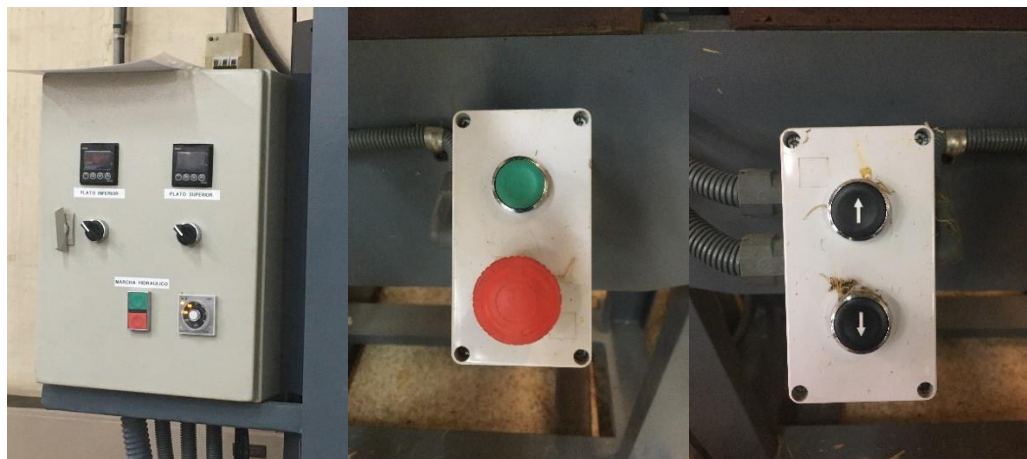


Figura 106 - Controles de la prensa con placas calefactables



*Figura 107 - Proceso de desmoldeo de los no tejidos planos*



*Figura 108 – Proceso de conformado y desmoldeo de los no tejidos con forma tronco-cónica*





*Figura 109 - Secado de los no tejido en el horno*



*Figura 110 - Secado del no tejido a temperatura ambiente*

### 3.1.2.- Mecanismo de tintura

Este proceso solo será aplicable al diseño de la maceta. Para el proceso de tintura se considera conveniente una limpieza previa de las fibras.

#### 3.1.2.1.- Procesos previos a la tintura

Antes de tinter las fibras y/o trabajar con ellas se les aplica un **blanqueo** y un **descruce** a las mismas, para retirar la suciedad e impurezas que pueda contener. Este proceso se realizará por **sistema húmedo por proceso de agotamiento**, pero con una **cantidad de agua reducida**, para utilizar así el menor porcentaje de agua necesario, siguiendo la línea sostenible del producto.



En este proceso primero, se **prepara la disolución**, se **mezclan las fibras** con la disolución durante el **tiempo** y a la **temperatura indicados** y finalmente, éstas se dejan **secar** a temperatura ambiente sobre un papel.

Para este proceso se utilizarán las siguientes concentraciones de productos y condiciones:

- Relación de baño: 2 g/L
- Oxidante H<sub>2</sub> O<sub>2</sub> del 30%: 12 % s.p.f.
- Humectante/detergente: 2 g/L
- Estabilizador Proesce: 12% de s.p.f
- NaOH: 2 g/L
- Temperatura: 100 °C
- Tiempo: 1 hora

En un principio este proceso se plantea como necesario, pero tras ver los resultados se definirá que la diferencia entre utilizar las fibras originales y las fibras blanqueadas y descrudadas es mínima en aspecto y propiedades por lo que **no será necesario aplicarle este proceso**. Así, se conseguirá ahorrar tanto en costes, como en maquinaria, tiempos y procesos, como en impacto ambiental, consecuentemente.

### *3.1.2.2.- Proceso de tintura*

Respecto al **proceso de tintura**, se utilizará un **sistema en húmedo por agotamiento**.

Se busca la mayor sostenibilidad tanto en productos como en procesos. Por lo que se decide elegir dos **tintes naturales** los cuáles tienen alta capacidad tintórea para así utilizar la menor cantidad de agua posible. Además, se busca que estos colores trabajen bien con los colores iniciales de la fibra y con el producto a diseñar (esto se explica en el apartado requisitos de función estética).

Más tarde, se decidirá utilizar otro tinte natural a partir de residuos de col lombarda.

Se entiende como tintura al proceso durante el cual, una materia textil puesta en contacto con una solución o dispersión de un colorante absorbe a éste de tal forma que, la materia teñida tiene cierta resistencia por devolver al baño el colorante absorbido.

La **tintura** se puede efectuar sobre la materia textil en cualquiera que sea su forma de presentación, es decir, se puede tinter directamente sobre la fibra, antes de entrar en el proceso de fabricación, sobre hilo, sobre tejido o también sobre prenda ya confeccionada. En este caso, se realiza **sobre las fibras**.

Durante la tintura de una materia textil se debe conseguir la **mayor afinidad y fijación** del tinte sobre la fibra para una mayor solidez del color. Las moléculas de colorante pasan por las siguientes etapas en el proceso de tintura: La difusión o movimiento de la molécula de colorante, de la fase líquida hacia la fibra textil, la adsorción o paso del colorante del baño a la superficie de la fibra y finalmente, la fijación o absorción del colorante desde la superficie de la fibra hacia su interior, estableciéndose los enlaces entre fibra y colorante. Concretamente, en este producto **no se buscará una fijación** del tinte, ya que se trata de un producto de monouso.

Además, hay que comentar que se tintan diferentes tamaños y formatos de fibra para comparar sus resultados. Una de estas comparaciones ha sido explicada en el apartado procesos previos a la tintura.

## TECNOLOGÍA DE TINTURA CON COLORANTES NATURALES

Como en este proyecto se pretende utilizar pigmentos naturales, hay que comentar que cuando se habla de pigmentos naturales, la materia colorante se encuentra en los seres vivos. Estos, a su vez se pueden clasificar según su estructura molecular (antocianinas, quinóicos, indigoides...). Dependiendo de qué tipo de estructura química tenga el pigmento, éste conferirá unas propiedades u otras al elemento al que se le adhiera [180, 181].

Por otro lado, según la fijación de los pigmentos a las fibras, los tintes se pueden clasificar en tres grupos diferentes principalmente: tintes sustantivos (normalmente no precisan de un mordiente<sup>25</sup>, tienen afinidad), tintes adjetivos (precisan de un mordiente o fijador) y tintes de tina (el proceso de teñido genera reacciones de oxidación) [182]. Aunque, la mayoría de los tintes naturales, o colorantes como se suele llamar industrialmente a los tintes orgánicos puros los cuales están acompañados de agentes reductores, necesitan de un mordiente para su fijación, ya que éste los vuelve más manejables y aplicables a distintos productos [183].

En este caso, los diseños no necesitan de una fijación alta del color, como ya se ha comentado, ya que se trata de **productos de un uso con durabilidad medio-corta**, por lo no se hablará de mordientes. Como se ha comentado anteriormente, cabe recalcar que se utilizarán **pigmentos naturales disueltos en la menor cantidad posible de agua** para desarrollar los tintes y, ya que estos no llevarán nada más que los pigmentos naturales y agua, sus **aguas residuales** serán **libres de no tóxicos**.

Se elegirán solo para el diseño final los que cumplan los requisitos y tengan los mejores resultados, pero los tintes utilizados en este proyecto serán a partir de rubia tintórea (*figura 113*), cúrcuma (*figura 114*) y col lombarda (*figura 115*). Tanto el proceso de coloración con cúrcuma, rubia tintórea y col lombarda se realizará llevando a ebullición durante 60 minutos el agua y añadiendo los componentes para extraer el tinte.

Para tintar las fibras se utiliza un **proceso en húmedo por agotamiento**, con la **mínima agua posible**. A continuación, se comentan las concentraciones utilizadas:

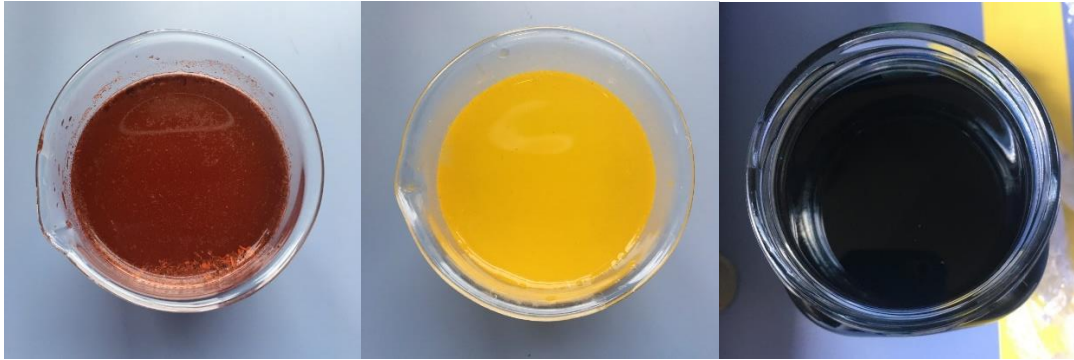
Las relaciones y/o condiciones para la tintura son en el caso de la rubia tintórea y la cúrcuma se utiliza un 3% s.p.f. y una relación de baño de  $R/b = 1/30$ , y en el caso de la col lombarda se calientan 175 g de col lombarda en 700 mL de agua para extraer el tinte y se tintan 50 g de fibra en el baño.

Tras realizar los **baños** con cada tinte se **filtran** para eliminar cualquier resto no disuelto o en el caso de la col lombarda, los restos de esta.

Se tintarán los diferentes formatos de fibra, las fibras de paja originales, las fibras de paja tratadas, las fibras de paja cardada y las fibras de paja molida, con el fin de comparar resultados.

---

<sup>25</sup> Mordiente: Agente que fija los colorantes a los tejidos, células, textiles y otros materiales, combinándose con ellos formando un compuesto insoluble.



*Figura 111 - Baño rubia tintórea*

*Figura 112 - Baño cúrcuma*

*Figura 113 - Baño col lombarda*



*Figura 114 - Filtrado de colorantes*

## 4.- RESULTADO Y DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS

En este apartado se comentarán los resultados obtenidos de las pruebas comentadas en el apartado 3.3.- *DEFINICIÓN DEL PROCESO*.

### 4.1.- RESULTADOS PRUEBAS

En este apartado se incluye se analizan los resultados de cada prueba realizada.

#### 4.1.1.- Pruebas no tejido plano

Éstas están a su vez divididas en pruebas en bandeja y pruebas en molde.

#### PRUEBAS EN BANDEJA DE ALUMINIO

Se realizan cuatro muestras diferentes en la bandeja.

##### PRUEBA 1. Disolución de quitosano con fibras cortadas

Aunque se consigue conformar un material, este tiene **poca unión entre fibras y poca compactación y resistencia**. Incluso, se aprecia como parte del material se pierde durante el desmoldeo. Además de que algunas **fibras quedan demasiado adheridas** al molde, entorpeciendo el desmoldeo.



Figura 115 - Tela no tejida con quitosano con fibras de 1 cm de longitud

##### PRUEBA 2. Disolución de quitosano (por capas) - fibras cortadas

Tras los resultados anteriores, se decide **aplicar la disolución por capas**, para conseguir que haya mayor cohesión entre las fibras y que no se pierda material.

El resultado muestra mayor cohesión entre las fibras, pero aun así se repiten problemas de compactación, resistencia y adherencia de las fibras al molde.





*Figura 116 - Tela no tejida con quitosano por capas con fibras de 1 cm de longitud*

### **PRUEBA 3. Disolución de quitosano (por capas) – fibras cardadas**

El resultado de esta prueba mejora con respecto a la anterior, ya que presenta mayor unión entre fibras y algo de flexibilidad. Aunque siguen presentándose problemas de compactación y adherencia de las fibras al molde.



*Figura 117 - Tela no tejida con quitosano por capas con fibras cardadas*

#### PRUEBA 4. Disolución de quitosano por capas – fibras molidas

En el resultado de esta prueba se determinó que el ligante a utilizar no era el correcto ya que no se conseguían resultados. También, se observó que con este formato de fibra se conseguía un resultado compacto, pero se perdía la cohesión entre fibras y era más difícil es desmoldeo.



*Figura 118 - Tela no tejida con quitosano por capas - fibras molidas*

En conclusión, se observa que **parte de las fibras se adhieren al molde** en todas las pruebas, por lo que **se pierde parte de material**. Asimismo, no se aprecia **ningún resultado** con una **compactación adecuada** y una **unión** entre las fibras. Es por esto, que se decide probar a aplicar otros ligantes y otros procesos.

#### PRUEBAS EN MOLDE

Teniendo en cuenta los resultados previos a este se decidirá añadir **dos tejidos sintéticos entre el molde y el material** para que éste **no se adhiera** al mismo y sea dificultoso su desmoldeo.

Como se ha comentado anteriormente, el estudio de métodos de la maceta se realiza simultáneamente al del no tejido plano. Durante el diseño de la maceta en una de sus pruebas se determinará que el agar-agar tendrá buen resultado como ligante. Por lo que se tendrá en cuenta también para el no tejido plano más adelante.

A continuación, se comentan las pruebas realizadas con los diferentes ligantes y/o tamaños de fibra.

### PRUEBA 5. Disolución de PVA con fibras molidas

El **resultado no** fue **óptimo**, ya que el material presentaba poca flexibilidad y resistencia, por lo que se partía en trozos. Es por esto, que se decide descartar este ligante.

Respecto al **colorante**, no se encuentra mayor adherencia del color a las fibras y además se decide cambiar de ligante, por lo que se decide que en el resultado final, como se comentará más adelante, éste vaya **integrado a parte, mediante un tintado previo de las fibras**.

### PRUEBA 6. Disolución de maicena con fibras molidas

La tela resultante era **demasiado rígida** y no presenta cohesión entre fibras, aunque presenta buena compactación. Pero debido a las pruebas en paralelo del diseño de la maceta con el ligante agar-agar, el cual permitía obtener un material más flexible y al mismo mantenía una buena compactación, se decidió **descartar el uso de este ligante** ya que los **requisitos buscados** para el diseño de estos productos eran **otros**. Es por esto, que la siguiente prueba se realiza con una disolución de agar-agar.

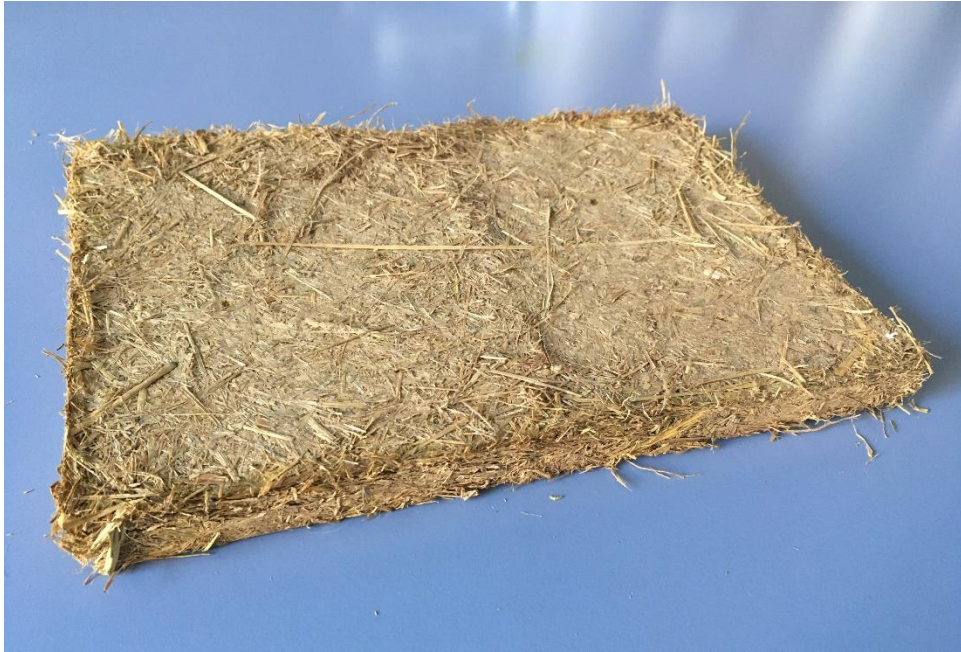


*Figura 119 - Muestra 6 - Disolución de maicena con fibras molidas*

### PRUEBA 7. Disolución de agar-agar con fibras molidas

El **no tejido resultante** presenta algo **más de maleabilidad y flexibilidad** sin llegar a romperse, pero sus **fibras** tienen poca **cohesión** entre ellas. Es por esto, por lo que se decide hacer una prueba solamente con fibras largas sin tratar, para poder observar, sin gastar agar-agar en el proceso, para observar si cambiando el tamaño de las fibras la cohesión mejorara.





*Figura 120 - Muestra 7 - Disolución de agar-agar con fibras molidas*

#### **PRUEBA 8. Muestra solo con fibras de paja sin tratar originales**

El resultado es el esperado, se puede observar más cohesión entre las fibras, pero como se suponía al no aplicar el agar-agar como matriz del material se pierden propiedades de flexibilidad en la tela y se consigue un material muy rígido.



*Figura 121 – Muestra 8 - fibras de paja sin tratar originales*

#### **PRUEBA 9. Disolución agar-agar con fibras de molidas y cardadas**

El **resultado** de esta tela contiene flexibilidad, maleabilidad, resistencia y cohesión entre fibras correctas.





*Figura 122 - Muestra 9 - Disolución de agar-agar con fibras molidas y cardadas*

### **PRUEBA 10. Fibras originales y sustrato universal - recubrimiento de agar-agar**

El resultado de esta prueba fue óptimo en compactación, unión y rigidez para la utilización de este como sustrato para jardines verticales.



*Figura 123 - Muestra 10 – Sustrato y paja original*

## 4.1.2.- Pruebas no tejido con forma tronco-cónica

Estas pruebas no tuvieron el resultado deseado respecto a los colorantes, pero si respecto a la forma. A continuación, se comentan las diferentes pruebas realizadas.

### PRUEBA 11, 12 y 13. Disolución de quitosano con fibras cortadas, cardadas y molidas

Como se venía comentando dado que el **desmoldeo no** fue **óptimo** se descartó el uso del vaso de papel además del uso de **quitosano**, que como ya se había comentado en el no tejido plano **no aportaba las propiedades necesarias** como matriz para el material compuesto que formaría los diseños.

### PRUEBA 14. Disolución de agar - agar molidas forma 1

El **resultado** de esta prueba fue **óptimo**, ya que se apreciaba buena compactación del material, cohesión entre las fibras, además de algo de resistencia y flexibilidad. Es por esto por lo que se decide la utilización del procedimiento para el no tejido plano (*PRUEBA 7*).



Figura 124 – Muestra 14 - Disolución de agar – agar con fibras molidas 1



Figura 125 - Muestra 14 - Disolución de agar – agar con fibras molidas 2

### **PRUEBA 15. Disolución de agar - agar con fibras molidas forma 2**

El resultado de esta prueba es óptimo en resistencia, pero en forma no se calculan bien las proporciones por lo que se necesita volver a realizar con más cantidad de paja para conseguir la forma adecuada.



*Figura 126 – Muestra 15- Disolución de agar – agar con fibras molidas forma 2*

### **PRUEBA 16. Disolución de agar – agar con fibras molidas forma 3**

Esta prueba tiene mejores resultados en cuanto a forma ya que se le añade materia.



*Figura 127 - Muestra 16 - Disolución de agar - agar con fibras molidas forma 3*



### PRUEBA 17. Disolución de agar - agar con fibras molidas y tintadas forma 3

Para esta prueba se parte de las fibras tintadas (explicado en el apartado 3.1.2.- *Mecanismo de tintura* y 4.1.3. *Pruebas de tintura*).

Aunque el resultado de tintura solamente de las fibras es óptimo cuando se conforma la maceta no se consigue la misma solidez al color. Se tendría que estudiar más cuál es la manera adecuada de combinar estos dos procesos (tintura y conformado de la maceta) para conseguir así el resultado deseado de color para la maceta. Es por esto, que se descarta el uso de tintes para el diseño de la maceta en el presente proyecto.

### 4.1.3.- Pruebas tratamientos previos a la tintura y tintura

Como se comenta en el capítulo 3.1.2.2. *Procesos de tintura*, el proceso previo a la tintura de las fibras y el proceso de tintura de estas se aplica a muchos formatos de fibras con el fin de comparar resultados. En primer lugar, el proceso de tintura se utiliza en dos pruebas (*PRUEBAS 5 y 17*) ya comentadas en el capítulo 3.3.- *Definición del procedimiento*. Por otro lado, se realizan una serie de comparaciones:

#### Fibras originales no tratadas y fibras originales tratadas

Una de las comparaciones que se realiza para descartar la limpieza de las fibras sería entre fibras tratadas y no tratadas.

A primera vista, se observa cierta diferencia entre las fibras, las tratadas tienen más brillo y mayor suavidad (*figuras 114 y 115*).

#### Fibras originales no tratadas tintadas con rubia tintórea y cúrcuma y fibras originales tratadas con rubia tintórea y cúrcuma

Al contrario que en la comparación anterior, **no se observa un cambio relevante**, por lo que finalmente, como ya se ha comentado, se descarta el uso de este tratamiento previo a la tintura, ya que por su impacto ambiental no es conveniente para el desarrollo de este tipo de producto. Además, ya que la maceta se pretende diseñar de colores no se requiere el uso de este proceso (*figuras 116, 117, 118 y 119*).

#### Fibras originales no tratadas tintadas con rubia tintórea y cúrcuma y fibras no tratadas cardadas tintadas con rubia tintórea y cúrcuma

Esta comparación se realiza para ver si la absorción de los colorantes es mayor en con un formato más fino de fibras como son las fibras cardadas. Como se puede observar, sí que existe un cambio entre las fibras, las molidas conseguirán más color que las originales (*figuras 116, 118, 120 y 121*).



### Fibras tintadas con los diferentes colorantes

Se decide tinter también las fibras originales no tratadas con col lombarda para observar su diferencia de color con los otros tintes. Este tinte se aplicará también, más tarde en la muestra de la *PRUEBA 17*, pero en este caso, se perderá el color.

Además, la cúrcuma se añade a una de las pruebas.



*Figura 128 - Fibras no tratadas*



*Figura 129 - Fibras tratadas*



*Figura 130 - Fibras no tratadas tintadas con rubia tintórea*



*Figura 131 - Fibras tratadas tintadas con rubia tintórea*



*Figura 132 – Fibras no tratadas tintadas con cúrcuma*



*Figura 133 - Fibras tratadas tintadas con cúrcuma*



*Figura 134 - Fibras no tratadas molidas cúrcuma*



*Figura 135 – Fibras no tratadas molida rubia tintórea*



*Figura 136 - Fibras tintadas con rubia tintórea, cúrcuma y col lombarda respectivamente*

## 4.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN FINAL

En conclusión, después del análisis de resultados de cada prueba, se determina que, las **pruebas 10 y 16** serán las llevadas a cabo para el desarrollo de los **diseños finales**, debido a sus propiedades. Éstas, además, cumplen con los requisitos iniciales propuestos para cada uno de los productos a desarrollar.

En el caso del **sustrato** en la prueba 10 se consigue una unión de las fibras, ya que estas son largas y a su vez se conservan aspectos como la rigidez al elegir utilizar fibras originales. Asimismo, al mezclar éstas con el sustrato universal se consigue una buena compactación del material y una aportación en cuanto a nutrientes, absorción... Esto añadido a las cualidades propias de la fibra (absorción, biodegradable, biocompatible, absorción acústica...), lo hacen ideal para la aplicación como jardines verticales.

Además, el uso de un postratamiento de recubrimiento con agar-agar consigue, junto con el resultado obtenido, una resistencia mayor del material.

Por otro lado, para la **maceta**, en la prueba 16 se consigue conformar una forma y material con propiedades óptimas como compactación o resistencia para utilizarla como plantel para el autoabastecimiento. Sin embargo, no se podrá conseguir una colección de productos de diferentes colores, ya que aunque el tinte de las fibras se realiza con éxito por separado, durante el conformado de la maceta, en la muestra 17, no se consigue el mismo resultado, por lo que sin estudiar más a fondo estos aspectos no se pueden determinar sus resultados. Estos aspectos no se estudian en el presente proyecto. Además, cabe destacar que estos colores se pretendía usarlos también para funcionalizar la maceta, ya que la col lombarda, como se comentaba en el capítulo 3.1.4.1.- *Pigmentos*, tiene una propiedad como medidor del PH, un aspecto importante a tener en cuenta en el crecimiento de una planta. Ahora bien, debido a la longitud del proyecto este estudio se descarta. Teniendo claros los materiales y formatos de los productos ya se pueden determinar sus características generales.

## 5.- NORMATIVA Y REGULACIONES

El BOE<sup>26</sup> declara que para asegurar la calidad como **sustratos para cultivo** de estos productos se deberá tener en cuenta el **Real Decreto 865/2010**, que, refiriéndose a la calidad de los sustratos, desde el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España se define:

*“Actualmente, el Real Decreto 865/2010, de 2 de julio, sobre sustratos de cultivo, regula la comercialización de estos medios de cultivo, de modo que se garantice que los productos que se ponen en el mercado, sean agrónomicamente eficaces y que eviten sus posibles efectos nocivos en el agua, el suelo, la flora, la fauna y el ser humano” [184].*

El objetivo de este Decreto consiste en establecer la normativa básica de comercialización de sustratos de cultivo y las normas necesarias de coordinación con las comunidades autónomas para su debido cumplimiento. Incluye aspectos obligatorios o especificaciones y otras características de los sustratos de cultivo, que puedan utilizarse en agricultura, jardinería o paisajismo, para asegurar que se ajustan a las exigencias de este para prevenir riesgos para la salud y el medio ambiente por el uso de estos, como por ejemplo aspectos del etiquetado, que se tendrán en cuenta en el apartado 7.1.1.3. *Etiquetado*.

---

<sup>26</sup> BOE: El Boletín Oficial del Estado.



## 6.- REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO

En este caso, aunque se diseñan dos productos diferentes estos son a partir del mismo material, por lo que los requisitos que se buscan para éste prácticamente son los mismos. En cambio, los requisitos respecto a la forma y la aplicación final a la que se destine dependerán del producto a diseñar.

A continuación, se explican tanto los requisitos técnicos, que incluirán los requerimientos que ha de tener este material tela no tejida como sustrato de cultivo y, en el caso de la maceta, además, los requerimientos necesarios para considerarse una maceta.

### 6.1.- REQUISITOS TÉCNICOS

En cuanto a requisitos técnicos es necesario diferenciar entre los requisitos que debe tener la tela no tejida para tratarse de un buen sustrato de cultivo o elemento a incorporar a la tierra y los requisitos que ha de tener una maceta.

#### 6.1.1.- Requisitos del no tejido

En primer lugar, el no tejido que conforme tanto el sustrato como la maceta ha de tener estas características:

- Biodegradabilidad  
Éste debe ser biodegradable para que cuando se entierre de manera subterránea se descomponga y sea a la vez capaz de nutrir a la planta. Aunque, debe ser biodegradable gradualmente, es decir no de manera instantánea, ya que durante su comercialización y en el caso de la maceta, se busca que esta tela tenga una cierta resistencia y durabilidad.
- Vida útil  
Es necesario que soporte el peso de la planta sin romperse ni deformarse antes de tiempo.
- Resistente a la intemperie y a la radiación UV  
Como ya se viene comentando esta debe ser capaz de soportar durante un tiempo debido las condiciones normales para una biodegradabilidad lenta y una vida útil adecuada a la aplicación final, ya que en el caso de la maceta se trata de un producto que estará expuesto durante un tiempo en espacios exteriores como jardines, terrazas, etc, antes de su entierro para la biodegradabilidad del material.
- Absorción y drenaje  
Debe tener alta capacidad de retención de agua y agua disponible. La capacidad de retención mínima deseable sería del 55 % para una maceta o recipiente de 10 a 15 cm. Respecto al volumen de agua total disponible para la planta ha de ser de al menos el 30 % del volumen total del sustrato [185].

Tabla 2 - Propiedades físicas de un sustrato "ideal" y de algunos sustratos comúnmente empleados en la producción de plantas ornamentales en maceta [185].

**CUADRO 2. Propiedades físicas de un sustrato "ideal" y de algunos sustratos comúnmente empleados en la producción de plantas ornamentales en maceta (Adaptado de Bowman y Paul, 1983 y Cabrera, 1995).**

Sustrato	Porosidad total	Capacidad de retención de agua	Porosidad de aire	Agua disponible para la planta	Peso húmedo
	(%, con base en el volumen total del sustrato)				kg-litro <sup>-1</sup>
"Sustrato Ideal"	70-85 <sup>2</sup>	55-70	10-20	≥30	1.0 – 1.5
Turba <sup>2</sup> - Perlita	93	73	20	48	0.87
Turba- Vermiculita	94	81	13	60	0.99
Mezcla U. de C. <sup>x</sup>	73	62	11	44	1.14

Además, se debe tener en cuenta un buen drenaje para el correcto crecimiento de la planta.

- Otros requisitos funcionales

Se han de tener en cuenta otros requisitos técnicos para el buen funcionamiento como sustrato de cultivo tales como: [185]

- Productos bien compostados y/o tratados con nitrógeno.
- Productos con un bajo contenido de sales solubles (conductividad eléctrica < 4 mmhos·cm<sup>-1</sup>).
- Buena distribución de tamaño de partículas.

Tabla 3 - Recomendaciones de granulometría para la selección de materiales orgánicos e inorgánicos a usarse en la preparación de sustratos para producción en maceta [185]

Díámetro de partícula (mm)	Proporción deseada (% con base en peso)
10 - 2	< 20
2 - 0.5	> 60 (100% ideal)
< 0.5	< 20

- Productos que no contengan compuestos tóxicos (como toxinas vegetales o químicos orgánicos) y que no sean portadores o vectores de plagas y/o enfermedades.

## 6.1.2.- Requisitos de la maceta

Respecto al diseño de la maceta se podría distinguir entre dos tipos de macetas diferentes: la **maceta decorativa** y la **maceta provisional** hasta la plantación.

En este caso, se pretende diseñar una maceta provisional, pero además se busca ese diseño que podría aportar una maceta decorativa.

Por un lado, comentar, que al tratarse de una maceta provisional ya que esta se pretende enterrar en el suelo para su descomposición tras un uso de período corto, se evita el desecho de esta. Este aspecto la diferencia de una maceta convencional y a su vez consigue lograr el objetivo principal de este proyecto que es la revalorización del residuo de paja de arroz de una manera sostenible.

Además, para no perder esa función de maceta decorativa se busca diseñar una forma atractiva para el consumidor.

Finalmente, este aspecto y el que vaya a servir como compost en espacios exteriores permitirán conseguir una **maceta provisional con un ecodiseño funcional y decorativo**.

Por otro lado, para especificar los **requisitos técnicos** necesarios para una **maceta común** se deberá diferenciar entre **requisitos comunes de una maceta decorativa** y los **requisitos específicos dependiendo del uso** de esta.

### 6.1.2.1.- Requisitos comunes de una maceta decorativa

En primer lugar, los requisitos técnicos del producto serán los de una maceta común: [185]

**CUADRO 1. Ambiente típico en la zona radical de una planta que crece en una maceta y en el suelo. Basada en Bowman y Paul (1983).**

Factor	Maceta	Suelo
Retención de humedad	De capacidad de contenedor a marchitamiento en 1 a 3 días	De capacidad de campo a marchitamiento en 1 a 3 semanas
Aireación	De baja a alta en 1 día	De adecuada a alta la mayoría del tiempo
Nutrición	De alta a baja en 1 semana	De alta a baja a lo largo de la temporada
pH	Cambio de 1 a 2 unidades en 1 a 3 semanas	Relativamente constante a lo largo de la temporada
Salinidad	Problemas crónicos en 1 a 4 semanas	De baja a alta a lo largo de la temporada
Temperatura	Cambios de 10 a 30°C en un día	Relativamente constante a lo largo de la temporada

Revista Chapingo Serie Horticultura 5(1): 5-11, 1999.

Figura 137 - Requisitos técnicos básicos de una maceta [185]

### 6.1.2.2.- Requisitos específicos de una maceta dependiendo de su uso

Estos requisitos a su vez dependerán de dos factores: [186]

- Dependiendo de la ubicación de la maceta:
  - o **Exterior:** Se requieren materiales que soporten el peso de planta, resistentes a la lluvia, con **garantía de un correcto drenaje**, resistentes a las heladas y los rayos UV del sol y **que faciliten el transporte**.
  - o **Interior:** Se requieren materiales que soporten el peso de la planta y con **garantía de un correcto drenaje**.

En este caso, la maceta será tanto exterior (viviendas con terraza, balcones...) como de interior, por lo que deberá cumplir los requisitos necesarios respecto a este modo de uso.

- Dependiendo de la planta que se introduzca:

No todas las plantas se desarrollan de la misma manera, cada planta necesitará de macetas distintas para su desarrollo. A continuación, se detallan algunos ejemplos:

- Macetas para bonsáis o cactus: Recipientes ancho para un buen crecimiento de las raíces.



*Figura 138 - Ejemplos macetas bonsáis [187]*

- Plantas crasas: Macetas de espacios ajustados, con diámetros pequeños, para un correcto crecimiento de la planta y con **garantía de un correcto drenaje**.



*Figura 139 - Ejemplo macetas crasas [187]*

- Macetas para orquídeas: Macetas con incidencia directa de rayos UV en las raíces (transparentes), para un correcto crecimiento y floración de la planta, y con **garantía de un correcto drenaje**.





*Figura 140 - Ejemplo macetas orquídeas [187]*

Conociendo las propiedades del material y viendo que el diseño más viable y común es de las plantas crasas se decide diseñar una maceta con forma, opacidad y color similares.

## 6.2.- REQUISITOS ESTÉTICOS DE LA MACETA

El color de la maceta tendrá una función estética, como sería el caso de cualquier maceta convencional. Aunque, cabe destacar que esta función estética dependerá a su vez de características técnicas, ya que el color es un aspecto importante a tener en cuenta durante el crecimiento de una planta, como se explicará a continuación.

Un aspecto que se ha de tener en cuenta respecto al color a elegir para una maceta es que el color del envase tiene una función importante, como por ejemplo en las regiones de temperaturas altas ( $>35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), donde el uso de colores, como el blanco, que reflejen la radiación solar consigue minimizar los efectos provocados de la misma, que normalmente en exceso no son beneficiosos para el correcto crecimiento de la planta.

Es decir, el color del envase tiene que ver directamente con la alteración de la temperatura del sustrato. Esto influye en el desarrollo de la raíz durante la etapa de crecimiento de la planta, donde las propiedades de absorción y conducción del calor en el envase son importantes. En el caso de que las temperaturas sean elevadas el sustrato inhibe el desarrollo de la raíz y puede provocar la muerte de la planta. Sin embargo, este efecto varía dependiendo de la especie o variedad [180]. En el presente proyecto se busca que el color de la maceta sea similar al de una **maceta convencional de color marrón** o de **colores más oscuros**, esto querrá decir que se absorberá un porcentaje de calor de nivel medio, esto se tendrá en cuenta a la hora de su uso.

## 7.- RESULTADOS

En este apartado se concluyen los diseños definitivos del proyecto, sus posibles variantes, esquemas de proceso, como su presentación al mercado, público objetivo, canales de distribución, envase, etiquetado y costes de estos.

### 7.1.- DEFINICIÓN DE LOS PRODUCTOS FINALES

Finalmente, se diseñan dos productos que cumplen con el objetivo principal del proyecto: la revalorización de la paja de arroz. Estos, además de cumplir con el objetivo propuesto aportarán una serie de beneficios añadidos.

#### 7.1.1.- Descripción de los productos

A continuación, se explican cada uno de los diseños.

##### *7.1.1.1.- Descripción del PRODUCTO FINAL 1: SUSTRATO*

El primer diseño se trata de un **sustrato** para jardines verticales, fachadas verdes o cultivos hidropónicos. Éstos a su vez, sirven como separadores de espacios en exterior ya que como se sabe la paja tiene propiedades de absorción acústica. Con este tipo de producto, además de conseguir reutilizar la paja dándole una nueva utilidad y no considerándola un residuo, se generan multitud de beneficios en el medioambiente y la salud de las personas. Además, debido al contexto social y medioambiental del momento, se trata de un producto que se adecua perfectamente a las tendencias y demanda actual del consumidor.

Para desarrollar este producto se diseña un material compuesto o tela no tejida de forma rectangular de tamaño variable según la aplicación final. La tela está compuesta por paja de arroz y sustrato universal al que con un postratamiento de agar-agar se le brindan propiedades de resistencia y compactación. A su vez este producto cumple con el **Real Decreto 865/2010** que asegura la calidad de un sustrato para su posterior venta.

Finalmente, se consigue un producto biodegradable, biocompatible, sostenible, de vida útil, resistencia y con capacidad de absorción adecuadas a su uso. Asimismo, la calidad y propiedades del producto conseguirán un producto final atractivo al usuario.



*Figura 141 - PRODUCTO FINAL 1: Sustrato para jardines verticales, fachadas verdes o cultivos hidropónicos*



Figura 142 - Aplicación PRODUCTO FINAL 1

#### 7.1.1.2.- Descripción del PRODUCTO FINAL 2: MACETA

El segundo diseño desarrollado se trata de una maceta biodegradable que a su vez funciona como plantel. Al igual que el primer producto, éste consigue revalorizar la paja de arroz, pero, además, como valor añadido, permite cumplir con su función y facilitar el cultivo por plantel, ya que, al ser biodegradable, la maceta no se ha de desechar, sino que se entierra junto con la planta. Hay que añadir que como ocurre con el primer producto, se trata de un producto actual, ya que el autoabastecimiento mediante cultivos en el hogar es cada vez más común entre los consumidores.

Para desarrollar este producto se diseña un material compuesto o tela no tejida de forma tronco-cónica de tamaño variable según la aplicación final. La tela está compuesta por paja de arroz y agar-agar, dos productos biodegradables y biocompatibles, que cumplirán con los requisitos propuestos y conseguirán crear un diseño sostenible. Se utilizarán fibras molidas que unidas con presión y agar-agar conseguirán crear un material resistente y adecuado para el desarrollo de una maceta.

Este producto también deberá cumplir también el **Real Decreto 865/2010** que asegura la calidad de un sustrato para su posterior venta, ya que finalmente irá destinado a ser enterrada y buscará aportar nutrientes entre otros beneficios a la planta. Finalmente, el diseño cumple con todos los requisitos propuestos para así asegurar la calidad de este y conseguir un producto final que el usuario encuentre adecuado a su uso.

## 7.1.2.- Imagen de marca

Para promocionar estos dos productos o formatos de producto se desarrolla una imagen de marca que transmita el compromiso medioambiental del proyecto y su gama de productos. De manera que, si se propone cualquier variante futura a estos productos, que tienen como base el uso de tela no tejida a partir de paja de arroz y como finalidad la revalorización de esta, éstas tengan un nombre o una idea que sirva de referencia para englobar a las mismas.

Para diseñar la imagen de marca se parte del estudio de 2.- *Antecedentes*, en el cual se puede comprender el problema, las soluciones abordadas hasta el momento y ejemplos de marcas que han revalorizado residuos de características similares para la fabricación de telas para su posterior aplicación en diferentes sectores.

En primer lugar, se decide nombrar la marca "Rice Straw Tex" siguiendo la línea de Piñatex, Bananatex o Orange Fiber para una fácil identificación del producto.

A partir del nombre se realiza un tablero de inspiración con el que se desarrollan varios logotipos posibles, basándose en formas naturales que se identifiquen con esta planta y/o residuo y buscando siempre formas y colores que visibilicen la economía circular y la responsabilidad social de la empresa.

### TABLERO DE INSPIRACIÓN










Figura 143 - Tablero de inspiración logotipo RS TEX [188,189,190,191,192, 193, 194]



## IDEAS

Estas son algunas de las ideas que se han planteado para la imagen de marca. Aunque en la paleta de color se aprecian diferentes colores, se decide utilizar finalmente el color propio de la materia. Con este color, la utilización de las líneas rectas características de los arrozales, entre otras características propias del cultivo de arroz y la recogida de la paja se busca transmitir el origen cultural y social de la materia prima de los productos y la intención final de la empresa que es la revalorización de ésta generando el menor impacto medioambiental posible.

Idea 1	
Idea 2	
Idea 3	
Idea 4	

Idea 5	
Idea 6	
Idea 7	

Finalmente, se elige la **idea 6**, ya que consigue transmitir mejor los valores deseados, dando a entender el origen y el objetivo de la gama de productos.

Añadir, que también se estudiará un envase que acompañe esta imagen de marca con el fin de generar la menor huella de carbono posible y al mismo tiempo ofrecer productos de calidad, este será especificado en el capítulo 7.1.7. *Envase y etiquetado*.

### 7.1.3.- Público objetivo y canales de distribución

El mercado potencial de estos productos se dividiría en **dos tipos de clientes**. En primer lugar, irán dirigidos al consumo privado para satisfacer las necesidades o deseos de cualquier individuo que tenga **interés** por las plantas y/o cultivos y necesite de una maceta o un sustrato a nivel doméstico, además de clientes que requieran de esta necesidad y busquen con su compra contribuir a una **economía circular**.

Por otro lado, éstos cubrirán necesidades de empresas o entidades que necesiten del servicio o productos que se ofrecen, como por ejemplo empresas del sector agrícola, para empresas con proyectos de paisajismo o recuperación de los suelos degradados o incluso estos

serán vendidos a tiendas detallistas como floristerías, tiendas dedicadas al cuidado y promoción del medioambiente o grandes superficies. Éstas servirán como canal de distribución de estos productos. Aunque, principalmente este producto está planteado distribuirse, en un primer momento, de manera online y posteriormente se empezaría a comercializar en tiendas en físico, para estudiar así su aceptación en el mercado. A esto, hay que añadir que, al tratarse de productos biodegradables, su frecuencia de compra sería de tipo regular, lo que le generaría un beneficio constante para empresa.

## 7.1.4.- Variantes de los productos

En el presente proyecto se han planteado una serie de variantes de los productos.

### 7.1.4.1.- Variantes del sustrato

Para el sustrato se define que éste está formado por un sustrato universal, además de la paja, es por esto que sería posible añadir durante el proceso de conformado del no tejido otros componentes, como por ejemplo semillas o vermiculita (explicada en el apartado 2.3.1.11.- *No tejidos a partir de fibras de coco*), para así conseguir productos más completos y personalizados.

Añadir que, este tipo de producto es de tamaño variable, éste dependerá de lo que necesite el cliente o el tamaño que permita la maquinaria a utilizar para desarrollarlos.

### 7.1.4.2.- Variantes de la maceta

Se plantean una serie de **posibles variantes** durante el desarrollo del producto, según la forma, el color o complementos añadidos.

### SEGÚN EL COLOR

En un primer momento, se decide tintar las fibras para conseguir una gama de productos de colores diferentes, pero se busca que estos tintes sean naturales, ya que el uso de éstos reduce en gran parte el impacto ambiental en comparación a los artificiales, por su manejo al desecharlos y toxicidad. Es por esto, que durante las pruebas se han tintado las fibras con tintes naturales (*figura 144*) con el fin de proponer esta alternativa, pero tras los resultados y debido a la longitud del proyecto, no se llega a definir el correcto funcionamiento de los tintes durante el conformado de la forma, por lo que se plantea como una posible vía a estudiar.



Figura 144 – Fibras tintadas con tintes naturales

## FORMA

En el estudio realizado se elige una forma tronco-cónica ya que es el formato más común en el mercado, aunque las formas podrían variar si se consigue adaptar el proceso a otros moldes de formas y tamaños diferentes, aunque esto aumentaría el coste debido a la utilización de más de un tipo de molde, pero a la vez se conseguiría una mayor personalización de productos. Se puede trabajar desde la forma más compleja hasta la forma más sencilla, siempre y cuando se trabaje en formatos gruesos. Esto viene condicionado por las propiedades del material (apartado 2.3.2.3.- *Líneas posibles de experimentación para el desarrollo de los productos*).

Un ejemplo de formas sencillas utilizadas para la decoración biofílica, actualmente, son las "Kokedamas" que se definen como: [195]

*"Plantas naturales elaboradas de manera artesanal siguiendo una técnica tradicional japonesa, que consiste en albergar la planta en una maceta orgánica de musgo en forma de bola, de ahí su nombre Koke (musgo) Dama (bola). Esta singular disciplina deriva de la popular técnica Bonsái, con la que comparte muchas similitudes, sirviéndonos de guía para crear un nuevo concepto que nos permite trabajar con cualquier variedad de planta, propiciando las condiciones idóneas para su perfecto desarrollo".*

Éstas son un claro ejemplo de que un diseño sencillo como es el de realizar una bola, puede conseguir adaptarse a diferentes entornos mediante el uso de cuerdas y elementos adicionales haciendo de un producto que parecía sencillo un producto que aporta aspectos estéticos al entorno en el que se utiliza. Esto será aplicable a la maceta a lo hora de diseñar diferentes modelos, estos buscarán la sencillez y funcionalidad mostrando la naturaleza y colores propios del material.

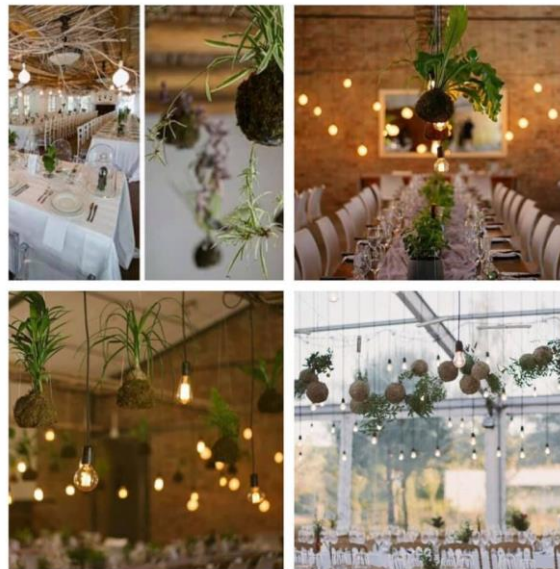


Figura 145 – Ejemplo Konkedamas [196]

## COMPLEMENTOS AÑADIDOS

Se plantea la idea de incluir semillas junto con su venta como complemento añadido de la maceta.





Figura 146 – Pack semillas orgánicas [197]

## 7.1.5.- Esquema de proceso de desarrollo de los productos

Finalmente, los diseños propuestos seguirían un esquema de proceso desde la recogida del material hasta el desarrollo de estos. A continuación, se muestran los esquemas de proceso de los dos productos desde la recogida del material hasta su distribución y venta.

### 7.1.5.1.- Esquema de proceso del PRODUCTO 1. SUSTRATO

En el caso del **sustrato** será:



Figura 147 - Proceso de desarrollo del PRODUCTO 1. SUSTRATO

Cabe destacar que el control de calidad realizado al producto se realizará solo ocasionalmente.

#### 7.1.5.2.- Esquema de proceso del PRODUCTO 2. MACETA

En el caso de la **maceta** será:



Figura 148 - Proceso de desarrollo del PRODUCTO 2. MACETA

Para desarrollar la maceta se utiliza también presión, al igual que en el sustrato que, aunque en las pruebas se ejerce de forma manual, a la hora de adaptar estos procesos a nivel industrial se necesita un procedimiento concreto.

También, comentar, que al igual que en el caso del sustrato, el control de calidad será ocasional.

#### 7.1.6.- Adaptación de los procesos a nivel industrial

Los procesos definidos han de ser adaptados a nivel industrial. A continuación, se explica la maquinaria industrial elegida para realizar algunos de estos procesos.

##### Proceso de molienda

Debido al comportamiento de las fibras de diferentes tamaños, se decide utilizar en el caso de la maceta un tamaño de fibra diferente al original, se usan fibras molidas. En concreto, para el **proceso de molienda** de las fibras se utilizará un molino triturador de gran producción modelos TR, concretamente una **cortadora rotativa para el corte y reciclaje de fibras de sisal, cañamo, esparto, coco, ramio, abaca** de la marca **Lidem** (figura 149) [198]. Las características generales de la máquina son:

- Anchos de trabajo útil de 870 y 550 mm.
- Tamaño de triturado: Variable a partir de 4 milímetros.
- Capacidad: Modelo TR55: 800 Kg/hora; Modelo TR87: 1.200Kg/hora, dependiendo del tamaño de triturado final.



Figura 149 - Cortadora rotativa para el corte y reciclaje de fibras de sisal, cañamo, esparto, coco, ramio, abaca de LIDEM [198].

Se elige este modelo, además de por su capacidad para triturar fibras duras, porque con estos modelos se consigue ahorrar energía y su alta tecnología e innovación permiten el uso de una máquina eficiente, pero con bajo impacto ambiental. Según la página web de la marca Lidem: [198]

*“Los modelos TRITURATOR permiten REDUCIR el tamaño de los desperdicios, RECICLAR estos materiales mediante la RECUPERACIÓN y REUTILIZACIÓN de los mismos (Las 4R del reciclaje). Resultan especialmente idóneos para empresas de reciclaje y de servicios ecológicos y medioambientales”.*

#### Procesos de mezcla de componentes, disolución y recubrimiento

Para estos procesos sería necesario utilizar una **máquina concreta que se adapte a la forma del producto y su composición**. Al tratarse de un no tejido habrá que tener en cuenta que éste no soportará las mismas tensiones que una tela tejida.

“La Logitec Coco Mill CM200” permite añadir aditivos a la fibra de coco de forma directa [199]. Se plantea utilizar una maquinaria similar para las fibras de paja.

## Proceso de termocompresión

Para este proceso se decide elegir una **prensa de formado** de la marca *Pinette Emidecau Industries* [200]. Esta empresa tiene la ventaja de fabricar y distribuir prensas de conformación en caliente y sistemas de producción de compuestos de alto rendimiento, además trabajar en procesos de Investigación y Desarrollo (I+D) para ofrecer soluciones personalizadas. Esto es una ventaja para los productos a desarrollar, ya que las formas y tamaños de estos pueden variar.



*Figura 150 - Prensa de formado Pinette Emidecau Industries [201]*

## Proceso de secado

Para el secado se decide utilizar un horno de cinta transportadora, en este caso se elige un **"horno de secado VD series"** de la marca *Vötsch* [202], un horno en continua. Estos hornos se suministran con estructura modular o a medida. Esto es beneficioso para el desarrollo de nuestros productos, ya que se adaptará a multitud de formatos.



*Figura 151 - Horno en continua Vötsch [203]*



## 7.1.7.- Envase y etiquetado

El envase y embalaje serán el mismo ya que se busca disminuir residuos en los dos casos, tanto en el sustrato como en la maceta. Pero se deberá diferenciar entre el que se va a utilizar para el sustrato y el que se utiliza para la maceta.

### 7.1.7.1.- Envase PRODUCTO 1: SUSTRATO

En el caso del sustrato se decide que la mejor forma de transportarlo es mediante un envase/embalaje de madera sostenible, ya que este tipo de **madera** se sabe que es **sostenible** gracias a su **certificación FSC**<sup>27</sup>, símbolo que asegura a quien la adquiere que ese producto ha sido obtenido de bosques bien gestionados tanto económica, como ambiental y socialmente (*figura 152*) [204]. Además, este material es perfecto para que proteger las esquinas, ya que se trata de un material robusto y resistente a golpes. Además, de que no es necesario un uso de procesos y moldes para su elaboración.

En el presente proyecto, se realiza un prototipo de la caja sin tapa con madera DM (*figura 154*), aunque éste no sería el diseño definitivo, ya que se plantea el uso de la cola de milano (*figura 155*) como unión para formar la caja para unir las piezas sin necesidad de utilizar ningún tipo de ligante.

El etiquetado, en este caso, irá incluido en el interior de la caja en un papel Kraft. Además, se realizará un grabado de la marca (*figura 156*) en los laterales de la caja para mejor identificación y distinción del producto.



*Figura 152 - Madera sostenible [205]*

---

<sup>27</sup> FSC: Consejo de Administración Forestal



*Figura 153 – Caja sin tapa*



*Figura 154 - Unión de cola de milano*



*Figura 155 - Grabado de la marca*

### 7.1.7.2.- Envase PRODUCTO 2: MACETA

Para la maceta, se decide comercializarla sin envase, ya que la propia maceta realiza esta función. El etiquetado en este caso irá impreso en un papel de forma rectangular alargada, el cual irá colocado cubriendo todo el producto en sentido vertical para así conseguir el mínimo uso de material posible, pero buscando siempre la calidad del producto.

### 7.1.7.3.- Etiquetado


Para el etiquetado se ha tenido en cuenta el **Real Decreto 865/2010** que obliga a incluir en el etiquetado los siguientes apartados: [206]

- El título "SUSTRATO DE CULTIVO" en mayúsculas.
- La denominación del tipo de sustrato de cultivo: En este caso, fibra de paja de arroz, que también se ha de nombrar en mayúsculas.
- La naturaleza de los principales componentes en orden decreciente en volumen.
- Las características físico-químicas de acuerdo con la tipificación del producto.
- La cantidad (volumen): Se debe indicar en litros.
- La clasificación a que corresponda (A o B), añadiendo la frase "Contenido en metales pesados inferior a los límites autorizados para esta clasificación".
- Instrucciones de uso y aplicación, si es necesario.
- Aspectos relacionados con la seguridad del producto que se han de incluir en todos los sustratos: En este caso, con la actualización de 2019 [184].
- El nombre o razón social y la dirección de la persona física o jurídica responsable
- La partida o lote

Además, se busca cumplir los requisitos que impone el símbolo verde:

- Símbolo verde: Siguiendo la legislación vigente mediante la **Ley 11/1997** [207], todo envoltorio que el consumidor lleve a su casa junto al producto debe cotizar a un Sistema Integrado de Gestión de residuos de envases. Es por eso que la empresa "R.S. TEX" se adherirá a Ecoembes e imprimirá en cada uno de los envases el símbolo "punto verde" que implica el cumplimiento de la legislación.

**SUSTRATO DE CULTIVO**



**RS  
TE**  
RICE STRAW TEX

**FIBRA PAJA DE ARROZ**  
con sustrato universal y agar-agar

47506

**CONTENIDO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

**Composición:** Fibras de paja de arroz, sustrato universal y agar-agar.


- Materia orgánica sobre Materia seca: X %
- pH: X
- Densidad aparente compactada en laboratorio: X Kg/l
- Materia seca: X %
- Conductividad Eléctrica (CE): X mS/m
- Contenido en nutrientes: X %

- Mantener fuera del alcance de los niños. Leer la etiqueta antes del uso.
- Contenido en metales pesados inferior a los límites autorizados para la clasificación de Clase X


**MODO DE USO**

Colocar el sustrato sobre la superficie elegida, plantar y regar.


Av. Gola del Puchol, 73, 46012 Valencia  
NIF - A23989450



5|901234|123457

100 % ORGÁNICO      5 L 

**MACETA BIODEGRADABLE**



**RS  
TE**  
RICE STRAW TEX

**FIBRA PAJA DE ARROZ**  
con sustrato universal y agar-agar

47223

**CONTENIDO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**


**Composición:** Fibras de paja de arroz, sustrato universal y agar-agar.

- Materia orgánica sobre Materia seca: X %
- pH: X
- Densidad aparente compactada en laboratorio: X Kg/l
- Materia seca: X %
- Conductividad Eléctrica (CE): X mS/m
- Contenido en nutrientes: X %

- Mantener fuera del alcance de los niños. Leer la etiqueta antes del uso.
- Contenido en metales pesados inferior a los límites autorizados para la clasificación de Clase X

**MODO DE USO**


Colocar las semillas y el sustrato en la maceta, para después ser trasplantar todo el conjunto y regar.




100 %  
ORGÁNICO

100 %  
BIODEGRADABLE

Av. Gola del Puchol, 73, 46012 Valencia  
NIF - A23989450



5|901234|123457

250 cc 

*Figura 156 – Etiquetas del sustrato y de la maceta*

En el caso del sustrato éste irá impreso en un papel Kraft junto al producto en el interior de su envase/embalaje.

Y en el caso de la maceta, se propone el uso de una etiqueta que irá adherida a la maceta con agar-agar para de esta manera no generar un residuo extra, ya que ésta se dejará adherida en la maceta y durante el trasplante se plantará junto con esta.



## 7.2.- ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PRODUCTO

### 7.2.1.- Prueba biodegradabilidad, putrefacción y absorción

Se realizan pruebas con la MUESTRA 13, humedeciéndola durante cuatro semanas cada día para observar el comportamiento de las fibras. La cantidad de agua dispersada cada día será de 125 cc

Con el tiempo se observan signos de putrefacción en el material y se consigue conocer aspectos como su alta capacidad de absorción y transpiración. Esto será importante para determinar, además de características como su biodegradabilidad y biocompatibilidad, el buen comportamiento para su aplicación final.



*Figura 157 - Proceso putrefacción (después de cuatro semanas)*

## 7.3.- COSTES

Se calculan los costes para un sustrato de 175 x 255 x 4 mm y para una maceta de 3000 mL de 24 x 24 x 12 cm.

Actualmente, como se ha estado comentando, no existe un plan de gestión y recogida de los residuos de paja de arroz con el que empresas y agricultores lleguen a un acuerdo. Este subproducto no es fácil de retirar y almacenar. Es por esto por lo que, aunque se trate de un residuo se ve necesario tener en cuenta los costes de retirada del subproducto para así conseguir llegar a cumplir con la Responsabilidad Social Empresarial de la empresa del presente proyecto RS Tex.

Por lo explicado, no existe un precio fijo de este **subproducto**, pero al ponerse en contacto con un agricultor conocido del tema se ha sabido que el coste de una bala de paja sería de 2 € cada bala. Y cada bala suele ser de 18/20 Kg, es decir el precio de la paja sería de 10 céntimos por kilogramo de paja.

Se sabe que para 15 L de **sustrato universal** se tiene un precio de 2,05 € [173].

Por otro lado, 20 g de agar-agar cuestan 2, 51 € [173].

Con estos realizan los costes directos de los productos:

*Tabla 4 - Costes directos del sustrato*

COMPONENTE	UNIDAD	PESO (g)	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Paja de arroz	kg	202	0,07 €/Kg	0,0141
Sustrato universal	L	885	0,137 €/L	0,12
Agar-agar	g	4	0,1255 €/g	0,502
				<b>0,63631</b>

*Tabla 5 - Costes directos de la maceta*

COMPONENTE	UNIDAD	PESO (g)	PRECIO UNITARIO	TOTAL (€)
Paja de arroz		50	0,07 €/Kg	0,175
Agar-agar	g	4	0,1255 €/g	0,502
				<b>0,677</b>

Por otro lado, se calculan los costes indirectos:

*Tabla 6 - Costes indirectos*

INDIRECTOS	€/MES
Alquiler mensual	1000
Cuota (RETA <sup>28</sup> )	371,51 <sup>29</sup>
Electricidad	300
Agua	200
Mano obra (10 €/hora)	1500
<b>TOTAL</b>	<b>3371,51</b>

Se estima que la producción mensual tanto del sustrato como de la maceta es de 500 unidades, multiplicado por los 22 días laborales del mes son 11.000 unidades. Si se relaciona el volumen de la producción con los costes indirectos se realiza el siguiente cálculo:

$$\text{Precio unitario} = \frac{3371,51 \text{ €/mes}}{11000 \text{ €/mes}} = 0,3065 \text{ €/unidad}$$

Se quiere obtener un beneficio de 2 €.

<sup>28</sup> RETA: Régimen Especial de Trabajadores Autónomos

<sup>29</sup> Cuota mensual del año 2021

### SUSTRATO

A partir del coste unitario que es de 0,3065 € se le suma el coste directo de 0,63631 € y se aplica el beneficio obteniendo **2,94281 €**. Se redondea a **2,95 €**.

### MACETA

A partir del coste unitario que es de 0,3065 € se le suma el coste directo de 0,677 € y se aplica el beneficio obteniendo **3,0375 €**. Se redondea a **3,10 €**.

Finalmente, el coste de estos productos es un coste asequible que permite la compra de un producto sostenible al alcance de cualquier consumidor.

## 8.- PROTOTIPO

Para realizar los prototipos se parte de la PRUEBA 10, para el sustrato y dela 16 para la maceta.

Como se ha comentado solo se utiliza un envase para el sustrato, por lo que se decide hacer una caja simple de 5 piezas (*figura 156*) para visibilizar mejor la aplicación el producto final. Esta caja se realiza cortando las piezas de madera DM con una cortadora láser (*figura 157*). Y al mismo tiempo, se le decide añadir un grabado (*figura 158*) con el logotipo de la marca en los dos laterales, uno de ellos visibles cuando éste se coloque en posición vertical.



*Figura 158 – Piezas utilizadas para fabricar la caja*



*Figura 159 - Caja de madera del sustrato*



*Figura 160 - Grabado de la marca*



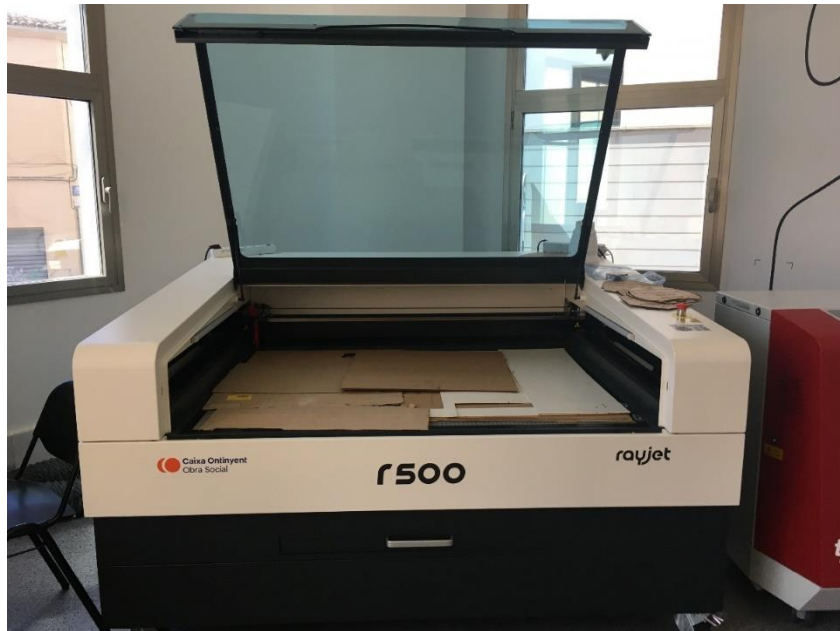


Figura 161 - Cortadora láser

Teniendo los envases necesarios se procede a introducir la MUESTRA 10 en el envase realizado de madera y se realizan agujeros en el material para introducir las plantas y posteriormente, estas son regadas.

En el caso de la maceta, se elige introducir perejil para dar a entender su aplicación final que sería la de una maceta para el autoabastecimiento y cultivo propio.



Figura 162 - Prototipos

## 9.- CONCLUSIÓN

El consumidor es cada vez más exigente y al mismo tiempo está más concienciado de la importancia del respeto del medioambiente, lo que obliga a las empresas a reinventarse y a diseñar productos totalmente innovadores y basados en una economía circular. Son temas relacionados con la sostenibilidad, los que tras la crisis del Covid 19 han tomado fuerza. A través del diseño de los productos propuestos se consigue la revalorización de la paja de arroz evitando el impacto medioambiental que su quema produce.

Con la realización de este proyecto se puede concluir que la paja de arroz se puede utilizar aplicada como subproducto en el diseño de jardines verticales y macetas biodegradables. Con ello además de transformar este residuo en un proyecto tangible se generan beneficios que mejoran el día a día del entorno y la salud de las personas.

# 10.- REFERENCIAS

- [1] LETT, Lina A. Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista argentina de microbiología*, 2014, vol. 46, no 1, p. 1-2. [12-04-2021]
- [2] PÉREZ ESPINOZA, María José; ESPINOZA CARRIÓN, Cacibel; PERALTA MOCHA, Beatriz. La responsabilidad social empresarial y su enfoque ambiental: una visión sostenible a futuro. *Revista Universidad y Sociedad*, 2016, vol. 8, no 3, p. 169-178. [12-04-2021]
- [3] PRIETO MONROY, Sara Manuela, et al. Demobrick: el diseño del reuso. 2018. Tesis de Licenciatura. Uniandes. [12-04-2021]
- [4] <https://www.aitex.es/portfolio/habitat-2020/> [12-04-2021]
- [5] <https://umamexico.com/la-arquitectura-bioclimatica-como-respuesta-a-nuestro-contexto-actual/> [12-04-2021]
- [6] <https://www.saint-gobain.com.mx/que-es-la-arquitectura-bioclimatica-y-por-que-es-tan-importante-para-saint-gobain> [12-04-2021]
- [7] <https://www.infocampo.com.ar/como-iniciar-tu-propia-huerta-durante-la-cuarentena-y-que-sembrar/> [12-04-2021]
- [8] <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52519218> [12-04-2021]
- [9] <https://www.hola.com/decoracion/galeria/20200507166461/casa-decoracion-despues-coronavirus-am/1/> [18-04-2021]
- [10] <https://www.lavanguardia.com/vivo/20180627/45326074462/que-es-diseno-biofilico.html> [18-04-2021]
- [11] <https://www.hitachiaircon.es/noticias/jardines-verticales-la-tendencia-urbanistica-mas-ecologica>[18-04-2021]
- [12] <https://www.revistadeck.com/jardines-verticales/>
- [13] <https://umamexico.com/wp-content/uploads/2020/08/Estrategia-General-1000x445.jpg>[18-04-2021]
- [14] <https://www.saint-gobain.com.mx/sites/sgmx.master/files/arquitectura-bioclimatica-1024x682.jpg>[18-04-2021]
- [15] <https://blog.oxfamintermon.org/wp-content/uploads/2017/04/huerto-ecologico-en-casa.jpg> [18-04-2021]
- [16] <https://www.hola.com/imagenes/decoracion/20200507166461/casa-decoracion-despues-coronavirus-am/0-815-383/casa-coronavirus-7a-a.jpg>[18-04-2021]
- [17] <https://cloudfront-us-east-1.images.arcpublishing.com/grupoclarin/CGPWRL7JTNBVVAGOLVTTY27Q34.jpg>[18-04-2021]
- [18] [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101112\\_paja\\_arroz\\_ecosistema\\_af](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101112_paja_arroz_ecosistema_af) [20-04-2021]
- [19] <https://arrozciudaddesueca.es/proceso-tradicional-cultivo-arroz-ciudad-de-sueca/> [20-04-2021]
- [20] <https://www.samarucdigital.com/es/article/la-palla-de-larros-residu-o-recurs> [20-04-2021]
- [21] ABRIL, Diana; NAVARRO, Enrique; ABRIL, Alejandro. La paja de arroz. Consecuencias de su manejo y alternativas de aprovechamiento. *Agronomía (Manizales)*, 2009, vol. 17, no 2, p. 69-79. [20-04-2021]
- [22] <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/64347/Sistemas-sostenibles-gestion-rastrojo-del-arroz> [20-04-2021]
- [23] [file:///C:/Users/Mercedes/Downloads/proposta%20palla%20conselleria-convertido%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Mercedes/Downloads/proposta%20palla%20conselleria-convertido%20(3).pdf) [20-04-2021]
- [24] [file:///C:/Users/Mercedes/Downloads/dogv\\_quema\\_paja\\_arroz\\_250920%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mercedes/Downloads/dogv_quema_paja_arroz_250920%20(1).pdf)
- [25] [https://dogv.gva.es/datos/2020/09/25/pdf/2020\\_7686.pdf](https://dogv.gva.es/datos/2020/09/25/pdf/2020_7686.pdf) [20-04-2021]

- [26] <https://www.retema.es/noticia/transformando-la-paja-de-arroz-en-energia-limpia-gracias-al-proyecto-rice2rice-gtGzM> [20-04-2021]
- [27] <https://pallaalbufera.wixsite.com/bancdepalla/copia-de-sobre-nosaltres> [20-04-2021]
- [28] RIBO, Marta, et al. Alternativas de gestión de la paja de arroz en la Albufera de Valencia. *Vida rural*, 2017, no 430, p. 56-60. [20-04-2021]
- [29] <https://dle.rae.es/subproducto> [20-04-2021]
- [30] <https://es.wikipedia.org/wiki/Subproducto> [20-04-2021]
- [31] RAO, K. Murali Mohan; RAO, K. Mohana; PRASAD, AV Ratna. Fabrication and testing of natural fibre composites: Vakka, sisal, bamboo and banana. *Materials & Design*, 2010, vol. 31, no 1, p. 508-513 [20-04-2021]
- [32] <https://www.ananas-anam.com/about-us/>
- [33] Piñatex, sostenible y muy vegano - Dear Magazine (revistadear.com) [20-04-2021]
- [34] Piñatex, la piel elaborada a base de fibras de piña que está revolucionando el mundo de la moda y el calzado | cestmimistore [20-04-2021]
- [35] Tejidos Innovadores Sostenibles: Piñatex, la alternativa vegana al cuero (fashionunited.es) [20-04-2021]
- [36] Piñatex. Cuero vegetal hecho de fibra de piña (ecoinventos.com) [20-04-2021]
- [37] [https://revistadear.com/wp-content/uploads/2018/04/hugo\\_boss\\_pi%C3%B1atex\\_apertura.jpg](https://revistadear.com/wp-content/uploads/2018/04/hugo_boss_pi%C3%B1atex_apertura.jpg) [20-04-2021]
- [38] [https://fashionunited.es/F\\_0thx2IACV5KRkTQCTKAtqbNIJXD17oMEqSORgAMU/gravit y:sm/quality:70/aHR0cHM6Ly9zdGF0aWMuZmFzaGlbnVuaXRIZC5jb20vMjAxNzA2LzN UZWppZG9Jbm92YWRvcMvzMi5qcGc](https://fashionunited.es/F_0thx2IACV5KRkTQCTKAtqbNIJXD17oMEqSORgAMU/gravit y:sm/quality:70/aHR0cHM6Ly9zdGF0aWMuZmFzaGlbnVuaXRIZC5jb20vMjAxNzA2LzN UZWppZG9Jbm92YWRvcMvzMi5qcGc) [23-04-2021]
- [39] <https://cestmimistore.com/wp-content/uploads/2020/04/pinatex-2.jpg> [23-04-2021]
- [40] <https://ecoinventos.com/wp-content/uploads/2018/07/Pi%C3%B1atex-coche.jpg> [23-04-2021]
- [41] GAIROLA, S. P., et al. Fabrication and mechanical property evaluation of non-woven banana fibre epoxy-based polymer composite. *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 44, p. 3990-3996. [23-04-2021]
- [42] BOHÓRQUEZ CARRASCO, Diego Rolando, et al. Cuero a partir de la fibra de pseudotallo de plátano. 2020. [23-04-2021]
- [43] [https://www.bananatex.info/products\\_EN.html](https://www.bananatex.info/products_EN.html) [23-04-2021]
- [44] <https://www.indianesfootwear.com/fibra-de-platano> [23-04-2021]
- [45] <https://www.experimenta.es/noticias/industrial/indianes-crea-los-primeros-zapatos-hechos-con-fibra-de-platano-extraida-de-desechos-agricolas/> [23-04-2021]
- [46] <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S2214785320376811-gr2.jpg> [23-04-2021]
- [47] <https://www.experimenta.es/wp-content/uploads/2019/10/indianes-primeros-zapatos-hechos-fibra-platano-extraida-desechos-agricolas-5-800x598.jpg> [23-04-2021]
- [48] <https://www.qwstion.com/en/flap-tote-small-bananatex-sand.html> [23-04-2021]
- [49] [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0374/5893/5941/products/MAE\\_1\\_720x.jpg?v=1588454125](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0374/5893/5941/products/MAE_1_720x.jpg?v=1588454125) [23-04-2021]
- [50] [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0374/5893/5941/products/MAE\\_DETAIL\\_5\\_720x.jpg?v=1588454151](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0374/5893/5941/products/MAE_DETAIL_5_720x.jpg?v=1588454151) [23-04-2021]
- [51] [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0374/5893/5941/products/MAE\\_DETAILS\\_7\\_720x.jpg?v=1588454179](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0374/5893/5941/products/MAE_DETAILS_7_720x.jpg?v=1588454179) [23-04-2021]
- [52] <https://fruitleather.nl/about-us/> [23-04-2021]
- [53] <https://ecoinventos.com/wp-content/uploads/2015/09/FruitLeather.jpg> [23-04-2021]
- [54] <https://sraml.com/case-study/fruitleather-rotterdam-the-netherlands-2017/> [23-04-2021]
- [55] <https://sraml.com/case-study/fruitleather-rotterdam-the-netherlands-2017/sraml-fruitleather-case-study-4> [23-04-2021]
- [56] <https://www.youtube.com/watch?v=1feXnMIFQtQ> [23-04-2021]



- [57] [https://www.youtube.com/watch?v=EzY2nhJz\\_T8](https://www.youtube.com/watch?v=EzY2nhJz_T8) [23-04-2021]
- [58] <https://www.youtube.com/watch?v=O5GFALZ4nsQ> [23-04-2021]
- [59] Fruitleather Rotterdam, Caja de muestras - Fruitleather Rotterdam [23-04-2021]
- [60] <https://fruiteather.nl/faq/> [23-04-2021]
- [61] [https://fruiteather.nl/wp-content/uploads/2017/11/IMG\\_8290-2-1000x1333.jpg](https://fruiteather.nl/wp-content/uploads/2017/11/IMG_8290-2-1000x1333.jpg) [23-04-2021]
- [62] <http://orangefiber.it/en/fabrics/> [23-04-2021]
- [63] <http://orangefiber.it/wp-content/uploads/2017/04/infographic2.jpg> [23-04-2021]
- [64] <http://orangefiber.it/wp-content/uploads/2017/04/grid-collection-hm-2.jpeg> [23-04-2021]
- [65] <http://orangefiber.it/wp-content/uploads/2017/04/grid-collection-hm-3.jpeg> [23-04-2021]
- [66] THILAGAVATHI, G., et al. Development of natural fiber nonwovens for application as car interiors for noise control. *Journal of Industrial Textiles*, 2010, vol. 39, no 3, p. 267-278 [23-04-2021]
- [67] [https://www.ufpt.com/cmss\\_files/imagelibrary/large/Truslow\\_080105UFPT\\_41FINAL-large.jpg](https://www.ufpt.com/cmss_files/imagelibrary/large/Truslow_080105UFPT_41FINAL-large.jpg) [23-04-2021]
- [68] <https://economia3.com/2019/02/03/178017-hyperin-el-aislante-ecologico-que-puede-revolucionar-la-construccion-fallera/> [23-04-2021]
- [69] <https://www.levante-emv.com/valencia/2018/01/28/reutilizan-paja-arroz-restos-chufa-12080188.amp.html>[26-04-2021]
- [70] <https://www.aitex.es/portfolio/ecotexcomp-investigacion-y-desarrollo-de-estructuras-textiles-aplicables-como-refuerzo-de-materiales-compuestos-de-marcado-caracter-ecologico/>[26-04-2021]
- [71] <https://www.aitex.es/portfolio/wet-tex-ii-implementacion-de-la-tecnologia-wet-laid-en-la-investigacion-y-desarrollo-de-paneles-para-aplicaciones-tecnicas-a-partir-de-residuos-procedentes-de-la-industria-textil/> [26-04-2021]
- [72] <https://cumulusgreen.org/oryza-collective/> [26-04-2021]
- [73] [https://www.instagram.com/p/B\\_uXK23ovlx/](https://www.instagram.com/p/B_uXK23ovlx/) [26-04-2021]
- [74] [https://www.instagram.com/p/B\\_2FFy\\_jR4W/](https://www.instagram.com/p/B_2FFy_jR4W/) [26-04-2021]
- [75] <https://seed.uno/enterprise-profiles/fang-thai-factory> [26-04-2021]
- [76] Thailand: Turning straw into gold | Global Ideas - Bing video [26-04-2021]
- [77] [https://static.dw.com/image/52337663\\_303.png](https://static.dw.com/image/52337663_303.png) [26-04-2021]
- [78] <https://www.lasprovincias.es/valencia-ciudad/201607/17/envases-paja-arroz-20160716234430-v.html> [26-04-2021]
- [79] <https://thefoodtech.com/wp-content/uploads/2020/12/desarrollan-envase-de-paja-de-arroz.jpg> [26-04-2021]
- [80] <https://www.youtube.com/watch?v=dQoxsPR9hSs> [26-04-2021]
- [81] Energía y bionutrientes a partir de paja del arroz de Doñana y La Albufera | Innovadores | EL MUNDO [26-04-2021]
- [82] Sostrice convierte la paja del arroz en combustible y biofertilizantes - Economía3
- [83] <https://deagronomia.com/agroecologia/fibra-de-coco/> [26-04-2021]
- [84] <http://web.a.ebscohost.com/abstract?site=ehost&scope=site&jrnl=17944953&AN=145292276&h=4fU%2bx%2bs5wn5aZ1QFvQ0W5nCbUpIUjyH8LM3atTz9WITM5TEs8Qy7GsJqjliFDjcbPmu6Ys9Vbgt66vITMeXYHQ%3d%3d&crl=c&resultLocal=ErrCrInoResults&resultNs=Ehost&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d17944953%26AN%3d145292276> [26-04-2021]
- [85] [https://www.amazon.es/Lingge-Natural-Colgantes-Tapetes-Flowerpot/dp/B094QCVRZ5/ref=sr\\_1\\_22?dchild=1&keywords=Fibra+de+coco&qid=1623403779&sr=8-22](https://www.amazon.es/Lingge-Natural-Colgantes-Tapetes-Flowerpot/dp/B094QCVRZ5/ref=sr_1_22?dchild=1&keywords=Fibra+de+coco&qid=1623403779&sr=8-22) [26-04-2021]

- [86] [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71ef1BLJk6S.\\_AC\\_SL1500\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71ef1BLJk6S._AC_SL1500_.jpg) [26-04-2021]
- [87] NAVACERRADA, M. A., et al. Caracterización acústica y térmica de no tejidos basados en fibras naturales. En *Euro Regio. Porto-Portugal (Conference Memories)*, June. 2016. p. 1-10. [26-04-2021]
- [88] <https://www.barnacork.com/aplicaciones/aislamiento-al-impacto-del-forjado-con-fibra-de-coco/> [26-04-2021]
- [89] <https://www.barnacork.com/wp-content/uploads/2020/05/F.T.-PLACAS-Y-ROLLOS-DE-FIBRA-DE-COCO-IN.pdf?ver=0621> [26-04-2021]
- [90] <https://www.barnacork.com/wp-content/uploads/2020/05/esquema-aislamiento-coco-forjado-barnacork-scaled.jpg> [26-04-2021]
- [91] [https://deagronomia.com/agroecologia/fibra-de-coco/#extraccion\\_de\\_la\\_fibra](https://deagronomia.com/agroecologia/fibra-de-coco/#extraccion_de_la_fibra) [26-04-2021]
- [92] <https://www.amazon.es/cepillo-flexible-limpieza-botellas-unidades/dp/B07VKZ59L7> [26-04-2021]
- [93] [https://www.amazon.es/dp/B00HJXAMMW/ref=sspa\\_dk\\_detail\\_4?psc=1&pd\\_rd\\_i=B00HJXAMMW&pd\\_rd\\_w=LOdSM&pf\\_rd\\_p=2adfc2f2-e667-4f0b-910b-0fbdfca47675&pd\\_rd\\_wg=QLvc3&pf\\_rd\\_r=MBW3CNTVHRNVBC2Y3X9V&pd\\_rd\\_r=884cf1a4-eae2-42f3-bd94-67c5711bb4ff&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzSEFJM1dTskMzUlhSJMvUyY3J5cHRIZElkPUEwMTE4MzY3MjFLVUdWQ0lMUjRTRiZlbnNyeXB0ZWZWRBZElkPUEwMDA1NTAwOFRTWENFSUFIOFImd2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWwmYWN0aW9uPWNSaWNrUmVkaXJlY3QmZG9Ob3Rmb2dDbGljaz10cnVI](https://www.amazon.es/dp/B00HJXAMMW/ref=sspa_dk_detail_4?psc=1&pd_rd_i=B00HJXAMMW&pd_rd_w=LOdSM&pf_rd_p=2adfc2f2-e667-4f0b-910b-0fbdfca47675&pd_rd_wg=QLvc3&pf_rd_r=MBW3CNTVHRNVBC2Y3X9V&pd_rd_r=884cf1a4-eae2-42f3-bd94-67c5711bb4ff&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUEzSEFJM1dTskMzUlhSJMvUyY3J5cHRIZElkPUEwMTE4MzY3MjFLVUdWQ0lMUjRTRiZlbnNyeXB0ZWZWRBZElkPUEwMDA1NTAwOFRTWENFSUFIOFImd2lkZ2V0TmFtZT1zcF9kZXRhaWwmYWN0aW9uPWNSaWNrUmVkaXJlY3QmZG9Ob3Rmb2dDbGljaz10cnVI) [26-04-2021]
- [94] [https://alfombrasalacarta.com/alfombras-de-entrada-a-medida/51-felpudo-alfombra-entrada-coco-a-medida.html?gclid=Cj0KCQjwk4yGBhDQARIsACGfAesO3vrXqIWokYVWVlpYRfWCoBljXlifjJEheMURzLi6oiBYzH8L7-lkaAq49EALw\\_wcB](https://alfombrasalacarta.com/alfombras-de-entrada-a-medida/51-felpudo-alfombra-entrada-coco-a-medida.html?gclid=Cj0KCQjwk4yGBhDQARIsACGfAesO3vrXqIWokYVWVlpYRfWCoBljXlifjJEheMURzLi6oiBYzH8L7-lkaAq49EALw_wcB) [26-04-2021]
- [95] [https://deagronomia.com/wp-content/uploads/2019/02/fibra-1\\_opt.jpg.webp](https://deagronomia.com/wp-content/uploads/2019/02/fibra-1_opt.jpg.webp) [26-04-2021]
- [96] [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61QHRM5I5cL.\\_AC\\_SL1000\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61QHRM5I5cL._AC_SL1000_.jpg) [26-04-2021]
- [97] [https://alfombrasalacarta.com/469-superlarge\\_default/felpudo-alfombra-entrada-coco-a-medida.jpg](https://alfombrasalacarta.com/469-superlarge_default/felpudo-alfombra-entrada-coco-a-medida.jpg) [26-04-2021]
- [98] [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81K4cRfu8xL.\\_AC\\_SL1500\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81K4cRfu8xL._AC_SL1500_.jpg) [26-04-2021]
- [99] Nullarbor, el primer eco-tejido producido a partir de residuos de coco (ecoinventos.com) [26-04-2021]
- [100] <https://ecoinventos.com/wp-content/uploads/2018/06/Nullarbor.png> [26-04-2021]
- [101] <http://pelemixspain.com/pelemix/> [03-05-2021]
- [102] [https://www.cocopot.es/sustratos/4980-fibra-de-coco-650g-9-litros-8435405300042.html?gclid=Cj0KCQjwk4yGBhDQARIsACGfAes-Rdowl60UgXB20Z-yi37NftdwOx62-Fzx7-HeOurfbh\\_A2xOn07kaAi\\_uEALw\\_wcB](https://www.cocopot.es/sustratos/4980-fibra-de-coco-650g-9-litros-8435405300042.html?gclid=Cj0KCQjwk4yGBhDQARIsACGfAes-Rdowl60UgXB20Z-yi37NftdwOx62-Fzx7-HeOurfbh_A2xOn07kaAi_uEALw_wcB) [03-05-2021]
- [103] [https://www.cocopot.es/14104-thickbox\\_default/fibra-de-coco-650g-9-litros.jpg](https://www.cocopot.es/14104-thickbox_default/fibra-de-coco-650g-9-litros.jpg) [03-05-2021]
- [104] <https://www.cocopot.es/img/cms/preparar-sustrato-coco-humus.jpg> [03-05-2021]
- [105] <http://pelemixspain.com/pelemix/> [03-05-2021]
- [106] [http://pelemixspain.com/wp-content/themes/flatsome/fama/02\\_quines\\_somos/centros\\_de\\_produccion/centros\\_de\\_produccion\\_01.jpg](http://pelemixspain.com/wp-content/themes/flatsome/fama/02_quines_somos/centros_de_produccion/centros_de_produccion_01.jpg) [03-05-2021]
- [107] <http://pelemixspain.com/sustratos-profesionales/> [03-05-2021]

- [108] [http://pelemixspain.com/wp-content/themes/flatsome/fama/03\\_productos/coco/sustratos\\_profesionales/granulometria.jpg](http://pelemixspain.com/wp-content/themes/flatsome/fama/03_productos/coco/sustratos_profesionales/granulometria.jpg) [03-05-2021]
- [109] [http://pelemixspain.com/wp-content/uploads/2018/07/3\\_productos.jpg](http://pelemixspain.com/wp-content/uploads/2018/07/3_productos.jpg) [07-05-2021]
- [110] <https://www.guiaverde.com/empresas/ejiturbas-3927/fotos/> [07-05-2021]
- [111] <https://grupofico.com/fibra-de-coco/Sustrato de fibra de coco 100% natural - Grupo fico> [07-05-2021]
- [112] <http://mercagarden.com/img/descriptions/macetas-y-tutores-coco1.jpg> [07-05-2021]
- [113] <https://www.levante-emv.com/ribera/2018/05/31/paja-arroz-reciclarse-compost-11954148.html> [07-05-2021]
- [114] <https://www.bing.com/videos/search?q=rice+straw&&view=detail&mid=62F5097C6E8A6ADE261862F5097C6E8A6ADE2618&&FORM=VRD GAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Drice%2520straw%26qs%3Dn%26sp%3D-1%26pq%3Drice%2520straw%26sc%3D8-10%26sk%3D%26cvid%3D88B055A9A3814F1C987EE12508D66B8D%26FORM%3DVDV VXX> [07-05-2021]
- [115] <https://actualidad.rt.com/actualidad/316318-paja-arroz-aislante-termino-acustico-paredes> [07-05-2021]
- [116] [https://cdni.rt.com/actualidad/public\\_images/2019.05/original/5ceeac5708f3d92e4e8b456c.jpg](https://cdni.rt.com/actualidad/public_images/2019.05/original/5ceeac5708f3d92e4e8b456c.jpg) [07-05-2021]
- [117] [https://cdni.rt.com/actualidad/public\\_images/2019.05/original/5ceeac5508f3d92e4e8b456a.JPG](https://cdni.rt.com/actualidad/public_images/2019.05/original/5ceeac5508f3d92e4e8b456a.JPG) [07-05-2021]
- [118] <https://ovacen.com/jardines-verticales/> [07-05-2021]
- [119] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69118/L%C3%93PEZ%20-%20CSA-F0020%20Jardines%20verticales.pdf?sequence=1> [07-05-2021]
- [120] PERINI, Katia, et al. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. *Urban Ecosystems*, 2013, vol. 16, no 2, p. 265-277. [07-05-2021]
- [121] <https://www.youtube.com/watch?v=5Bupzh18s9A> [07-05-2021]
- [122] <https://i.ytimg.com/vi/txROngkFI0k/maxresdefault.jpg> [07-05-2021]
- [123] <https://dle.rae.es/plantel> [07-05-2021]
- [124] <https://dle.rae.es/criadero> [12-05-2021]
- [125] <https://macetasoriginales.online/materiales-de-macetas/> [12-05-2021]
- [126] <https://www.youtube.com/watch?v=70cKQrKAH6U> [12-05-2021]
- [127] <https://jardindesuculentas.com/wp-content/uploads/2020/01/macetas-hormigon-para-suculentas.jpg> [12-05-2021]
- [128] <https://macetasoriginales.online/wp-content/uploads/2020/07/macetas-con-formas-de-personas-baratas.jpg> [12-05-2021]
- [129] <https://macetasoriginales.online/wp-content/uploads/2020/02/O-IMITACION-DEL-MATERIAL.png> [12-05-2021]
- [130] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSQdhuCxISbmtP2CAyCbIK90xGYH41hYnWZw&usqp=CAU> [12-05-2021]
- [131] <https://i.pinimg.com/originals/aa/a9/3a/aaa93ac059213faf8b6726569a87724c.jpg> [12-05-2021]
- [132] <https://www.fastmr.com/report/41/flower-pots-and-planters-market> [12-05-2021]
- [133] MITRA, B. C. Environment friendly composite materials: biocomposites and green composites. *Defence Science Journal*, 2014, vol. 64, no 3, p. 244. [12-05-2021]
- [134] <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema12/12-5uso.htm> [12-05-2021]
- [135] <https://gabrielfariasiribarren.com/fibras-textiles-naturales-vegetales/> [12-05-2021]
- [136] <http://www.eula.cl/giba/wp-content/uploads/2017/09/las-fibras-vegetales-y-sus-aplicaciones.pdf> [12-05-2021]
- [137] <https://hendrixcentroamerica.com/quitosano-usos/> [12-05-2021]

- [138] Romagnoli, M. J., Alvarez, V. A., & Gonzalez, J. S. (2019). Microesferas de quitosano para textiles dermoprotectores. (13/04/2021) [12-05-2021]
- [139] CASALLAS NOGUERA, Daniel Andrés, et al. *Caracterización reológica del gel de agar*. 2007. Tesis de Licenciatura. Uniandes. [12-05-2021]
- [140] <http://2.bp.blogspot.com/-zoki4TzXUCU/VhvVZWLTLI/AAAAAAAAADy4/tVdGOXOEnw4/s1600/agar.gif> [14-06-2021]
- [141] <http://labiologiamola.blogspot.com/2015/10/agar-agar-el-agar-o-agar-agar-es-un.html> [14-06-2021]
- [142] <https://d3gr7hv60ouvr1.cloudfront.net/CACHE/images/products/a850120c2e9e432aa8f5c69692e2bca9/63c36942244fb30a72deefc361f791d4.jpg> [14-06-2021]
- [143] <https://d3gr7hv60ouvr1.cloudfront.net/CACHE/images/products/ecd5072316d74852ae49a16b68422f33/6794268cc0fa4d49e59a94685411af6d.jpg> [14-06-2021]
- [144] <https://d3gr7hv60ouvr1.cloudfront.net/CACHE/images/products/d85d1bd951c247f983614e5935ad090a/413feef0eb71a73dce95152d4a6e9b30.jpg> [14-06-2021]
- [145] <https://www.naturitas.es/p/alimentacion/setas-y-algas-deshidratadas/algas-para-cocinar/alga-agar-agar-en-fibras-20-g-porto-muinos> [14-06-2021]
- [146] <https://es.lush.com/ingredientes/tiras-de-alga-agar> [14-06-2021]
- [147] <http://hdl.handle.net/10251/11401> [14-06-2021]
- [148] <https://alcoholdepolivinilo.com/>. [14-06-2021]
- [149] <https://www.kuraray-poval.com/es/> [14-06-2021]
- [150] <http://hdl.handle.net/10251/11401> [14-06-2021]
- [151] [https://www.sigmaaldrich.com/deepweb/content/dam/sigmaaldrich/structure6/124/mfcd00081922.eps/\\_jcr\\_content/renditions/mfcd00081922-large.png](https://www.sigmaaldrich.com/deepweb/content/dam/sigmaaldrich/structure6/124/mfcd00081922.eps/_jcr_content/renditions/mfcd00081922-large.png) [14-06-2021]
- [152] <https://alcoholdepolivinilo.com/> [20-06-2021]
- [153] <https://www.sigmaaldrich.com/ES/es/product/aldrich/10852> [20-06-2021]
- [154] <https://www.maizena.es/faq.html#accordion-content-4599517273612-2> [20-06-2021]
- [155] [https://www.maizena.es/sk-eu/content/dam/brands/maizena/global\\_use/2385541-miezena-700-400-01-copia.png.rendition.530.530.png](https://www.maizena.es/sk-eu/content/dam/brands/maizena/global_use/2385541-miezena-700-400-01-copia.png.rendition.530.530.png) [20-06-2021]
- [156] <https://www.maizena.es/productos/harinas/harina-fina-de-maiz.html>
- [157] [https://www.maizena.es/sk-eu/content/dam/brands/maizena/global\\_use/2385541-miezena-700-400-01-copia.png.rendition.530.530.png](https://www.maizena.es/sk-eu/content/dam/brands/maizena/global_use/2385541-miezena-700-400-01-copia.png.rendition.530.530.png) [20-06-2021]
- [158] <https://www.maizena.es/productos/harinas/harina-fina-de-maiz.html> [20-06-2021]
- [159] DERKSEN, Goverdina CH; VAN BEEK, Teris A. Rubia tinctorum L. *Studies in natural products chemistry*, 2002, vol. 26, p. 629-684. [20-06-2021]
- [160] [https://es.wikipedia.org/wiki/Rubia\\_tinctorum](https://es.wikipedia.org/wiki/Rubia_tinctorum) [20-06-2021]
- [161] SAIZ DE COS, Paula; PÉREZ-URRIA CARRIL, Elena. Cúrcuma I (Curcuma longa L.). *REDUCA Biología*, 2014, vol. 7, no 2, p. 84-99. [20-06-2021]
- [162] MELLIZO SALINAS, Natalia Carolina, et al. *Teñido de textiles de algodón con tinte vegetal de cúrcuma*. 2018. Tesis de Licenciatura. Escuela Arquitectura y Diseño. [20-06-2021]
- [163] [https://es.wikipedia.org/wiki/Brassica\\_oleracea\\_var.\\_capitata\\_f.\\_rubra](https://es.wikipedia.org/wiki/Brassica_oleracea_var._capitata_f._rubra) [20-06-2021]
- [164] HEREDIA-AVALOS, Santiago. Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2006, vol. 3, no 1, p. 89-103. [22-06-2021]
- [165] BALLESTEROS FORTICH, Loraine; DIAZ BARROS, Anyely. *La antocianina como sustituto de los indicadores de PH sintéticos: un paso hacia los productos verdes*. 2017. Tesis Doctoral. Universidad de la Costa. [22-06-2021]
- [166] <https://frutasyverduraszaragoza.es/wp-content/uploads/2018/12/col-lombarda.jpg> [22-06-2021]



- [167] <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/10053534/08/19/Espanas-el-septimo-pais-de-la-UE-que-mas-comida-desperdicia-lo-que-equivale-a-tirar-3000-millones-anuales-a-la-basura.html> [22-06-2021]
- [168] <https://www.menosdesperdicio.es/publicaciones-enlaces/documentos>. [22-06-2021]
- [169] DE COMPOSTAJE, Red Española. *Residuos agroalimentarios I. 3*. Ediciones Paraninfo, SA, 2015 [22-06-2021]
- [170] <https://www.eu-fusions.org/index.php/about-food-waste> [22-06-2021]
- [171] [https://s03.s3c.es/imag/\\_v0/770x461/2/d/e/260819-alimentos.gif](https://s03.s3c.es/imag/_v0/770x461/2/d/e/260819-alimentos.gif) [22-06-2021]
- [172] <http://www.fao.org/3/i3901s/i3901s.pdf> [22-06-2021]
- [173] <https://www.manomano.es/p/substrato-fertilizado-jardinero-verde-9649753> [22-06-2021]
- [174] [https://cdn.manomano.com/images/images\\_products/14607969/P/25912471\\_1.jpg](https://cdn.manomano.com/images/images_products/14607969/P/25912471_1.jpg) [22-06-2021]
- [175] [https://www.viscardisrl.it/wp-content/uploads/2014/10/term\\_lab.jpg](https://www.viscardisrl.it/wp-content/uploads/2014/10/term_lab.jpg) [22-06-2021]
- [176] <https://www.muncisa.com/gallery.html> [22-06-2021]
- [177] <https://www.arteregal.com/producto/81364> [22-06-2021]
- [178] <https://www.arteregal.com/images/productos/81364.jpg> [22-06-2021]
- [179] [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/716G6ZMJk9L.\\_AC\\_SL1500\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/716G6ZMJk9L._AC_SL1500_.jpg)
- [180] GIBAJA, Segundo. Pigmentos naturales. [22-06-2021]
- [181] <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/19390/1/colorantes%20listo%20%2Bisbn.pdf> [26-06-2021]
- [182] <https://www.akkusgeneration.com/post/conocimiento-b%C3%A1sico-para-experimentar-con-el-tinte-vegetal> [26-06-2021]
- [183] MELLIZO SALINAS, Natalia Carolina, et al. *Teñido de textiles de algodón con tinte vegetal de cúrcuma*. 2018. Tesis de Licenciatura. Escuela Arquitectura y Diseño. [26-06-2021]
- [184] <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/sustratos-cultivo/>[26-06-2021]
- [185] CABRERA, R. I., et al. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 1999, vol. 5, no 1, p. 5-11. [26-06-2021]
- [186] <https://verdecora.es/blog/tipos-macetas-elegir-apropiada-tus-plantas> [26-06-2021]
- [187] [https://img.europapress.es/fotoweb/fotonoticia\\_20180127175940\\_1024.jpg](https://img.europapress.es/fotoweb/fotonoticia_20180127175940_1024.jpg) [26-06-2021]
- [188] <https://vaersa.com/Content/GVA-theme/images/iconospajaarroz/RecogidaArroz.png> [26-06-2021]
- [189] <https://radiosantamaria.net/wp-content/uploads/2020/05/quema-de-arroz.jpg> [26-06-2021]
- [190] <https://www.lovevalencia.com/wp-content/uploads/2016/10/ruta-del-arroz-gif.gif>
- [191] [https://st.depositphotos.com/1229718/2406/i/950/depositphotos\\_24069359-stock-photo-bale-of-hay.jpg](https://st.depositphotos.com/1229718/2406/i/950/depositphotos_24069359-stock-photo-bale-of-hay.jpg) [28-06-2021]
- [192] <https://img2.freepng.es/20180130/tfw/kisspng-rice-paddy-field-rice-paddy-5a704f607ef2d5.31689948151730979252.jpg> [28-06-2021]
- [193] <https://www.elperiodic.com/archivos/imagenes/noticias/2020/09/28/straw-230112-1280.jpg> [28-06-2021]
- [194] [https://lh3.googleusercontent.com/proxy/qotoIV73diw3gVwZgd39VSIJ8d7VRrXQ0S7vPVLgLjuYiXMKUoKw2GTT4w00GXSXMKvqb5ZIE9WvidzrdLQJ\\_C\\_SVYqzuiC6k\\_963up2ERYABOsUDE\\_sA\\_tWeRvBcQp4s542m29VZS6ju0ONlgl4lg5i0wZg6ph9aFClo9dQokQy5G2ASZqYGIJX2A](https://lh3.googleusercontent.com/proxy/qotoIV73diw3gVwZgd39VSIJ8d7VRrXQ0S7vPVLgLjuYiXMKUoKw2GTT4w00GXSXMKvqb5ZIE9WvidzrdLQJ_C_SVYqzuiC6k_963up2ERYABOsUDE_sA_tWeRvBcQp4s542m29VZS6ju0ONlgl4lg5i0wZg6ph9aFClo9dQokQy5G2ASZqYGIJX2A) [28-06-2021]
- [195] <https://kayto.es/kokedamas/> [28-06-2021]
- [196] [https://scontent-mad1-1.xx.fbcdn.net/v/t1.6435-9/50586573\\_422914401781129\\_4618490453510062080\\_n.jpg?\\_nc\\_cat=108&ccb=1-](https://scontent-mad1-1.xx.fbcdn.net/v/t1.6435-9/50586573_422914401781129_4618490453510062080_n.jpg?_nc_cat=108&ccb=1-)

- 3&\_nc\_sid=973b4a&\_nc\_ohc=rB2X3zppIDIAX\_T0oS7&\_nc\_ht=scontent-mad1-1.xx&oh=7f946009f2cdc7089ea5a68e68c965b1&oe=60EA0907 [29-06-2021]
- [197] [https://www.purplant.es/producto/pack-semillas-organicas-primavera-verano/?utm\\_source=Google%20Shopping&utm\\_campaign=purplant&utm\\_medium=cpc&utm\\_term=9109&gclid=CjwKCAjw\\_o-HBhAsEiwANqYhpxlsQ\\_DatZlHcNENDIGgwUsKvyWuNoCqvxi5d\\_4KPtwcwE3woELfbRoCiwgQAvD\\_Bw](https://www.purplant.es/producto/pack-semillas-organicas-primavera-verano/?utm_source=Google%20Shopping&utm_campaign=purplant&utm_medium=cpc&utm_term=9109&gclid=CjwKCAjw_o-HBhAsEiwANqYhpxlsQ_DatZlHcNENDIGgwUsKvyWuNoCqvxi5d_4KPtwcwE3woELfbRoCiwgQAvD_Bw) [29-06-2021]
- [198] <https://www.lidem.com/molino-triturador-para-sacos-de-fibras-naturales/> [29-06-2021]
- [199] <https://agro-technology.com/productos/logitec-coco-mill-cm200-para-fibra-de-coco/>
- [200] <https://www.directindustry.es/prod/pinette-emidecau-industries/product-16554-2320785.html> [30-06-2021]
- [201] [https://img.directindustry.es/images\\_di/photo-mg/16554-15979553.webp](https://img.directindustry.es/images_di/photo-mg/16554-15979553.webp) [30-06-2021]
- [202] <https://www.directindustry.es/prod/weiss-technik/product-31144-2314455.html> [30-06-2021]
- [203] [https://img.directindustry.es/images\\_di/photo-g/31144-15932121.webp](https://img.directindustry.es/images_di/photo-g/31144-15932121.webp) [30-06-2021]
- [204] <https://comunidad.leroymerlin.es/t5/Bricopedia-Jardiner%C3%ADa/Qu%C3%A9-es-la-madera-sostenible/ta-p/91157> [02-07-2021]
- [205] [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0051/1049/7395/files/pefc\\_large.jpg?v=1555402603](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0051/1049/7395/files/pefc_large.jpg?v=1555402603) [02-07-2021]
- [206] [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-11153](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2010-11153) [02-07-2021]
- [207] <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-8875> [02-07-2021]