



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de Arquitectura,
Diseño y Urbanismo
UDELAR



Escuela Universitaria
Centro de Diseño

TRABAJO DE GRADO

María Victoria Noya

Tutora: Tnlgo. Mecánico Sarita Etcheverry

Lic. Diseño Industrial
Montevideo, Uruguay

2021

Investigación de materiales

Viabilidad de generar
un material en base a
papel reciclado y
cascarilla de arroz



ÍNDICE

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

Agradecimientos	5
Introducción	6-7
Motivaciones	8
Objetivos	9
Metodología	10-11

CAPÍTULO 2 - INVESTIGACIÓN

El papel	13-15
El cultivo de arroz en Uruguay	16-21
La cascarilla de arroz	22-25
Materiales biodegradables	26-28
El reciclaje en Uruguay	29-30
Análisis diacrónicos	31-34

CAPÍTULO 3 - PROBLEMAS

Problemas	36-37
Justificación	38-39
Antecedentes	40-42

CAPÍTULO 4 - DESARROLLO

Experimentación	44-64
Transformación de los materiales	65-67
Resolución	68-69

CAPÍTULO 5 - CONCLUSIONES

Conclusiones	71-72
--------------------	-------

CAPÍTULO 6 - FUENTES

Fuentes	74-79
---------------	-------



INTRODUCCIÓN

- Agradecimientos
- Introducción
- Motivaciones
- Objetivos
- Metodología

Agradecimientos

Agradezco a la UdelaR, FADU y EUCD por la formación profesional y por permitirme el desarrollo de muchos proyectos que me ayudaron a llevar a cabo éste trabajo de grado final de la carrera de Licenciatura en Diseño Industrial perfil Producto.

Agradezco también a mi tutora Sarita Etcheverry por el apoyo y guía durante todo el largo proceso de la generación de ésta investigación.

Agradezco también a todos mis compañeros de la carrera por brindarme ayuda y apoyo en cuanto a contenidos y opiniones.

Por último pero no menos importante agradezco a toda mi familia por darme el aliento y contención para poder terminar con la carrera.

Introducción

Es un hecho real que en los últimos años ha aumentado la importancia del reciclaje y la concientización del medio ambiente a nivel mundial, debido a la preocupación que existe sobre el aumento de los residuos.

Esto se puede ver reflejado en “La Agenda para el Desarrollo Sostenible 2030”, propuesta en el año 2015 por los estados miembros de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), en ella se proponen 17 objetivos respecto a la pobreza, a la protección del planeta, la mejora de la calidad de vida y perspectiva de las personas a nivel mundial.¹

En el año 2019 la ONU publicó un informe que mostraba la situación de dicha agenda, es importante destacar un dato que proporcionan en cuanto al aumento de los residuos municipales. Existe una estimación de que la totalidad de los residuos generados en el mundo se duplicará desde el año 2016 al año 2050, pasando de 2 mil millones de toneladas a 4 mil millones de toneladas métricas.

Así mismo dentro del informe de la ONU se plantea reducir la cantidad total de materia prima extraída para satisfacer la demanda del consumo, a esto le llaman “huella material”. Se destaca su aumento en relación al aumento de la población y la producción económica.²

En Uruguay particularmente se puede apreciar que existe un cierto déficit en cuanto a la temática, se ha intentado comenzar a reciclar los residuos y tomar mayor relevancia del tema, pero aún es un camino que se está recorriendo. Para poder visualizar dicho déficit podemos destacar que una persona al día genera aproximadamente 1 kilo de desechos, asegura Lumber Andrada, asesor de empresas y cooperativas sociales en gestión de residuos y dueño de Uruplac.

Por otro lado la asociación civil CEMPRE que promueve la reducción y el reciclaje de residuos en Uruguay, brindó datos alarmantes exponiendo que en los últimos 40 años se produjo más basura en nivel mundial que desde el origen del hombre hasta el año 1970. Y también destaca que en Uruguay solamente se recicla el 7% de los desechos que se generan.³

1 ONU. (2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. 2020, de ONU Sitio web: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&referer=htp://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/&Lang=S

2 ONU. (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019. 2020, de ONU Sitio web: http://www.cva.itesm.mx/biblioteca/pagina_con_formato_version_oct/apaweb.html

3 Solomita Mariángel. (2017). ¿Cómo salvar a la basura?. 2019, de El País Sitio web: www.elpais.com.uy/que-pasa/salvar-basura.html

La importancia de reciclar materiales crece día a día, de manera que para mi trabajo de grado opté por evaluar diferentes desperdicios que se consideran “plagas” dentro de nuestro territorio y otros desperdicios que se pueden reciclar y que son consumidos por el hombre en grandes cantidades en el día a día; para poder generar nuevos materiales a partir de los mismos y que no se conviertan en desechos.

Luego de una extensa investigación se optó en primer lugar considerar al papel como protagonista de éste trabajo de experimentación.

El papel es un material que es fabricado a partir de las fibras de la celulosa que se encuentran en la madera. Cuando dicha fibra es utilizada por primera vez se le puede denominar fibra virgen y en cambio cuando se trata del reciclaje del papel se le llama fibra reciclada. De todas maneras en ambos casos estamos hablando de la misma fibra pero en momentos diferentes de su ciclo de vida.⁴

En nuestro país se generan un aproximado de **500 toneladas de residuos de papel y cartón a diario** de las cuales **solamente son recicladas o recuperadas 150 toneladas**, el restante se convierte en basura. La importancia de reciclar dicho papel se refleja en varios aspectos, pero el más importante es que por cada tonelada de papel reciclado se evita la tala de 17 árboles, 26.000 litros de agua y 1750 litros de aceite.⁵

4 Aspapel. (2008). El papel / cómo se hace. 2019, de Aspapel Sitio web: <http://www.aspapel.es/el-papel/como-se-hac>

5 El Observador. (2018). Buscando un nuevo destino para toneladas de papel. 2020, de El Observador Sitio web: <https://www.elobservador.com.uy/nota/buscando-un-nuevo-destino-para-toneladas-de-papel-201845400>

Partiendo entonces del papel que es un desecho de consumo principalmente doméstico o empresarial se optó por seguir investigando otros materiales que puedan vincularse al mismo pero que pertenezcan a un rubro de consumo diferente. De éste modo se considera la utilización de la cascarilla de arroz.

La cascarilla de arroz es un subproducto que proviene de la actividad arrocera, específicamente es un residuo que se genera en el proceso de obtener el arroz en condiciones de ser consumido por el hombre. En Uruguay las características climáticas y geográficas propician la producción del arroz, siendo por lo tanto una de las principales actividades agro-industriales de nuestro país a la hora de exportar.⁶

Para poder contrastar las cifras nombradas en el caso del papel se puede destacar que entre los años 2012-2013 se sembró un aproximado de 172 mil hectáreas, generando una producción total de arroz y de cáscara seca y limpia de 1.3 millones de toneladas.⁷ La cáscara de arroz representa el 20% del peso del arroz producido.

En vías de continuar aportando desde el diseño en temas de reciclaje y de los desechos que generamos día a día, se propone desarrollar una investigación y experimentación en materiales a partir de la vinculación del papel reciclado y la cascarilla de arroz con diversos aglomerantes que sean biodegradables, para así generar uno o varios materiales nuevos, que posibiliten una fuente clave de información para futuras investigaciones o relevamientos.

6 Programa Nacional Producción de Arroz. (2016). El cultivo en Uruguay. Uruguay exportador de arroz. Suplemento Tecnológico INIA. p.12.

7 Asociación Cultivadores de Arroz. (2013). Sector Arrocerero. Uruguay: Uruguay XXI.

Motivaciones

A lo largo del transcurso de la carrera hemos abordado diferentes proyectos, con diferentes temáticas y enfoques. Dichas circunstancias me permitieron identificar los elementos que me generaban mayor motivación a la hora de diseñar, siendo la creatividad, la experimentación y la oportunidad de generar algo diferente que aporte positivamente a la sociedad.

A través de éste trabajo de grado se genera la oportunidad de abordar una temática de interés propio, brindando la oportunidad a desarrollar mis motivaciones.

Por ésta causa el enfoque se encuentra dentro del área tecnológica, lo que respecta a desechos y sustentabilidad.

A partir del desarrollo de ésta investigación fui refinando temas y materiales a trabajar, para lograr una alternativa factible que permita la reutilización de desechos orgánicos como lo son el papel y la cascarilla de arroz.

Objetivos

Para abordar los problemas nombrados brevemente en la introducción, se plantea una pregunta de investigación general teniendo en cuenta mis materiales identificados como potencias:

¿Se puede generar un nuevo material a partir de la vinculación de la cascarilla de arroz y el papel reciclado?

Intentando responder dicha pregunta me planteo tres hipótesis:

- **Se puede generar un material a base del papel reciclado y cascarilla de arroz.**
- **Se puede generar un material nuevo a base de cascarilla de arroz.**
- **Se puede utilizar el material generado.**

Partiendo de la pregunta de investigación e hipótesis planteadas, se procede a plantar los objetivos tanto general como específico.

El objetivo general del citado trabajo se centra en contribuir con la importancia del reciclar y la sustentabilidad, aportando desde el diseño con la generación de nuevos materiales.

Se considera de importancia entender el ciclo de vida de los materiales, para poder esclarecer que muchos residuos pueden ser tomados en cuenta para la creación de uno nuevo.

Dicho esto el objetivo específico de ésta investigación toma enfoque en evaluar la relación que tienen el papel con la cascarilla de arroz al aglomerarse con otros materiales biodegradables.

A partir de ello se evaluarán las características de los materiales generados para poder diagnosticar constantes e información relevante para una futura investigación.

Metodología

A modo de introducir la metodología general empleada a lo largo del trabajo, cabe mencionar que se empleó el método de diseño experimental. Dicho método se apoya en el método científico pero con el punto de vista del diseño. Lo que se propone es poder recolectar, analizar e interpretar los datos obtenidos a lo largo de toda la investigación.

Éste trabajo se centra principalmente en comparar las diferentes muestras obtenidas a partir la vinculación de la cascarilla de arroz con el papel a través de diversos aglomerantes que ahondaremos más adelante.

A continuación se explican cada una de los seis capítulos claves del proyecto, dejando en claro cuales fueron las herramientas metodológicas utilizadas en cada una de ellas.

El primer capítulo consta en introducir el trabajo de grado, mencionar las motivaciones para el desarrollo del mismo, la definición de los objetivos tanto secundarios como principales y la metodología de trabajo. Las herramientas metodológicas importantes utilizadas en éste capítulo se desarrollan a la hora de definir los objetivos, se plantea una pregunta de investigación de la cual se desprenden tres hipótesis.

En el segundo capítulo se desarrolla una investigación sobre el papel, el cultivo de arroz en Uruguay, la cascarilla de arroz, el reciclaje en Uruguay y dos análisis diacrónicos que dejan en comparación fechas importantes sobre algunas de éstas temáticas mencionadas.

Dicha investigación se enfocó en los principales componentes del proyecto (papel y cascarilla de arroz), esclareciendo su historia, los comportamientos ya conocidos de dichos materiales, etc. Se abordaron también temáticas centradas en nuestro territorio nacional mostrando avances, logros y retrocesos respecto al reciclaje y a la plantación de arroz. Éste capítulo permitió la relevación de información determinante para continuar con el resto de los capítulos del proyecto.

En el tercer capítulo se definieron y explicaron las problemáticas abordadas según su orden de prioridad, llevándose a cabo en primer instancia un árbol de problemas que permite ver de forma gráfica el camino que determinó la selección de los mismos. Por otro lado una vez identificados los problemas se desarrolló un cuadro de problemas que busca mostrar con mayor claridad de forma esquemática dichas situaciones. En éste capítulo del proyecto también se busca justificar la elección de dichas problemáticas y temática para brindar mayores argumentos.

En un cuarto capítulo se llevó a cabo una fase experimental con la cascarilla de arroz y el papel, adoptando un abordaje metodológico de carácter cuantitativo, donde se tienen en cuenta las diferentes proporciones en la mezcla de los materiales en cuestión para definir los primeros parámetros importantes dentro del proyecto. Para la realización de la experimentación se comenzó elaborando muestras a través de la técnica del papel reciclado de forma manual, para poder obtener un acercamiento de los materiales y definir así un proceso productivo propio y detallado. Cada muestra de material cuenta con su respectiva ficha adjunta en la carpeta de Anexos donde se muestran todos los detalles y los resultados obtenidos de forma clara y extensa.

A lo largo de la experimentación se puede observar la variación de cantidades del papel y la cascarilla de arroz y también diferentes aglutinantes biodegradables que permiten la unión de los mismos. Éstos factores permiten dividir la experimentación en 6 etapas. Se comenzó por muestras que contenían mayor cantidad de papel que de cascarilla de arroz, continuando por cantidades iguales y terminando con muestras donde el material predominante sobre el papel es la cascarilla de arroz. El aglutinante en común para todas las muestras es el agua en diferentes cantidades y luego se continuó incorporando almidón de maíz, colágeno (gelatina sin sabor), agar agar y resina de pino intentando manejar diferentes características de los mismos que puedan aportar a las muestras finales.

Por otro lado se desarrolla una evaluación de los resultados obtenidos en la etapa anterior para poder definir posibles constantes y características distintivas en cada uno de los materiales y la vida útil de los mismos. Permitiendo ver de manera clara y concisa todos los resultados obtenidos se llevó a cabo un cuadro comparativo.

En éste capítulo también es donde toda la investigación toma unión llevándose a cabo la resolución final que expresa de la mejor manera posible la información relevada.

Finalmente en el quinto capítulo se plantearon las conclusiones finales del trabajo de grado y se buscó corroborar las hipótesis y objetivos planteados en un principio.

En el último capítulo se muestran todas las fuentes citadas a lo largo de todo el trabajo de grado y otras fuentes utilizadas para relevar información.

Por otra parte el proyecto consta con una carpeta de Anexos, la cual contiene información de utilidad que se cita a lo largo de toda la carpeta, como lo es el proceso de elaboración de las muestras, las fichas de los materiales y algunas de las pruebas realizadas en los mismos.

INVESTIGACIÓN

- El papel
- Cultivo de arroz en Uruguay
- La cascarilla de arroz
- Materiales biodegradables
- El reciclaje en Uruguay
- Análisis diacrónico 1
- Análisis diacrónico 2



El Papel

El papel es un material que se obtiene a partir de la pulpa de celulosa, este se genera a partir de una lámina muy delgada de dicha materia prima y agua. Dependiendo del tipo de papel que se desea obtener se llevan a cabo diferentes procesos químicos, tales como el blanqueado por ejemplo para obtener una hoja blanca de cuaderno. En todos los casos luego de dichos procesos se continúa con etapas de secado y endurecimiento del material.



Imagen extraída de consumiblesreyccom.com

Éste material destacado tiene sus antecedentes muchos años atrás, desde el año 3000 a.C. en el Antiguo Egipto se solía utilizar el papiro como superficie de escritura. El papiro era fabricado a partir de la planta de papiro que abundaba sobre el Río Nilo.

Posteriormente surgió el pergamino en el período grecorromano, desde el siglo VIII a.C al siglo V d.C. Dicho material era fabricado a partir de pieles de becerro, oveja, cabra o carnero, endurecidas a través de la cal, para ser utilizadas como superficie de escritura con tinta. El proceso de creación de los pergaminos resultó ser muy costoso por lo que solían utilizarlos, borrando las escrituras.

Por otro lado en China se escribía sobre madera o bambú con una punta rígida, esta técnica no era la más adecuada para la legibilidad de las escrituras y también generaba un problema a la hora de tener que almacenar los textos ya que ocupaban demasiado lugar. La sustitución a la madera y el bambú fue un papel realizado a partir de residuos de telas, como por ejemplo la seda, también cáscara de arroz, cáñamo y algodón en ocasiones. Durante muchos años la fabricación de papel era característica de China, luego se extendió a todo Japón.

En Europa se utilizaban los materiales lino y algodón, con el surgimiento de la industria de la imprenta a partir del siglo XV, estas materias comenzaron a faltar. Es aquí donde en el año 1840 se genera un material que proviene a partir de la trituración de madera, fabricando la hoy conocida pulpa de celulosa.

El papel se fabrica a partir de las fibras de celulosa que se encuentran en la madera. La celulosa es un biopolímero compuesto por moléculas de glucosa; es la biomolécula orgánica que más abunda ya que forma gran parte de la biomasa terrestre. Este material se encuentra en la estructura de las plantas, cumpliendo función de sostén de las mismas; el ejemplo más puro de la celulosa es el algodón ya que contiene un 90% de la misma, en comparación con la pared de una célula vegetal joven que contiene un 40%. La madera que se utiliza para realizar el papel hoy en día contiene aproximadamente un 50% de celulosa en su composición.

En el caso del reciclaje del papel se puede llevar a cabo a través de máquinas o de forma manual. Cuando se da a través de las máquinas, el primero paso es la selección del papel, descartando aquel que esté contaminado. Luego el papel se destruye y se enfarda para comprimir al máximo el material. Éstas fibras se mezclan con agua y luego se procesa todo dentro de una máquina papelera, en dicha máquina la mezcla comienza a procesarse para retirarle el agua y brindarle las características finales deseadas. Finalmente el papel obtenido se enrolla. Hoy en día también existe una máquina, creada por la empresa Epson mucho más compacta y con fines de ser utilizada en una oficina. Ésta recicla el papel en seco, a través de procesos químicos devolviéndole el color blanco al papel y deshaciéndose de la tinta que éste pueda tener.



Imagen extraída de página web epson.es



Imagen extraída de página web de Rotondaro

Cuando hablamos del proceso manual los pasos a seguir son los siguientes:

1. Dejar en remojo el papel bien picado toda la noche.
2. Al día siguiente se escurre el agua.
3. Licuar hasta generar una pasta y colocar en un recipiente.
4. Agregarle un poco de agua a la pasta y mezclar.
5. Introducir una malla metálica dentro de la mezcla.
6. Levantar dicha malla con una capa de pasta en su superficie.
7. Estirar un trozo de tela en una superficie plana y limpia.
8. Colocar la malla sobre la tela.
9. Colocar un plástico sobre la pasta
10. Presionar con palote para retirar el excedente de agua.
11. Volcar cuidadosamente sobre una tabla o pedazo de plástico.
12. Separar la pulpa del plástico cuidadosamente con las manos.
13. Dejar secar al sol.⁸

8 Lic. Amy Stephenson. (1994). Actividades de Reciclaje. (Tomo 1). Uruguay, Montevideo: Central Uruguaya de Reciclaje

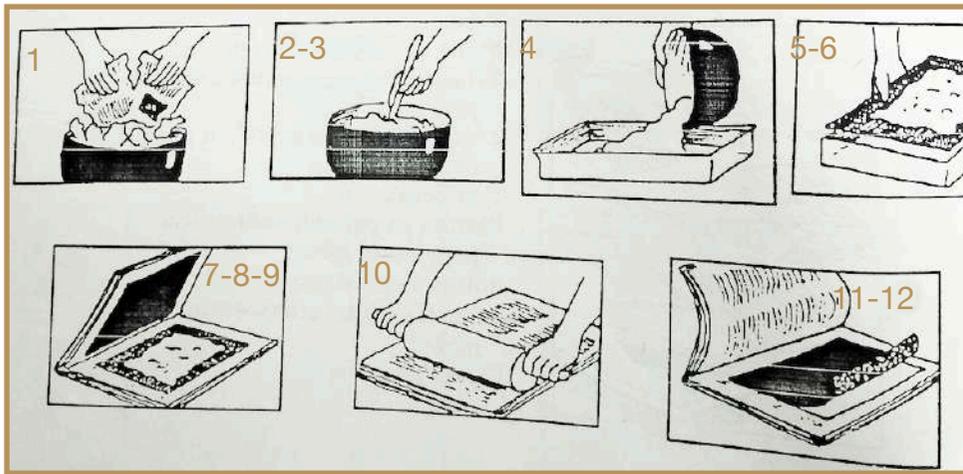


Imagen extraída de fuente de la Lic. Amy Stephenson

Algo importante a destacar para ambos procesos es que el papel se puede reciclar hasta 11 veces, este va perdiendo propiedades por lo que se va convirtiendo en diferentes tipos de papel o cartón. Las propiedades mecánicas usadas para caracterizar el papel constan en lo siguiente:

- Rigidez
- Resistencia al rasgado
- Resistencia superficial
- Capacidad de absorción de agua

Éstas características son claves para que el papel pueda ser utilizado en diversas circunstancias. En cuanto a la rigidez puede variar dependiendo de las fibras que conforman el papel, si éste es fabricado con mayor contenido de fibra larga será más rígido, en cambio si se produce

con fibra corta su rigidez disminuye; otro factor clave que determina dicha propiedad es el tipo de pulpa de celulosa utilizada, la pulpa mecánica brinda mayor rigidez que la pulpa química.⁹ Cuando hablamos de pulpa o pasta mecánica nos referimos a la separación de las fibras de la madera en agua a través de una muela cilíndrica (rodillos), adquiriendo una temperatura elevada. Dicho proceso se lleva a cabo para eliminar la lignina (sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, que aporta rigidez a los árboles y el color oscuro). De todas formas, no se logra eliminar completamente la lignina a través de este proceso, obteniendo un papel con un aspecto visual más rústico o amarronado que se puede apreciar en guías telefónicas, cartón prensado, papel de diario, etc.

En cuanto a la pasta química nos referimos al proceso de eliminación de la lignina en mayor medida a través de procesos químicos, de manera que se obtenga una pasta mucho más blanca para papeles especiales. Las fibras obtenidas en este proceso poseen una mayor resistencia a diferencia del proceso mecánico.¹⁰

9 Revista Arqhys . (2012). Propiedades del papel. 2020, de Revista Arqhys Sitio web: <https://www.arqhys.com/arquitectura/papel-propiedades.html>

10 Fedrigoni Club. (2018). Sabe qual é a diferença entre a pasta química e a pasta mecânica?. 2020, de Fedrigoni Club Sitio web: <https://www.fedrigoniclub.com/catalogo/sabes-cual-es-la-diferencia-entre-la-pasta-quimica-y-la-pasta-mecanica/>

Cultivo de arroz en Uruguay

Uruguay es un país que presenta un clima y una geografía propicias para la producción de arroz, siendo ésta una de las actividades más desarrolladas en la agro-industria. Poseemos un clima subtropical húmedo, con lluvias durante todo el año y con cursos de agua distribuidos por todo el territorio. La región Este de nuestro país es la zona que presenta con mayor fuerza las características mencionadas, en referencia a dicha región hablamos específicamente de los departamentos de Treinta y Tres, Rocha, Lavalleja y el oeste de Cerro Largo. A su vez en los departamentos de Tacuarembó, Rivera y Durazno se lleva a cabo una parte de la producción pero en menor medida debido a que las condiciones climáticas son menos favorables.

Nuestro país es uno de los principales exportadores de dicho producto dentro de América Latina, exportando más de un 90% de su producción sobre todo a Brasil. Dicha actividad generan un aproximado de 200 millones de dólares al año.

El arroz se clasifica por diversas categorías:

- Por la forma del grano: Puede ser largo (granos finos, largos de 6 milímetros y con alta amilosa); medio (más anchos, de 5,2 a 6 milímetros, la relación largo/ancho menor a 3 milímetros, alta amilopectina y pegajoso); corto (casi redondo, menores a 5,2 milímetros, la relación largo/ancho menor a 2 milímetros y pegajosos).
- Por su color, aroma y tacto: en el caso de aromático puede ser jazmín o basmati; en relación al color pueden ser pigmentados por ejemplo blanco, rojo o negro; y en cuanto a el tacto glutinosos.
- Por su tratamiento industrial: en el caso de que el arroz se coseche con alta humedad e ingrese a la planta industrial en éstas condiciones, se limpia y se seca hasta el 13% de la totalidad posible de secado, se le llama arroz cáscara o también paddy. Si se descasca-

ra mediante la fricción de rodillos de goma es arroz marrón o integral con el afrecho o afrechillo (membrana externa protectora) cubriendo el grano. En caso de que se pula mediante la fricción de rodillos de piedra o acero sacando el afrecho es arroz blanco.

A continuación podemos ver la composición de un grano de arroz:

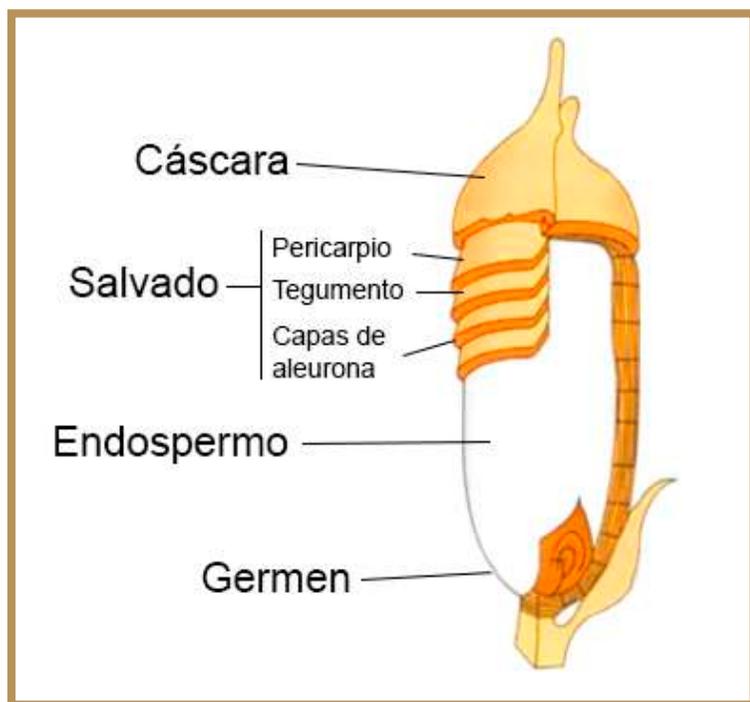


Imagen extraída de página web de cominolasdepetroleo.com

En Uruguay se cosechan las siguientes variedades de arroz y más:

- El Paso L144 (sps. indica)
- Bluebelle (sps. japónica)
- Baldo o Perla (sps. japónica)
- INIA Caraguatá (sps. japónica)
- Sasanishiki (sps. japónica)
- Urumati (sps. indica)
- EEA 404 (sps. japónica)
- INIA Tacuarí (sps. japónica)
- L3000 o INIA Olimar (sps. indica)
- CH Coronilla (sps. indica)
- IRGA 417 (sps. indica)
- SO 502 (sps. indica)
- Gardel (sps. japónica)
- Kambara 4 (sps. japónica)
- Kambara 1 (sps. japónica)
- CL 161 (sps. japónica)
- L5502 o Parao (sps. japónica)
- L5903 o INIA Merín (sps. indica)
- L1130 o INIA Zapata (sps. japónica)
- L1435-INIA Cuaró (sps. japónica)

Muchas de estas variedades nombradas son híbridas entre sí. Entre ellas en el 2005 solamente se destacaban 3 cultivares: INIA Tacuarí, El Paso 144 y INIA Olimar ocupando el 95% del área cosechada del país; en cambio en el 2019 se constató que ninguna se destaca por encima de la otra y que hoy en día estos 3 cultivares solo forman parte del 50% del área cultivada ya que existen más de 15 cultivares en producción que ocupan el 25% del área cultivada (El Paso 144, INIA Olimar, INIA Tacuarí, INOV CL, INIA Merín y Gurí CL, entre otros).¹¹

11 Terra José, Martínez Sebastián, Saravia Horacio. (2019). Arroz 2019. 2020, de INIA Sitio

En cuanto al proceso de siembra y cultivo del arroz se lleva a cabo un proceso específico el cual consiste en la construcción de taipas, éstas son cordones de tierra que funcionan como estructura para retener el agua de riego sobre el suelo. El agua utilizada se extrae de los ríos, arroyos o lagunas a través de una bomba. Existen algunos casos donde el riego se maneja de otra manera, a través del desnivel se conduce el agua desde represas que se encuentran en zonas más altas que el mismo cultivo.



Imagen extraída de página web todoelcampo.com.uy

Cuando el grano se encuentra maduro se procede a realizar la cosecha, luego se lo traslada a diferentes plantas para el secado y conservación del mismo. Cuando se cosecha arroz, éste posee una cáscara la cual no es comestible y ejerce la función de proteger al grano y brindarle mayor humedad.

Al ingresar a la planta industrial lo primero que se realiza es una limpieza y el secado de los granos, ya que estos ingresan con una humedad de entre 21-22%, al pasar por los secadores la humedad baja considerablemente a un aproximado del 12%. Luego de esta primera etapa se deja reposar el arroz por un mes para ser industrializado.

El primer proceso dentro de la industrialización es el descascarado donde el grano pasa por una máquina con grandes rodillos que giran a alta velocidad, obteniendo el arroz integral. Luego dicho arroz pasa por las “mesas paddy” estas mesas se encargan de determinar los granos que se pelaron y los granos que no. Los granos que no se pelaron producen un retroceso hacia una máquina y el resto del arroz que si se pelo se somete a un proceso de fricción donde se remueve la capa de salvado o afrecho para darle una tonalidad blanca. Dicho arroz blanco se clasifica según su tamaño y color y se descartan los granos que se encuentren partidos (estos son utilizados por lo general para alimento animal o para hacer harina de arroz). Finalmente el producto es envasado.¹²



Imagen que muestra parte del proceso en el campo. Extraída de coopar.com.uy



Imagen que muestra parte del proceso en el campo. Extraída de coopar.com.uy



Imagen que muestra parte del proceso en el campo. Extraída de coopar.com.uy

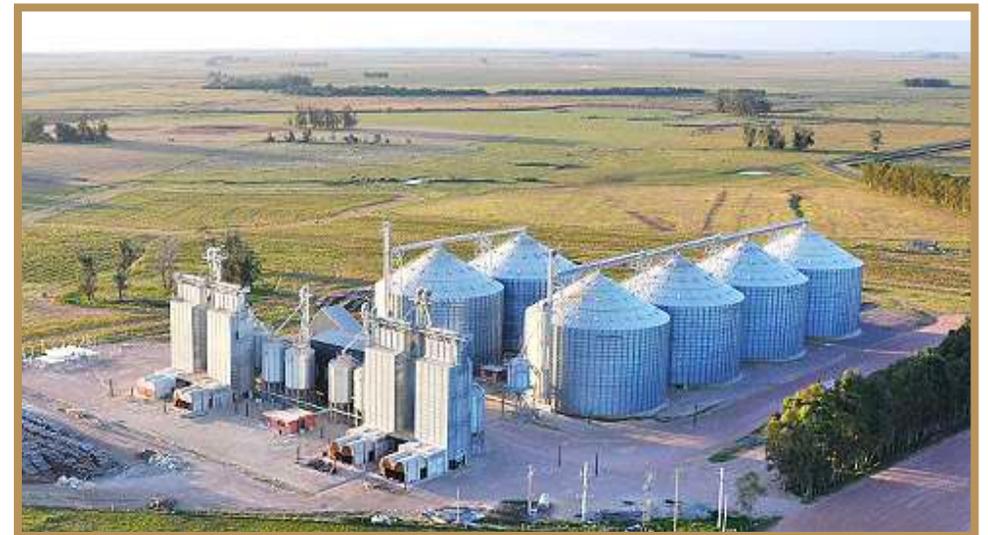


Imagen que muestra el lugar de secado. Extraída de coopar.com.uy

Esquema del procesado del arroz:

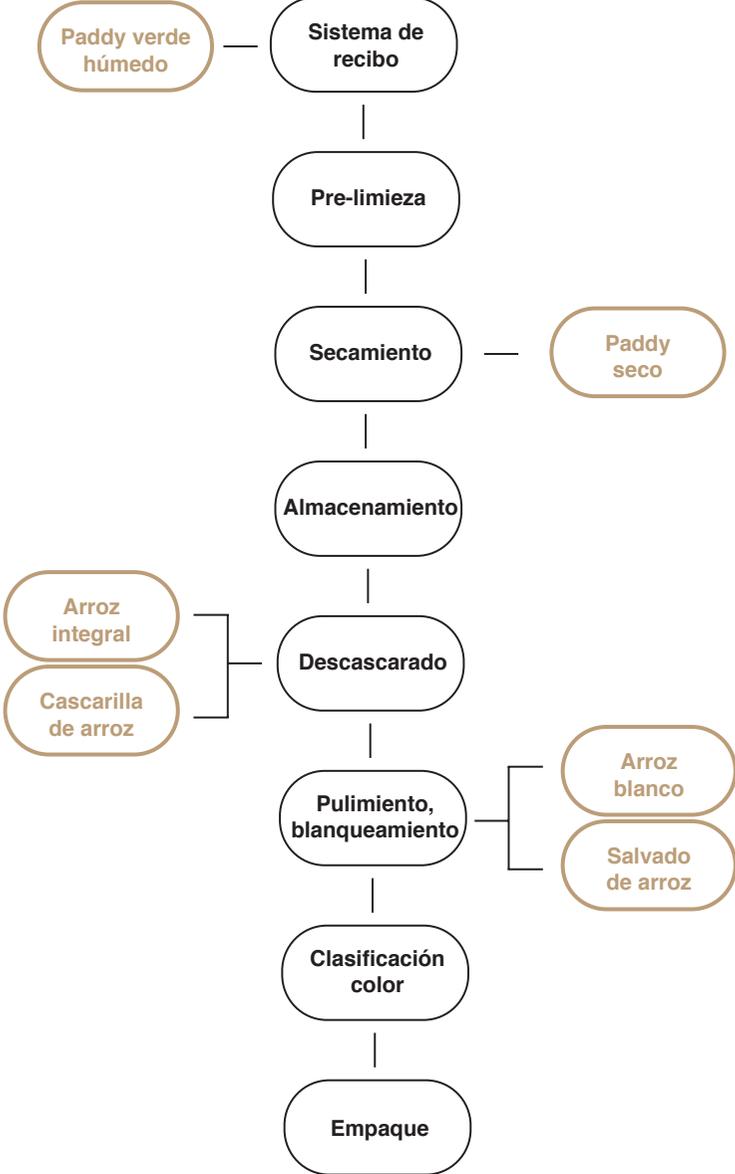


Imagen extraída de Informe sobre la Agroindustria del arroz de Colombia



Imagen de molinos en Lascano.
Extraída de coopar.com.uy



Imagen que muestra el producto empaquetado.
Extraída de coopar.com.uy

Entre los años 2012-2013 se sembró un aproximado de 172 mil hectáreas, generando una producción total de arroz y de cáscara seca y limpia de 1.3 millones de toneladas.¹³ La cáscara de arroz representa el 20% del peso del arroz producido.

Debido a que el área de siembra de arroz nacional viene disminuyendo, los productores optan por variedades de siembra de alta productividad (como por ejemplo INIA Merín), aquellas que rinden más en un menor territorio.¹⁴ Se contempla que el rendimiento de las exportaciones de 1.000 hectáreas es un 8% más que el rendimiento de una chacra más pequeña a las 200 hectáreas. Uruguay es uno de los países que tiene mayor productividad media en kilogramos por hectárea del mundo.

Las principales empresas exportadoras de arroz en el Uruguay son: SAMAN S.A., Casarone Agroindustrial S.A., Glencore S.A. y Coopar S.A. (Blue Patna).

13 Asociación Cultivadores de Arroz. (2013). Sector Arroceros. Uruguay: Uruguay XXI.

14 Terra José, Martínez Sebastián, Saravia Horacio. (2019). Arroz 2019. 2020, de INIA Sitio web: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13157/1/st-250-2019.pdf>

La cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz proviene de la actividad agro-industrial de producir arroz; es el residuo que envuelve al grano del arroz. Dicho material ha adoptado diferentes usos dentro del sector agropecuario para los sectores avícolas, floricultores, ganaderos, de la construcción y el de los combustibles.¹⁵ En el caso del sector avícola se utiliza en pecas para camas de aves, como lo por ejemplo para las gallinas; en el caso de los floricultores el uso más conocido es el de fertilizante para la tierra; en el rubro de la ganadería se suele utilizar en el suelo de los camiones para el transporte de ganado y también específicamente en los lugares donde defecan los cerdos; en cuanto al rubro de la construcción se han desarrollado bloques a partir de la cascarilla de arroz para construcciones primitivas; finalmente como combustible se utiliza cuando ésta es quemada.

Dicho material es un tejido vegetal que se encuentra compuesto por celulosa y altos niveles de sílice. El sílice entra a la planta del arroz de forma soluble (como silicato o ácido monosilícico), luego se desplaza a la superficie exterior de la planta en forma de vapor y se polimeriza para formar una membrana silico-celulósica.¹⁶

Presenta diferentes características fisicoquímicas propicias para los diferentes usos mencionados anteriormente. La humedad de la cascarilla de arroz cuando es sacada del grano a través del proceso industrial del arroz, que le retira dicha cáscara al grano del arroz varía desde un 5% a un 40%. Si se la mantiene a la intemperie dentro de un clima no lluvioso su humedad varía entre un 8% y un 15%, en el caso de desear la utilización de la misma como combustible es necesario que posea un porcentaje de humedad menor al 30%.

15 CONtexto Ganadero. (2016). Conozca otros usos que se le pueden dar a la cáscara de arroz. 2019, de CONtexto Ganadero Sitio web: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-otros-usos-que-se-le-pueden-dar-la-cascara-de-arroz>

16 Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. (2013). Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. Revista Científica, 23 No1, 87-102.



Imagen propia

En cuanto a su composición como mencionamos anteriormente uno de sus principales componentes es la celulosa teniendo un porcentaje de entre 25% y 35% aproximadamente.

Luego otro de sus componentes es la hemicelulosa, siendo ésta un polisacárido (hidrato de carbono) compuesto de diversos tipos de monosacáridos que comúnmente forman parte de las paredes celulares vegetales, éste varía entre un 18% y 21%.

Por otra parte posee lignina la cual varía entre un 18% y un 25% en su composición general, ésta al ser sometida a temperatura altas desarrolla una propiedad de aglomerar, de modo que se transforma en una pasta sólida muy difícil de romper.¹⁷

Por otro lado también cabe destacar que posee entre 19% y 22 % de sílice, el cual le aporta dureza a la cascarilla de arroz, siendo posible su utilización como abrasivo para limpiar algunos metales (hierro, acero, aluminio, latón y bronce) sin rallarlos.¹⁸

Las propiedades que definen las características de la cascarilla de arroz:

- Alta dureza
- Leñosa
- Abrasiva
- No es apta para consumo humano
- Baja conductividad térmica
- Alta temperatura de incineración, no se quema con facilidad
- Baja densidad

17 Universidad Tecnológica de Pereira. (2007). Análisis Comparativo de las características Fisicoquímicas de la Cascarilla de Arroz . Scientia et Technica Año XIII, No 37, 255-260. 2020, De ISSN 0122-1701 255 Base de datos.

18 Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. (2013). Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. Revista Científica, 23 No1, 87-102.

A continuación podemos observar específicamente una tabla con los componentes de la cascarilla de arroz y los diferentes porcentajes que contienen:

Constituyente	Contenido (%)
Proteína Cruda - N x 6,25	1.9 - 3.0
Grasa Cruda	0.3 - 0.8
Fibra Cruda	34.5 - 45.9
Carbohidratos Disponibles	26.5 - 29.8
Cenizas Crudas	13.2 - 21.0
Sílice	18.8 - 22.3
Calcio	0.6 - 1.3
Fósforo	0.3 - 0.7
Fibra detergente neutra	66 - 74
Fibra detergente ácida	58 - 62
Lignina	9 - 20
Celulosa	28 - 36
Pentosas	21 - 22
Hemicelulosas	12
Nutrientes digeribles totales	9.3 - 9.5

19

19 Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. (2013). Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. Revista Científica, 23 No1, 87-102.

Los residuos lignocelulósicos que se generan a la hora de cosechar arroz, como lo es la cascarilla de arroz, son materiales de poco valor ya que existen pocas tecnologías para procesarlos. Todos estos materiales representan un gran porcentaje de residuos agrícolas y agro-industriales no solo en Uruguay, sino que en todo el mundo y cabe destacar que son una gran fuente de recursos renovables y energía, de manera que se disminuye las emisiones al medio ambiente que contribuyen con el calentamiento global.²⁰

La cascarilla de arroz muchas veces es quemada sin fines de generar recursos renovables, generando impacto en la calidad del aire. A su vez no siempre se quema, sino que también se acumula en ocasiones en pilas de grandes cantidades, esto genera de igual manera un gran impacto en el aire ya que se fermentan y se descomponen liberando metano y sílice.

Un aspecto importante a destacar es que Uruguay existe un consorcio entre molinos de arroz llamado GALOFER S.A, donde se utiliza la cascarilla de arroz para la generación de energía renovable. Varias empresas nacionales como Cooper, SAMAN, Casarone, entre otras forman parte de dicho consorcio utilizando dicha planta en el procesado del arroz en todas sus etapas mencionadas anteriormente en la sección de Cultivo de Arroz en Uruguay.

Dicha planta no solo reduce los gases de efecto invernadero sino que también utilizan la cascarilla como tal, siendo ésta el principal residuo de la industria arrocera.

20 Castro Yineth, Otávalo Angela, Campos Ana María, Cortés William, Proaños Jeimmy, Velasco Gloria . (2011). Aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz. Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

En Uruguay es la primera empresa que genera energía a partir de la cascarilla de arroz y es una de las más grandes de todo el mundo, generando 14MW, con una entrega neta de 12,5MW en la red eléctrica. Se encuentra instalada en el centro de la principal cuenca arrocerá nacional en Rocha y recolecta la cáscara de arroz de los molinos de la zona de influencia del proyecto.

Por otra parte en el departamento de Tacuarembó existe otra empresa que se dedica también a la quema de la cascarilla de arroz llamada Ferinol S.A. Ésta empresa genera energía renovable a través de aserrín de aserraderos, trozas de diámetros finos de actividades forestales y la cascarilla de arroz producida en los molinos arroceros de la zona. Combina todos estos recursos para la generación de la energía, utilizando un aproximado de 20% de cáscara de arroz y biomasa forestal que tengan un máximo de 55% de humedad.²¹

Un dato no menor a destacar ya mencionado en el tema anterior es que La cáscara de arroz representa el 20% del peso del arroz producido. En Uruguay se produce alrededor de 1.200.000 toneladas de arroz por año, por lo cual una vez descascarado el arroz, se refleja la cantidad en unas 250 a 300.000 toneladas aproximadamente.

Específicamente Galofer procesa solo el 50% de la cáscara de arroz que se produce en Uruguay. Por éste motivo podemos dejar en claro que no toda la cascarilla de arroz generada se utiliza como energía renovable.²²

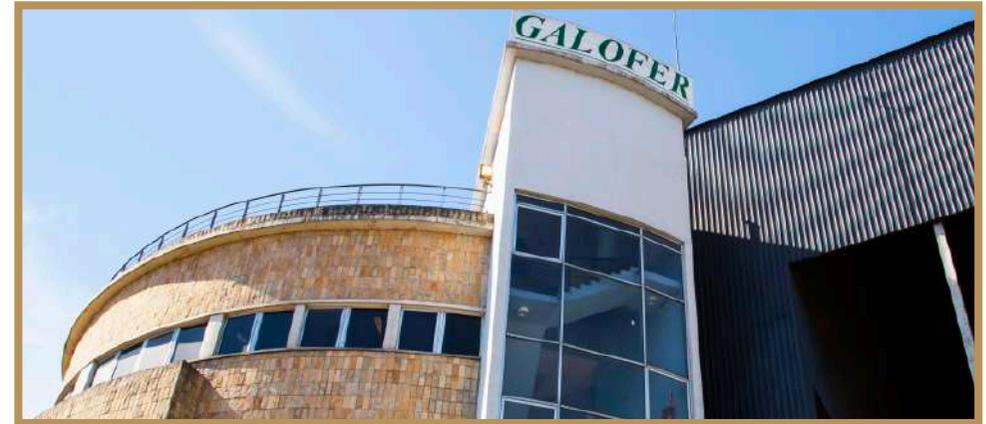


Imagen extraída de corporativo.saman.com.uy



Imagen extraída de cooper.com.uy

21 ProBio. (2020). Plantas en operación. 2021, de ProBio Sitio web: <http://www.probio.dne.gub.uy/cms/index.php/generacion/plantas-de-operacion>

22 Mauricio Erramuspe. (2017). Electricidad a partir de la cáscara de arroz. El Espectador, <http://historico.espectador.com/sociedad/88521/electricidad-a-partir-de-la-cascara-de-arroz>.

Materiales biodegradables

Un material biodegradable es aquel que se descompone debido a agentes biológicos, lo usual es que se transforman en moléculas simples como son el agua y el dióxido de carbono por ejemplo. Los agentes biológicos más usuales son el clima, los insectos, bacterias u hongos.

Uno de los factores más importantes de un producto o material biodegradable, que a su vez lo define como tal, es que no genera desechos, por lo tanto ayuda a combatir la acumulación de residuos; considerarlos y sustituirlos por productos o materiales que no se degradan con facilidad es una muy buena elección para proteger el medio ambiente y combatir con la acumulación residual.

Algunos materiales biodegradables son los siguientes:
Madera, lana, papel, cáscaras de huevo, cáscaras de fruta, cáscaras de cereales, aserrín, algunos detergentes, residuos de la industria

del azúcar, residuos de la industria vitivinícola, cartón, residuos de la industria pesquera, biodiesel, bioetanol, biopesticidas a base de nicotina, cera de soja, hojas de árboles secas, ramas, pinturas a base de pigmentos extraídos de plantas como la cúrcuma, pinturas a base de pigmentos extraídos de minerales como el hierro, guano, etc.²³

En este trabajo de grado se tendrán en cuenta como nombramos anteriormente el papel y la cascarilla de arroz como principales materiales. Por otro lado se utilizarán diferentes aglomerantes y solventes que proporcionen la unión de estos dos materiales, tales como: agua, almidón de maíz, gelatina, agar agar y la resina de pino. A continuación se procederá a brindar información breve y concisa de cada uno de estos elementos para poseer una idea general de sus propiedades y lo que son específicamente.

AGUA

El agua (H₂O) es un elemento muy importante dentro del planeta Tierra ya que cubre un 70% de toda su superficie. Se le puede observar en tres fases: sólida, líquida y gaseosa. Es un material flexible, es un solvente muy utilizado, es un reactivo para muchos procesos metabólicos. Es un recurso renovable pero no infinito, este material se evapora en grandes cantidades (500 mil km³ al año de los océanos solamente).

23 Ejemplos. (2019). 20 ejemplos de biodegradables. 2020, de Ejemplos Sitio web: <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-biodegradables/>

Algunas de sus propiedades son:

- Gran capacidad calorífica ya que 1g de agua absorbe una caloría para elevar su temperatura a 1 °C, necesitándose por lo tanto una gran cantidad de calor para cambiar la temperatura del agua.
- Cuando se congela logra expandirse, ésta comienza a los 4 °C, permitiendo que el hielo flote.
- Alta constante dieléctrica, permite la disolución de sustancias iónicas.
- Alta tensión superficial, es pegajosa y elástica por lo que tiende a unirse en gotas en vez de separarse en una capa delgada y fina.²⁴

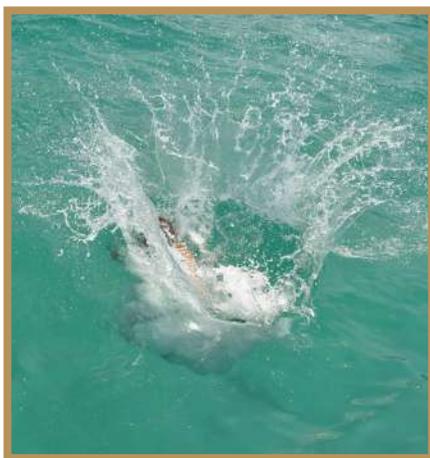


Imagen propia de agua

ALMIDÓN DE MAÍZ

El almidón de maíz es una materia prima que proviene del maíz. Posee un 70% de amilosa, lo cual brinda que su estructura sea fuerte y flexible. Existen diversos estudios desde los años 1970 realizados a partir del almidón de maíz para generar un bioplástico y actualmente se siguen investigando al respecto. El problema mayor identificado en los estudios realizados es la sensibilidad a la humedad, la cual suelen solucionarlo con PVA (cola vinílica).



Imagen propia de almidón de maíz

COLÁGENO

El colágeno es una molécula proteica. Las películas de colágeno son muy usadas en envolturas comestibles. La gelatina se obtiene a partir de la hidrólisis parcial del colágeno, produciendo una película flexible y gruesa de aproximadamente 2.5mm. El cloruro de sodio (sal) mejora esas propiedades físicas cuando se utiliza en bajas concentraciones.

24 Fernández Cirelli, Alicia. (2012). El agua: un recurso esencial. QuímicaViva, 11 N°3, 147-170.



Imagen de gelatina extraída de decoraciondetortasweb.com

AGAR AGAR

El agar agar o también conocida como gelosa es un polisacárido formado por el extracto de diversas algas rodofíceas (algas rojas). Dicho aglomerante tiene una alta capacidad de absorber agua (hasta 20 veces su propio peso). Se hincha al entrar en contacto con ésta, por lo que para utilizarlo de debe disolver un en líquido. Cuando se deja secar se solidifica. Soporta hasta 70-85 °C de calor sin derretirse. A su vez es reversible o reutilizable ya que se puede gelificar, derretir y volver a gelificar. Se procesa en forma de barras, tiras, copos y en polvo.



Imagen de agar agar extraída de verema.com

RESINA DE PINO

La resina de pino, es una resina natural extraída de las secreciones que producen los árboles de género Pinus, se constituye de ácidos resinosos. La función de la resina en los árboles es de reserva y cicatrización, cuando se rompe el árbol ésta secreción fluye del interior al exterior del árbol.



Imagen propia

La elección de dichos aglomerantes y solventes se debe a su compatibilidad con el agua y la cascarilla de arroz, su biodegradabilidad y las propiedades que cada elemento posee para aportar a nuestro material o producto final. Dicha selección a su vez se realiza con la intención de reducir la cantidad de resultados para obtener conclusiones más consistentes y precisas, siendo éstas de un valor de fácil alcance.²⁵

25 Villada Héctor, Acosta Harold y Velasco Reinado. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. Revista Temas Agrarios, 12 N°2, 5-13.

El reciclaje en Uruguay

El reciclaje en Uruguay es uno de los puntos más débiles que tiene el país. Se han realizado muchos planes para mejorar todo lo que respecta a la contaminación pero los resultados no fueron los esperados ya que la gente no se dedica a reciclar y respetar lo que se debe tirar en cada contenedor.



Imagen propia



Imagen propia

En Montevideo existen cuatro plantas recicladoras a partir del 2004, las cuales fueron creadas para cumplir con la ley de envases; en todo el país hay un total de 14 plantas donde se recicla muy poco (solamente un 5% de los residuos generados en todo el país). Algunas de ellas son Rotondaro Ltda., Werba S.A., la planta de clasificación Durán, planta de tratamiento de residuos orgánicos Tesor, planta de clasificación Géminis de residuos secos, planta Tróccoli, planta Burgues, etc. Dichas plantas son controladas por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (Dinama).²⁶

Por más que existan esa cantidad de plantas nombradas anteriormente Uruguay recicla el 5% del total de los residuos que se generan. Dentro de Montevideo los hogares generan un aproximado de 1600 toneladas de residuos al día, de todos estos residuos solo el 1% llega a las plantas de reciclaje es decir 16 toneladas, ese porcentaje que llegó por lo general solo se encuentran en buenas con-

26 Tapia Carlos. (2019). En un día se tira tanta basura como la que se recicla en un año. 2019, de El País Sitio web: <https://www.elpais.com.uy/que-pasa/dia-tira-tanta-basura-recicla-ano.html>

diciones el 30%. En cuanto a los residuos que se generan en nuestro país se puede destacar que el 16% pertenece a los plásticos, siendo esta cifra un aproximado de 450 toneladas al día; a su vez ingresan al país una cantidad de 420 mil toneladas de plástico por año de importaciones de productos. De ambas cantidades nombradas 160 mil toneladas son tiradas en vertederos.²⁷

El reciclaje es algo importante tanto en nuestro país como en el resto del planeta. Existen algunos materiales que de todas maneras no se pueden reciclar en estas plantas y contaminaría cualquier contenedor o depósito de residuos clasificadores:

- Los vasos de plástico
- Las pajitas o sorbitos de plástico
- Los envases de yogurth o leche
- El styrofoam
- Los empaques de papas chips o similares
- El papel aluminio
- Revistas con wax
- Papel fotográfico
- Contenedor de aerosol con producto
- Etc.²⁸

Por otro lado, la Intendencia de Montevideo suele proponer talleres y charlas para fomentar el reciclaje, como también es fomentado en las escuelas y colegios de todo el país. La conciencia se va generando desde los más pequeños, muchas veces son ellos quienes transmiten los valores a los adultos que no están empapados sobre el tema.

Aún falta mucho por recorrer dentro de nuestro país para generar mayor conciencia y responsabilidad sobre lo que consumimos y tiramos como basura, pero poco a poco se puede generar un cambio y entender que todo es a beneficio del planeta donde vivimos.

27 Caredio Valentina. (2019). Uruguay recicla solo el 5% de sus residuos y entierra toneladas de gran valor. 2020, de Sudestada Sitio web: https://www.sudestada.com.uy/articled__efbc9cd9-a075-451d-ba8c-a38a77d9720f/10893/Detalle-de-Noticia

28 Ecogestos. (2017). No se pueden reciclar: ¿cuáles son estos materiales?. 2020, de Ecogestos Sitio web: <https://www.ecogestos.com/se-pueden-reciclar-cuales-son-estos-materiales/>

Análisis Diacrónicos

Análisis Diacrónico Papel y el Reciclaje

En el primer análisis denominado análisis diacrónico Papel y el Reciclaje, se analizó el surgimiento del papel como materia prima y como fue evolucionando como superficie de escritura a lo largo de los años. Relacionándolo con la importancia y la evolución del reciclaje. Se puede por lo tanto visualizar a simple vista las principales fechas tanto del papel como del reciclaje en general. Se concluye a grandes rasgos que ambas evolucionaron lentamente y de manera uniforme.

Como conclusiones de dicho análisis podemos ver respecto a los residuos como poco a poco con el paso de los años surge la necesidad de tomar medidas respecto a los residuos generados, debido al aumento que existe de estos. Al comienzo del análisis y por los años nombrados primeramente en la línea de tiempo, podemos ver que la preocupación por los residuos era menor debido también a una menor medida de consumo; pero a medida que comienzan a avanzar los años el interés por investigar, desarrollar y los avances tecnológicos genera que el consumo aumente en cierta medida y los residuos aumenten.

Ya en los años 1870 se puede observar como éstos comienzan a afectar de forma negativa nuestro planeta y se comienzan los primeros planteos de como manejarlos de manera más efectiva para cuidar el planeta que habitamos.

En paralelo al estudio del reciclaje de los residuos se estudió el progreso del papel a lo largo de los años. Al igual que en el caso de los residuos podemos ver como el interés por avanzar, descubrir e investigar de acuerdo a las necesidades y demandas exigidas por el humano van mutando el progreso del papel como material en sí.

Al comienzo todo surgió por la necesidad de plasmar datos en un medio que sea transportable y que perdure también en el tiempo y a medida que se iban descubriendo nuevos materiales y diversas maneras de procesamientos de los mismos, fue que la tecnología comenzó a acercarse a lo que hoy en día conocemos como papel. Plasmado en la línea de tiempo con el descubrimiento de la celulosa en 1840.

Al igual que los residuos en general el papel comienza a ser un elemento de consumo más, cobrando importancia su reciclaje a partir de los años 1993.

De ésta manera podemos contemplar que la necesidad por investigar, conocer nuevos materiales y formas de aportar al medio ambiente crecen a lo largo de los años a medida que la sociedad avanza.

Análisis Diacrónico Arroz y su Cáscara

En el segundo análisis nombrado como análisis diacrónico Arroz y su Cáscara, se analizó la evolución del cultivo del arroz en relación al descubrimiento de los posibles usos de la cascarilla de arroz. Podemos ver como ya en los primeros años de la línea del tiempo comienza a surgir la necesidad de utilizar la cascarilla de arroz con otros fines que no sean agropecuarios (años 400).

A medida que avanza el desarrollo del arroz como alimento, la cascarilla de arroz comienza a tomar importancia como subproducto, intentando buscar diferentes alternativas para que ésta no se convierta en un desecho y también intentando que a nivel económico sea redituable (en los últimos años de la línea).

Al igual que el primer análisis diacrónico se puede destacar el interés que existe por el humano por explotar los recursos que se le presentan al máximo, evaluando, investigando y cumpliendo diferentes necesidades tanto humanas en sí como de consumo que se van dando a medida que los años avanzan.

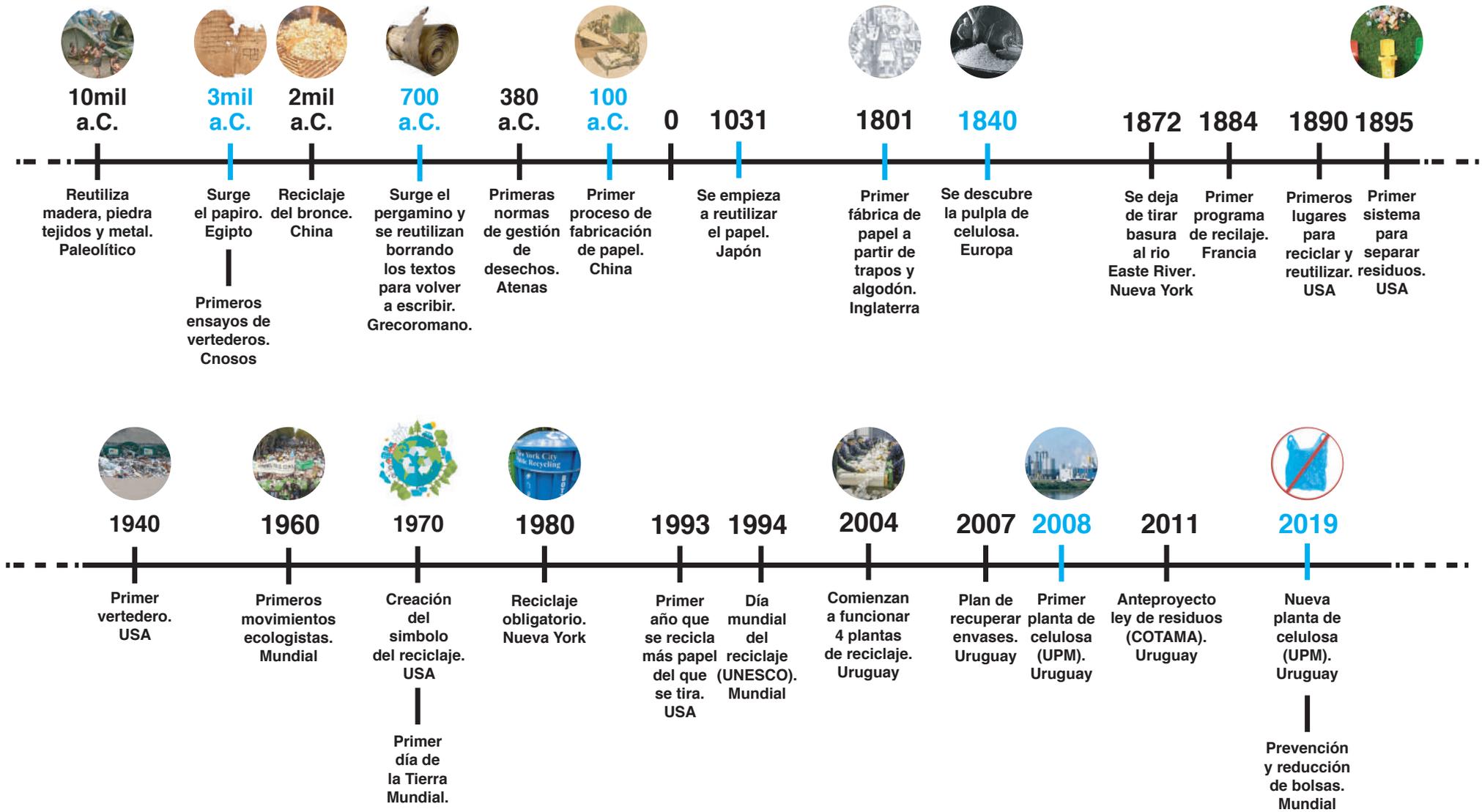
Cada descubrimiento también por su lado genera consecuencias, las cuales son de suma importancia contemplarlas a priori para poder cuidar el planeta en el que vivimos.

Ambos materiales evaluados en los análisis diacrónicos se encuentran en un constante avance y desarrollo a pesar de ser materias tan antiguas.

Es importante nombrar también que todos estos hechos van acompañados de avances en la sociedad, economía y cultura del mundo que afectan directamente las necesidades del hombre por descubrir, investigar y contemplar el constante avance de la sociedad.

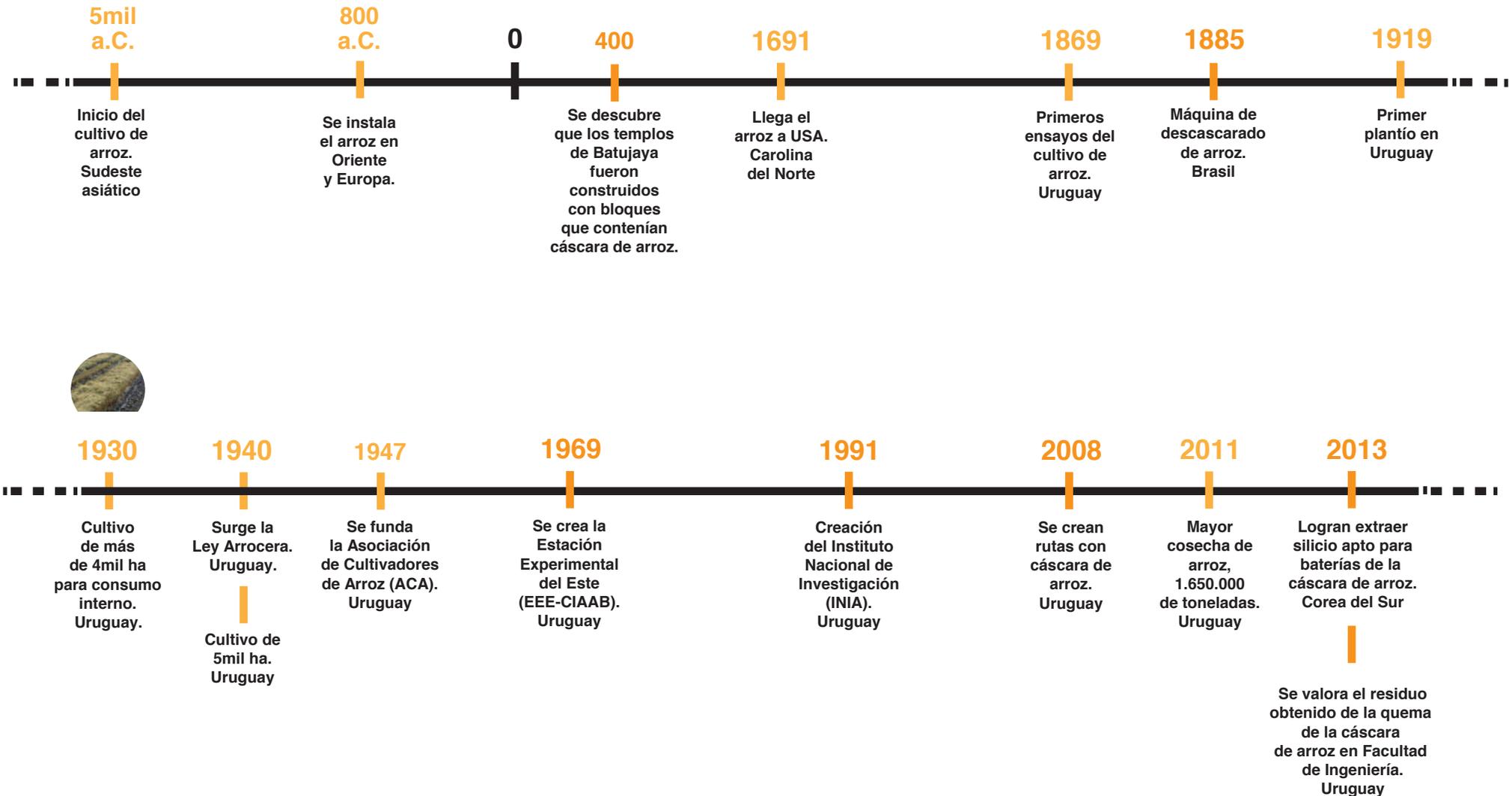
Como conclusión final se puede determinar que dicho interés por avanzar en la evolución de los materiales, los cambios socio-económicos que se dan en la sociedad y los cambios tecnológicos-productivos afectan directamente a éste trabajo de grado. Despertando la inquietud de seguir aportando en el avance que se ha logrado hasta hoy en día, pero con un enfoque diferente que tome en cuenta la disposición final de los materiales, aportando un pequeño grano desde el punto de vista del diseño.

Análisis Diacrónico Papel y el Reciclaje



Análisis Diacrónico Arroz y su Cáscara

● ArrozC ● áscara





PROBLEMAS

- Problemas
- Justificación
- Antecedentes

Problemas

Antes de definir los problemas, se identificó una situación como macro problema que es la debilidad en aborda temas vinculados a la sustentabilidad en nuestro territorio. A partir de dicha situación identificada se definieron tres sub-problemas según el orden de complejidad del mismo.

El primer sub-problema es el bajo volumen de reciclaje, se sabe, por lo estudiado anteriormente, que la población uruguaya clasifica muy poco y los materiales que llegan a las plantas de reciclaje muchas veces ya no son reciclables debido a que llegan contaminados o porque directamente su precio es tan bajo que nadie pone interés en clasificar. Es importante destacar que los nuevos contenedores ciegos no dieron los resultados esperados, ya que el problema mayoritario se encuentra en la falta de información al respecto, en cuestiones educacionales de los habitantes que se dan por cuestiones del país de mayor grado de complejidad y también un poco por la falla en los planes de reciclaje a la hora de ponerlos en práctica.

Lo esperado en los planes propuestos por la gestión de residuos de Montevideo, era que los ciudadanos clasificaran sus residuos, desechando correctamente lo que corresponde a cada contenedor, pero eso no fue así, y el mayor problema es que alcanza con que una persona sola tire algo que no corresponde para contaminar todo el contenedor, impidiendo el futuro reciclado de los residuos que se encuentran en él.²⁹

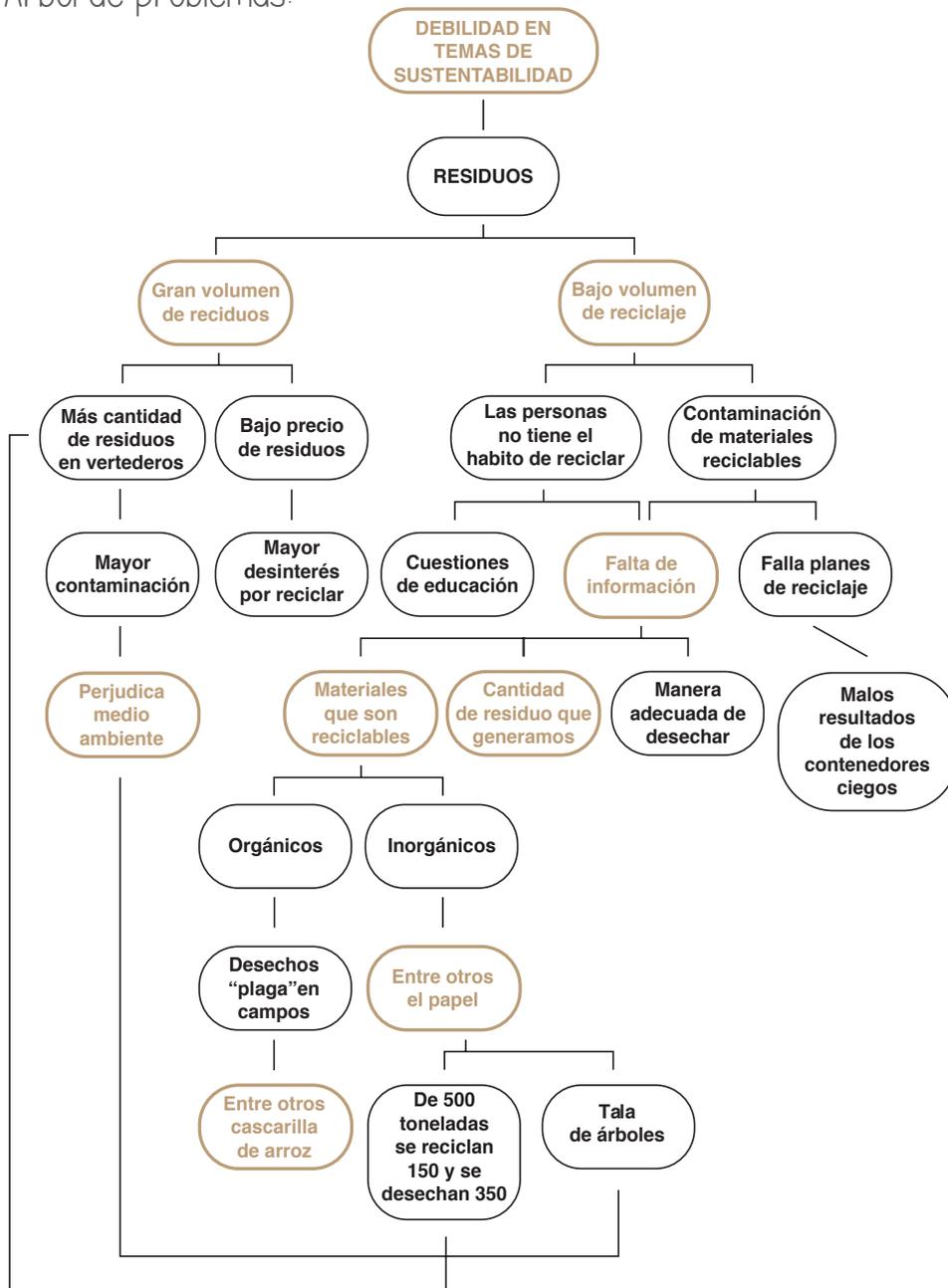
Partiendo del macro problema y el primer sub-problema más general por decirlo de alguna manera, se identificaron otros dos sub-problemas más específicos a la investigación en cuestión.

El segundo sub-problema identificado entonces es que la cascarilla de arroz es una plaga en la actividad arrocera en Uruguay. Y el tercer sub-problema se trata de que se genera mucha cantidad de desperdicio de papel y cartón en Uruguay.

A continuación se presenta el cuadro de problemas a modo de mostrar de forma esquemática la situación y los diferentes problemas nombrados anteriormente.

Situación Identificada a mejorar (problema macro)	Sub-problema 1 (componente 1 del problema)	Sub-problema 2 (componente 2 del problema)	Sub-problema 3 (componente 3 del problema)
Debilidad en temas de sustentabilidad en Uruguay	Bajo volumen de reciclaje en Uruguay	Cascarilla de arroz es una plaga en la actividad arrocera Uruguayaya	Se genera mucho desperdicio de papel y cartón en Uruguay

Árbol de problemas:



Por otro lado también se muestra en la imagen anterior la herramienta del árbol de problemas realizada, para mostrar cual fue el proceso para llegar a identificar cada uno de los puntos nombrados.

Finalmente es de suma importancia destacar que mi aporte a dichas problemáticas es un pequeño “granito de arroz”, para poder contribuir desde la mirada del diseño una solución, a los problemas que son mucho mayores como los el consumo que genera los residuos a tratar y su reciclaje. Es un problema dentro de un sistema mucho más complejo.

A continuación veremos la justificación de las problemáticas.

Justificación

Las razones para la realización de ésta investigación se desarrollan a partir de la preocupación por el bajo volumen de reciclaje en nuestro país, como lo vimos en el capítulo anterior. Por otro lado en el año 2017 se reportó un aumento de residuos en nuestro país y una baja en la acción de reciclar,³⁰ siendo un llamado de atención para tomar medidas al respecto y resaltar por lo tanto la importancia de reciclar. Apoyando lo anteriormente dicho, se propone la realización de uno o varios nuevos materiales a partir de la conjunción del papel reciclado y la cascarilla de arroz ya que ambos son grandes desechos generados dentro del territorio nacional.

En nuestro país se generan un aproximado de 500 toneladas de residuos de papel y cartón a diario de las cuales solamente son recicladas o recuperadas 150 toneladas, el restante se convierte en desechos. Ésto se debe a la baja acción de reciclar ya mencionada y al problema que presentan los contenedores clasificadores como vimos en el tema anterior, el papel y el cartón no llegan en condiciones para ser reciclados, sino que llegan a las plantas recicladoras contaminados, impidiendo su clasificación eficazmente.

La importancia de reciclar dicho papel se refleja en varios aspectos, pero el más importante es que por cada tonelada de papel reciclado se evita la tala de 17 árboles, 26.000 litros de agua y 1750 litros de aceite.³¹

A modo de aportar en ésta gran problemática es que se selecciona el papel como primer material a trabajar.

En cuanto a la cascarilla es un desecho que se genera a la hora de cultivar arroz. Destacando lo anteriormente mencionado, Uruguay es uno de los principales exportadores de arroz de América Latina, produciendo anualmente un aproximado de 1.300.000 toneladas de arroz, de los cuales el 20% del peso total pertenece a la cascarilla (entre 250.000 y 300.000 toneladas).

Como vimos en el capítulo de Investigación, cuando se habla específicamente de la cascarilla de arroz, sabemos que éste recurso ya es utilizado o reciclado en otros aspectos como la generación de energía renovable o las camas para los pollos o caballos o para la fabricación de cemento. Pero se sabe que gran parte de la cascarilla de arroz termina su vida útil depositada en grandes cantidades, expidiendo a la atmósfera metano y sílice.

30 Solomita Mariángel. (2017). ¿Cómo salvar a la basura?. 2019, de El País Sitio web: www.elpais.com.uy/que-pasa/salvar-basura.html

31 El Observador. (2018). Buscando un nuevo destino para toneladas de papel. 2020, de El Observador Sitio web: <https://www.elobservador.com.uy/nota/buscando-un-nuevo-destino-para-toneladas-de-papel-201845400>

Las empresas que se encargan de utilizarla como biomasa para la generación de energía renovable son en Uruguay Galofer y Ferniol S.A., las cuales reciclan solo el 50% y 20% respectivamente de la cascarilla de arroz producida en nuestro territorio; incluso esta última no solo utiliza la cascarilla de arroz sino que biomasa forestal dentro del mismo porcentaje mencionado.

Teniendo en cuenta dichos porcentajes y las cifras anteriormente mencionadas se puede contemplar entonces que solo entre 125.000 y 150.000 toneladas de cascarilla son reutilizadas por la empresa Galofer y menos de 50.000 toneladas en cuanto a Ferinol S.A. Dejando un restante de la mitad y mas de la mitad de la cascarilla producida en desuso.

De dicha cascarilla que queda en desuso sabemos que existen otras alternativas que intentan resolver dicho problema, como lo son los estudios realizados para la industria del portland o por ejemplo para la cama de pollos o caballos. En éstas últimas se sabe que no son 100% de cascarilla sino que contienen otros materiales, como yuca o sorgo, entre otros.

De todas maneras no existen porcentajes exactos respecto a la cantidad utilizada para estos usos, se destaca como principales destinos de la cascarilla de arroz la quema a cielo abierto y su utilización para energía renovable, siendo despreciable su uso en otros ámbitos. Si es interesante destacar que se sigue buscando diferentes alternativas con la cascarilla para poder reducir su quema a cielo abierto, que genera grandes problemas al medio ambiente.

Por otro lado existe otro factor no menos importante que justifica también en mayor medida éste trabajo de grado: se sabe que el hombre, los materiales, así como otros elementos, han evolucionado a lo largo del transcurso de la evolución del planeta, por lo que hoy en día es un hecho que todo avanza y consigo los materiales para satisfacer los requerimientos de dichos avances. Hoy en día nos encontramos en un mundo que todo el tiempo está cambiando dinámicamente y los materiales también lo hacen, el progreso e innovación de éstos incentivan mejoras a través de la historia. Dicha innovación y progreso en los materiales permiten no solo mejoras a través de la historia sino que también la creación de nuevos materiales a partir de ellos.³²

A su vez dicha investigación aportará dentro del campo de diseño, en aspectos tecnológicos en caso de cumplirse o no las hipótesis planteadas anteriormente como una fuente de información para futuras investigaciones o interés general. Entendiendo que ésta investigación es un pequeño aporte a un problema mayor como vimos en el tema anterior, a un sistema mayor mucho mas complejo.

32 Simth William, Hashemi Javad. (2006). Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales 4th Edition. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A de C. V.

Antecedentes

Actualmente existen diversas formas de generar un material o producto a partir del papel con otros materiales orgánicos y otros materiales, al igual que productos o materiales solamente de cascarilla de arroz; pero no existe mayor información acerca de la aglomeración puntual de papel reciclado y cascarilla de arroz.

Algunos ejemplos que se pueden entender como antecedentes a mi investigación en cuanto a la unión de papel con desechos orgánicos son, el papel a base de cáscara de naranja, el papel a base de cascarilla de verduras en general, el papel piedra, el papel a base de yute, el papel de caña, entre otros.

Por otro lado también existen algunos antecedentes en cuanto a la cascarilla de arroz tal como su utilización para generar energía a la hora de incinerarla y a través del mismo proceso en elevadas temperaturas se puede obtener un material rico en sílice, haciéndolo útil para el desarrollo de estructuras tales como viviendas.³³

33 CONtexto Ganadero. (2016). Conozca otros usos que se le pueden dar a la cáscara de arroz. 2019, de CONtexto Ganadero Sitio web: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-otros-usos-que-se-le-pueden-dar-la-cascara-de-arroz>



Imagen extraída de thehobbymaker.com

Papel de naranja: éste se obtiene a partir de la mezcla de la pulpa de la cascara de naranja (la cual se obtiene cocinándola) y papeleras de algodón, abacá y mitsumata.

Papel de bambú: en este caso de la marca BeEco. En este caso es papel higiénico, pero la marca cuenta con variedad de productos base de bambú. Utilizan la pulpa del bambú virgen para su creación.



Imagen extraída de botiga.com.uy



Imagen extraída de elcorreodelsol.com

Papel de piedra: se fabrica a base de carbonato de calcio en un 80% y resina de polietileno no tóxica en un 20%. Un dato interesante es que en su proceso de elaboración no se necesita agua ni productos químicos.



Imagen extraída de elpais.com

Papel de caña: es un papel realizado a base de residuos de la caña de azúcar en Colombia por el químico Jorge Humberto Borrero. Se utiliza la hoja y no el bagazo de la caña, que es el residuo leñoso de ésta.



Imagen extraída de unperiodico.unal.edu.com

Bloques de cascarilla de arroz: éstos bloques se realizan mezclando cemento y cascarilla de arroz incinerada. Son menos costosos que los bloques convencionales y más amigables con el medioambiente.

Papel de semilla: es un papel hecho a mano con semillas. A la hora de colocarlo en una maceta con tierra comienzan a crecer plantas. Su vida útil para plantar es de 6 a 8 meses idealmente.



Imagen extraída de papelysemilla.com

Aglomerados de cascarilla de arroz: Son tablas fabricadas utilizando 85% de cascarilla de arroz y 15% de resina. A la hora de fabricarlas se les aplica calor (130° Cy 160°C) y presión para formarlas. Debido a su textura irregular requiere una chapa delgada o un proceso de alisado.

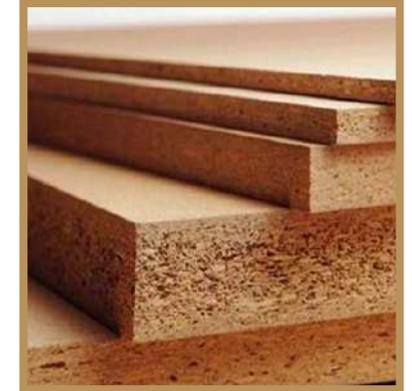


Imagen extraída de spanish.alibaba.com



Imagen extraída de cannarelay.com

Papel de cañamo: Usualmente se puede apreciar para la fabricación de billetes, filtros, papel para pintar etc. Es uno de los papeles más antiguos que existen, su origen es China.



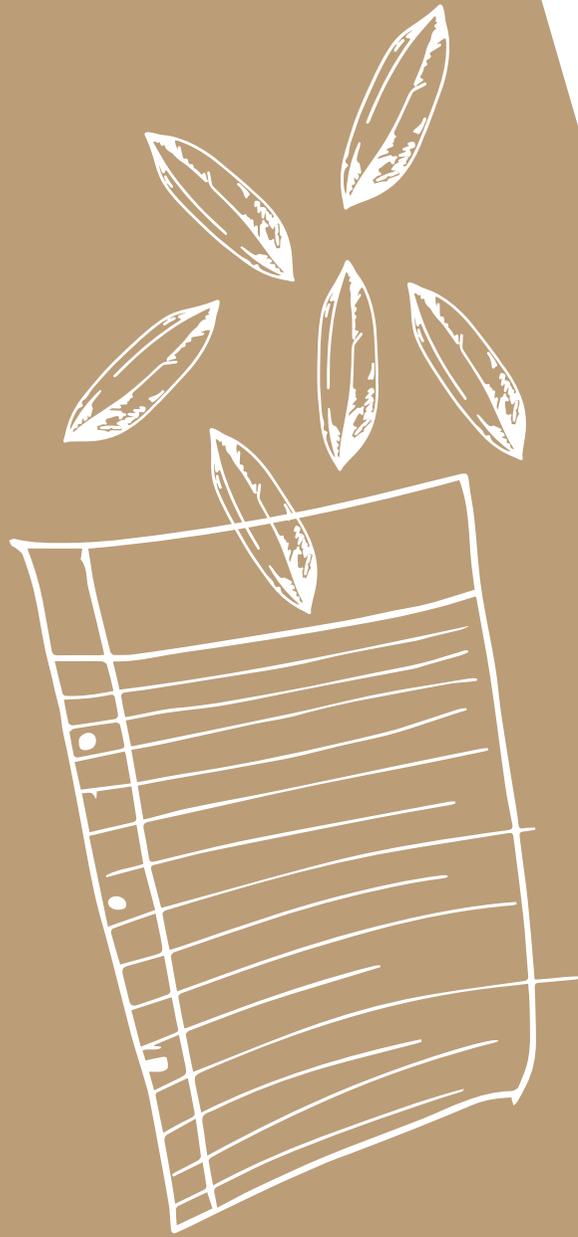
Imagen extraída de elreitu.com.ar

Cascarilla de arroz fuente de energía: se utiliza la cascarilla de arroz para generar vapor y energía eléctrica, a través del proceso de gasificación de dicha materia prima.



Imagen extraída
demercadosytendencias.cl

Envases para alimentos de cáscara de arroz: Es un producto fabricado en Colombia. Buscan resolver el problema del exceso de plástico. Son envases hechos solamente de cáscara de arroz y pegamentos naturales, se biodegradan dentro de 100 días.



DESARROLLO

- Experimentación
- Transformación de los Materiales
- Resolución

Experimentación

Para comenzar a adentrarnos en la vinculación del papel con la cascarilla de arroz se comenzó desarrollando una fase de experimentación de los materiales, donde se van a probar diferentes aglomerantes que permiten la unión de los mismos.

A lo largo de cada etapa de la experimentación se podrá ver las cantidades y aglomerantes utilizados y el porque de cada uno de ellos.

Para comenzar una experimentación controlada se plantearon y clasificaron ciertos requisitos o elementos a tener en cuenta que puedan guiar de manera más eficiente el proceso.

La clasificación empleada se refleja en requisitos indispensables, deseables y opcionales. Los indispensables son aquellos que deben estar presentes sin excepción para que la experimentación tenga sentido. Los deseables son aquellos que se espera que estén considerados pero no son 100% necesarios a la experimentación en sí. Y por último los opcionales con aquellos que no tienen porque presentarse en las muestras de la experimentación pero son otras alternativas a visualizar.

A continuación se puede ver un cuadro con todos los requisitos tomados en cuenta par poder llevar a cabo la experimentación poco a poco.

Indispensables:

- Reciclado del papel y la cascarilla de arroz.
- Utilizar aglomerantes biodegradables.
- El material debe contar con características diferentes al papel reciclado por sí solo.
- Proceso de producción simple a nivel doméstico.
- El material debe mantener su integridad

Deseables:

- No generar desperdicios durante el proceso.
- Evitar daños en el medio ambiente durante el proceso.
- Posibilidad de generar volúmenes con el material.

Opcionales:

- Contemplar el fin de la vida útil del material.
- Contemplar futura industrialización.

Seguidamente se explicaran brevemente cada uno de los requisitos contemplados:

Reciclado de papel y cascarilla de arroz:

Ambos materiales como vimos anteriormente no son desechados correctamente en el caso del papel y en caso de la cascarilla se tiende a desechar en acumulación terminando gran parte de ella quemada a cielo abierto.

Utilizar aglomerantes biodegradables:

La importancia de utilizar aglomerantes que sean biodegradables surge de la necesidad de encontrar materiales que sean compatibles tanto con el papel como con la cascarilla de arroz pero que por su parte no generen un perjuicio mayor a la hora de ser desechados, sino que al ser expuestos a la intemperie se degraden con facilidad.

El material debe contar con características diferentes al papel reciclado por sí solo:

Éste requisito surge de la necesidad de generar un material que no se asemeje al 100% con el papel reciclado en sí, sino que se le puedan atribuir otro tipo de cualidades que no sean propias del mismo.

Proceso de producción simple a nivel doméstico:

Dicha modalidad de producción surge de la necesidad de partir de lo más pequeño, es decir desde los hogares de las personas que se encuentren interesadas en la temática, como también para emprendedoras o emprendedores que tengan fácil acceso a las materias primas y deseen desarrollar un proyecto a partir de ésta investigación. Se busca que no sea una limitante para las futuras investigaciones la existencia de una fábrica de por medio.

Debe mantener su integridad:

El material debe mantener su integridad en el sentido de que debe poder mantenerse unido por sí solo a la hora de manipularlo.

No generar desperdicios durante el proceso:

La generación de desperdicios dentro del proceso atentaría contra la base de la investigación que en disminuir los desechos en sí.

Evitar daños en el medio ambiente durante el proceso:

En este requisito es importante destacar que el proceso de producción del material no debe causar perjuicios al medio ambiente, como por ejemplo en el exceso de agua utilizada.

Posibilidad de generar volúmenes con el material:

La generación de diferentes formas y presentaciones en el material le agrega un valor diferente respecto a lo que ya tenemos por concebido del papel y la cascarilla de arroz como tal en sus presentaciones originales.

Contemplar el fin de la vida útil del material:

Éste aspecto aportaría de manera positiva al material ya que se trataría con el ciclo de la disposición de residuos de manera descontrolada. Poder contemplar el fin de la vida útil del material, permitiría un mayor cuidado respecto a ideales de sustentabilidad y reciclaje planteados durante todo el trabajo de grado. De todas formas no es una condición que afecte directamente al material como tal.

Contemplar futura industrialización:

Tener en cuenta una futura industrialización del material, brinda oportunidades para que el material sea más versátil dependiendo en las manos de quien sea tratado. Impedir que el proceso sea industrial en un futuro limitaría en cierto modo futuras investigaciones. Al igual que el requisito anterior no es indispensable ni deseable pero es algo a tener en cuenta como opción.

Habiendo definido los requisitos y sin perder de vista los objetivos e hipótesis planteadas al comienzo del proyecto se comenzó a realizar el proceso de la experimentación con los materiales seleccionados.

ETAPA INICIAL - Muestras: 1-2-3

En esta etapa de experimentación inicial, se comenzó por crear las principales herramientas de trabajo en base a la investigación previa realizada sobre el papel y su reciclado y la cascarilla de arroz; pudiendo tomar las primeras decisiones a nivel macro y definiendo paso a paso el proceso de producción para el nuevo material. Se muestra detalladamente todo en fotos y fichas adjuntadas en la carpeta de Anexos.

En el transcurso del desarrollo de las primeras herramientas para comenzar el proceso de experimentación, se decidió realizar un tamiz plano, ya que ésta herramienta es la que se utiliza para la realización de papel reciclado. El fin de dicha decisión es partir de una técnica conocida para adentrarnos en una técnica desconocida a definir a lo largo de ésta etapa.

Para la realización del tamiz plano, se desarrolló un marco de PVC el cual lleva una red metálica y por otro lado otro marco también de PVC del mismo tamaño el cual sirve para darle una mejor terminación a la muestra (en cuanto a sus bordes).



MUESTRA I

En un primer paso se realizó el reciclado solamente del papel (cualquier tipo de papel) de manera manual y artesanal siguiendo los pasos de papel reciclado definido en capítulos anteriores.

La decisión de realizar las muestras de manera manual parte de la necesidad de tener mayor control en cada paso del proceso y los resultados. Si bien se entiende que se puede realizar industrialmente como ya vimos anteriormente, en éste proyecto y etapa de experimentación no es pertinente ésta forma de procesado. Por éste motivo también es uno de los requisitos indispensables.

Y por otra parte se optó por comenzar solo reciclando papel para poder observar el comportamiento del mismo y sus características que ya son conocidas para luego incorporar lentamente la cascarilla de arroz, que es algo desconocido en dicha mezcla.



Se comenzó utilizando el agua como aglutinante; dicho paso fue de utilidad para definir si el agua era la materia adecuada para comenzar a experimentar diferentes opciones. A su vez fue de utilidad para definir a grandes rasgos, la cantidad de agua necesaria: en cuanto a ésta no existe cantidad específica hasta el momento.

Sí se pudo determinar que cuanto mayor cantidad de agua mejor es el resultado (partiendo del Litro de agua), ya que permite que la pulpa del papel se desplace con mayor facilidad a la hora de adherirse al tamiz y formar la película.³⁴ Para dejar en claro un poco éste concepto a continuación se explica nuevamente el proceso para realizar papel reciclado:

1. Dejar en remojo el papel bien picado toda la noche.
2. Al día siguiente se escurre el agua.
3. Licuar hasta generar una pasta y colocar en un recipiente.
4. Agregarle un poco de agua a la pasta y mezclar.
5. Introducir una malla metálica dentro de la mezcla.
6. Levantar dicha malla con una capa de pasta en su superficie.
7. Estirar un trozo de tela en una superficie plana y limpia.
8. Colocar la malla sobre la tela.
9. Colocar un plástico sobre la pasta
10. Presionar con palote para retirar el excedente de agua.
11. Volcar cuidadosamente sobre una tabla o pedazo de plástico.
12. Separar la pulpa del plástico cuidadosamente con las manos.
13. Dejar secar al sol.³⁵

³⁴ Ver anexos Fichas de Materiales pág. 12

³⁵ Lic. Amy Stephenson. (1994). Actividades de Reciclaje. (Tomo 1). Uruguay, Montevideo: Central Uruguaya de Reciclaje

MUESTRA 2

Luego de haber realizado la primer muestra compuesta solamente de papel, se continuó agregando una pequeña porción de cascarilla de arroz entera, sin procesar. Para de a poco adentrarnos en el segundo material seleccionado a reciclar.

Ésta decisión permitió obtener nuevas conclusiones para poder continuar con el proyecto: la cascarilla de arroz entera le otorga al nuevo material mayor volumen y rugosidad.

Por otro lado dificulta la unión de la pulpa del papel en sí misma para obtener una superficie homogénea y plana, por lo que le otorga debilidad al nuevo material. Debido a éste resultado se continuó realizando una tercer muestra pero con la cascarilla de arroz molida o procesada.³⁶ Se entiende que la cascarilla de arroz sin procesar atenta contra la integridad del material, ya que lo debilita.



36 Ver anexos Fichas de Materiales pág. 13

MUESTRA 3

En la tercer muestra se procede a moler la cascarilla de arroz con la licuadora con protección de tapabocas y lentes.

Luego se continuó con el proceso manual del reciclado de papel detallado anteriormente. Los resultados obtenidos fueron que la cascarilla de arroz se mezcló con mayor facilidad con la pulpa de papel permitiendo obtener una superficie con mayor unión y menor rugosidad, con la ayuda del agua como aglutinante.

Dicho resultado fue el primer parámetro general decisivo a tener en cuenta en las siguientes muestras, por lo que procesando la cascarilla de arroz, el objetivo es obtener la reducción en gran medida del volumen de la cascarilla de arroz y que permita un material más homogéneo.³⁷



37 Ver anexos Fichas de Materiales pág. 14

A partir de éstas tres muestras se definió el proceso deseado para la generación de muestras planares. Pudiéndose agregar variantes de algún otro aglomerante que veremos más adelante:³⁸

1. Triturar la cascarilla de arroz con la licuadora. Y pesarla.
2. Romper el papel a reciclar sin tamaño ni forma específica. Y pesar.
3. Licuar el papel y la cascarilla de arroz con 500 mL de agua. Hasta obtener una pasta uniforme.
4. Verter en recipiente y agregar 500 mL más de agua.
5. Revolver e introducir el tamiz con el marco de PVC.
6. Retirar y esperar unos segundos que se escurra el excedente de agua. Y retirarle el marco de PVC.
7. Colocar una tela con un cuadrado de PVC, del tamaño de la muestra, por encima de la pulpa. Y transferir.
8. Colocar otra tela y cuadrado de PVC del lado que queda sin cubrir.
9. Apretar con peso para quitar el excedente de agua.
10. Retirar una de las capas del cuadrado de PVC y tela.
11. Colgar y dejar secar cantidad de tiempo necesario.
12. Retirar de la tela.

ETAPA CANTIDADES- MUESTRAS 4-5-6

Luego de haber definido el modo de producción se continuó realizando el resto de las muestras, teniendo en cuenta que ésta forma de producción fue solamente es la base para la generación de muestras planares.

Habiendo definido las herramientas y las técnicas se procedió a realizar una segunda parte o etapa de la experimentación.

En la segunda parte de la experimentación se realizaron diversas muestras variando cantidades, para poco a poco acercarnos a un resultado final con un amplio espectro de muestras. Dicha variedad de cantidades permitirá ver diferentes texturas y unión del material en sí mismo, papel-cascarilla.

Es importante destacar que a partir de cada proceso realizado se generan varias de una misma, lo cual fue aclarado en cada una de las fichas correspondientes de materiales. Es decir en el caso de la muestra anterior, la número 3 a la hora de ser procesada se obtuvieron 5 muestras en la misma tanda. Al comienzo las muestras contienen mayor cantidad de material y a medida que se realizan las últimas el contenido disminuye afectando directamente al espesor de la muestra como tal.

Por otro lado el agua dentro de una misma muestra puede ser reutilizada si la colamos correctamente para quitar cualquier excedente de papel o cascarilla.

MUESTRA 4

La primer muestra realizada en ésta etapa constó de partes iguales de papel y cascarilla de arroz.

A partir de ésto se pudo obtener varias conclusiones: para que la cascarilla de arroz realmente forme parte del material hay que mantener en movimiento el agua utilizada como aglutinante a la hora de realizar la muestra, ya que sino esta se deposita en el fondo del recipiente contenedor y pasa a no formar parte de la muestra. Se puede decir entonces que la densidad de la cascarilla de arroz por sí sola es mayor a la densidad del papel.

A su vez a media que se van realizando las muestras se debe agregar agua ya que el material absorbe ésta para mantenerse unidos los componentes. Ésto se da como explique anteriormente por realizarse varias muestras en una misma tanda.³⁹

El resultado obtenido solo se diferencia en el papel en su textura.



39 Ver anexos Fichas de Materiales pág.15

MUESTRA 5

Seguidamente se realizó una muestra que contenía el doble de cascarilla de arroz que de papel siempre manteniendo la misma cantidad de agua para una correcta unión de ambos materiales.

Para el procesado de la cascarilla se tuvo en cuenta las conclusiones de la muestra anteriormente realizada, por lo que se la trituró por 5 minutos removiendo la misma en intervalos de 1 minuto para obtener una consistencia más polvorienta. De manera que la cascarilla de arroz no tienda a depositarse tanto en el fondo del contenedor con agua.

De todas maneras se siguen apreciando partes de las cascarilla de arroz. Ésta decisión refleja una muestra de aspecto más uniforme respecto a la muestra anterior a pesar de tener el doble de contenido de cascarilla de arroz que le aporta una tonalidad diferente (similar al a de la cascarilla de arroz en sí).⁴⁰



40 Ver anexos Fichas de Materiales pág. 16

MUESTRA 6

Seguidamente se realizó una muestra que contiene tres veces más cascarilla de arroz que papel y la misma cantidad de agua que las muestras anteriores, para poder definir si el aumento de dicho material afecta la resistencia al desgarro del nuevo material. Si lo debilita o lo fortalece.

Efectivamente se pudo comprobar que cuando la cascarilla de arroz supera el triple la proporción del papel (es decir 25% papel y 75% cascarilla de arroz) afecta a la muestra otorgándole mayor debilidad respecto a las anteriores, por lo que tiende a desgarrarse con mayor facilidad.

También el aumento de la cascarilla de arroz le otorga una textura de mayor rugosidad y un color más distintivo del propio material predominante.⁴¹



41 Ver anexos Fichas de Materiales pág. 17

ETAPA ALMIDÓN - MUESTRAS 7-8-9-10-11

A partir de las conclusiones que se obtuvieron de la muestra anterior (número seis), se agregaron a las mismas cantidades utilizadas un 9% aproximadamente de almidón de maíz para comenzar, sin tener en cuenta la cantidad de agua en éste porcentaje. Éste es agregado en el paso número 4 a la hora de verter todo en el recipiente o asadera.

La decisión de agregar dicho material surge de la necesidad de observar si las muestras generadas con mayor porcentaje de cáscara de arroz, presentan algún cambio significativo. Si podemos aportar con el almidón de maíz mayor integridad a la muestra para que no tienda a rasgarse a la hora de ser manipulada.

Éste material es muy utilizado como aglutinante en la cocina y para otros propósitos de índole plástico.

El almidón de maíz como vimos anteriormente es una materia que proviene del maíz y es biodegradable, es decir al entrar en contacto con el agua o con condiciones externas durante largos períodos de tiempo tiende a degradarse sin perjudicar al medio ambiente. Es un material que ya ha sido contemplado para la generación de bioplástico, por lo que resulta interesante poder integrarlo como aglomerante junto al agua en ésta investigación.

Uno de los problemas que se sabe que puede tener es la sensibilidad a la humedad, lo cual puede jugar en contra con la integridad del material dependiendo de las condiciones climáticas.

MUESTRA 7

Al realizar éste agregado, el nuevo material ofreció mayor resistencia a la tracción y desgarro respecto a la muestra número 6. Pero aún así continua rasgándose con mayor facilidad que las primeras muestras realizadas durante la experimentación como la muestra número 3 por ejemplo.

Su textura incluso tiende a ser más suave, en aspectos generales. Se pretende que el material ideal tenga mayor resistencia a la hora de ser manipulado.

En las muestras siguientes se varió las proporciones de cascarilla de arroz, papel y almidón de maíz para poder evaluar los aportes de éste último.⁴²



42 Ver anexos Fichas de Materiales pág. 18

MUESTRA 8

Sin embargo antes de continuar, surgió la necesidad de evacuar la duda de como reaccionaría la cascarilla de arroz solamente con el agregado del agua, si ésta por si sola tendría alguna reacción al agua.

Por lo que se realizó una única muestra sin tener en cuenta el proceso de producción definido anteriormente. Se remojó la cascarilla de arroz directamente con el agua, quitando en mayor medida el excedente de agua haciendo presión.

Al secarse, la cascarilla de arroz volvió a su condición original sin prestar por lo tanto ninguna modificación con el agua. Incumpliendo todos los requisitos planteados inicialmente.⁴³



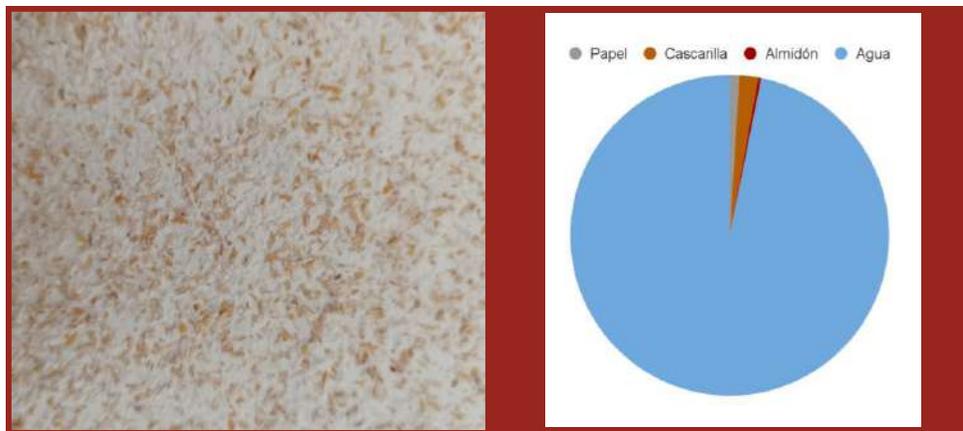
43 Ver anexos Fichas de Materiales pág. 19

MUESTRA 9

En la siguiente muestras se mantuvo el porcentaje del almidón de maíz (9%), pero se alteraron las cantidades de papel y cascarilla de arroz, volviendo a los valores utilizados en la quinta muestra.

En el caso de la muestra que vemos a continuación se optó por volver a la quinta muestra para evaluar si el agregado de almidón de maíz afectaba en el resultado final.

La consecuencia fue obtener una muestra con mayor unión entre el papel y la cascarilla de arroz. De todas formas continúa teniendo cierta debilidad al rasgado.⁴⁴



MUESTRA 10

Habiendo podido evaluar el comportamiento del almidón de maíz en base a los valores de las primeras muestras que contenían menor cantidad de cascarilla que de papel, se continuó la variación de la cantidad de almidón tomando como punto de partida la sexta muestra (30g de cascarilla de arroz y 10 g de papel) y duplicando la cantidad de almidón.

Se puede observar que a la hora de realizar la mezcla le aporta mayor consistencia y a su vez una tonalidad más blancuzca.

De todas maneras el material continúa teniendo gran debilidad a la hora de ser manipulado, por lo que tiende a quebrarse y rasgarse.⁴⁵



MUESTRA IO VOLUMÉTRICA

Para poder aportar un nuevo factor, se comenzó a experimentar colocando la mezcla en otro tipo de superficies, para que ésta adopte otras formas y grosores, intentando contemplar uno de los requisitos deseables, que hasta ahora no se había tomado en cuenta.

En éste caso el molde utilizado no fue el óptimo ya que resultó difícil la extracción de la muestra. Las caras del molde por lo tanto es indispensable que sean expulsivas para facilitar el desmoldado de la muestra volumétrica.

Si ésto no se da la muestra probablemente se rompa o debilite a la hora de ser retirada del molde. Como sucedió efectivamente en la práctica.⁴⁶



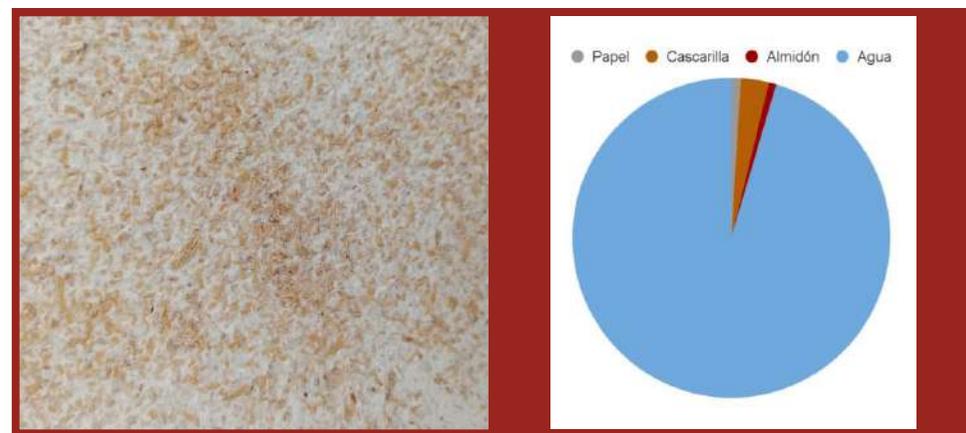
46 Ver anexos Fichas de Materiales pág.22

MUESTRA II

Teniendo en cuenta la muestra anterior se aumentó una vez más la cantidad de almidón de maíz, tres veces más que las muestras iniciales de ésta etapa.

Se puede apreciar que solamente a la hora de generar la mezcla entre la pulpa de papel, la cascarilla de arroz y el almidón, la consistencia es más densa en relación a las primeras muestras realizadas que no contenían almidón de maíz.

Sin embargo a la hora del secado ésta tiende a debilitarse cuando se emplea la técnica de reciclaje de papel. De modo que a mayor cantidad de almidón de maíz no mejora la resistencia al rasgado del material, sino que todo lo contrario, el material a simple vista se lo aprecia con mayor debilidad.⁴⁷



47 Ver anexos Fichas de Materiales pág.23

MUESTRA II VOLUMÉTRICA

En cambio a la hora de colocar la muestra en un bol o molde, ésta se comportó de manera diferente. Al contar con mayor grosor el material tiene mayor resistencia y se puede apreciar notablemente un aumento en la dureza de la muestra. Entendiendo como dureza la propiedad física de un material cuando se resiste a ser rayado, perforado o indentado; y resistencia como la capacidad del material de resistir fuerzas sin romperse o deteriorarse de alguna forma.

Éste aspecto entonces podemos entender que éstos factores se deben directamente al espesor del material en sí y no al aglutinante como tal.

A la hora de ser colocada en su molde, se optó por utilizar film para evitar que ésta se adhiriera al mismo. Dicho factor fue de gran ayuda en comparación con la muestra anterior, impidió que se debilitara a la hora de ser desmoldada. También un aspecto que ayudó fue seleccionar otro tipo de molde con caras expulsivas.⁴⁸



ETAPA GELATINA - MUESTRAS 12-13-14-15

Partiendo de los resultados obtenidos, se puede concluir que el almidón de maíz aporta mayor consistencia a la hora de realizar la mezcla de la pulpa de papel con cascarilla de arroz y agua, pero no aumenta la resistencia ni la dureza del material, todo lo contrario en grandes cantidades tiende a debilitarlo y aportarle mayor suavidad al tacto.

Sin embargo cuando el material es dispuesto en mayor concentración, es decir en un espesor mayor, éste tiende a optar un aspecto rígido y resistente.

Por ésta razón se optó por probar un nuevo aglutinante, el colágeno o más conocido como la gelatina sin sabor. Dicho material fue tratado de la misma manera que el almidón de maíz en cuanto al aumento de las cantidades.

La gelatina es muy utilizada al igual que el almidón de maíz en la industria de la gastronomía. Se conoce por aportar flexibilidad a la hora de ser empleado, lo cual puede ser una característica muy interesante cuando se trata de buscar mayor resistencia en el material a la hora de ser manipulado y una textura diferente en relación al papel solo como material.

MUESTRA 12

En la primer muestra realizada con gelatina se partió nuevamente de las cantidades utilizadas en la sexta muestra para poder obtener un punto de comparación con el almidón de maíz (muestra siete), pero agregando el aglomerante de gelatina.

Dicho componente le aportó mayor dureza a la muestra y mayor resistencia al desgarrar, sin embargo la gelatina no logró disolverse en su totalidad, por lo que se pueden apreciar sectores con mayor acumulación de la misma.

Éste factor le otorga debilidad en esas zonas de acumulación del material. Por más que la gelatina se disolvió correctamente en la mezcla, las acumulaciones se hacen visibles una vez seca la muestra. Al momento de realizarlas no se aprecian.⁴⁹



49 Ver anexos Fichas de Materiales pág.25

MUESTRA 12 - VOLUMÉTRICA

También se experimentó colocando la mezcla en un molde como se realizó con las muestras del almidón de maíz.

La muestra realizada presentó un aumento en el tiempo de secado ya que la gelatina le aportó mayor humedad a la muestra. Y como se mencionó anteriormente, el grosor también influye. De modo que en éste caso se suman ambas condiciones el espesor y la humedad del aglutinante.

Pero por otro lado éstas condiciones le aportaron mayor dureza respecto a las muestras anteriores. Y si comparamos con las muestras volumétricas de almidón de maíz a simple vista se puede percibir mayor dureza.⁵⁰



50 Ver anexos Fichas de Materiales pág.26

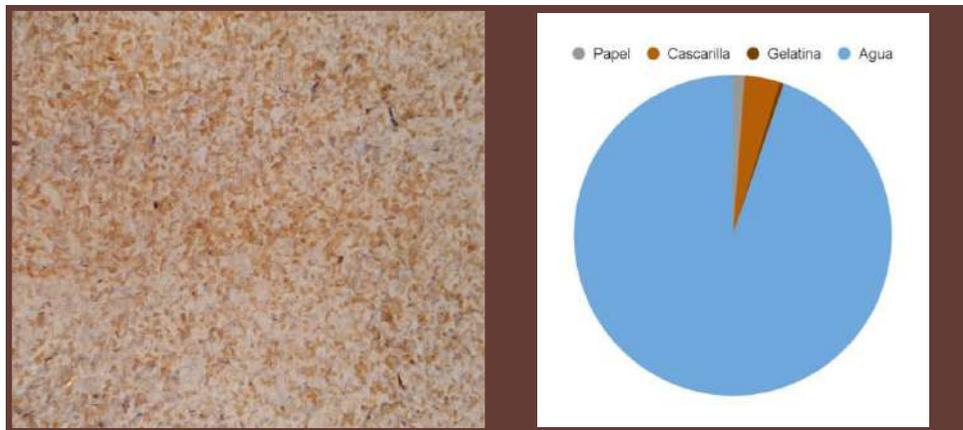
MUESTRA 13

En la siguiente muestra realizada se aumentó la cantidad de gelatina al doble, se pudo observar que a mayor cantidad de gelatina mayor es la resistencia física del material obtenido.

También se puede observar a nivel de textura cierta gomosidad si se procede a apretar la muestra.

Al igual que la muestra anterior la gelatina no logró disolverse totalmente. Lo cual si bien aporta mayor dureza en aspectos generales, puede generar una fractura en el material en esos sectores de mayor acumulación.⁵¹

Es importante resaltar que a la hora de disolver la gelatina no se apreciaban grumos, ni nada que pudiera producir dichas acumulaciones, por lo que son dadas por el propio proceso o manipulación de las materias.



51 Ver anexos Fichas de Materiales pág.27

MUESTRA 13 VOLUMÉTRICA

Al igual que las muestras anteriores se continuó experimentando el secado y disposición en otro tipo de superficies.

La superficie de dichas muestra fue realizada de manera más despa-
reja en relación a las muestras anteriores, pudiéndose apreciar ciertos huecos o espacios donde se concentra la gelatina a simple vista.

A pesar de éste factor la gelatina le aportó una firmeza que impide que la muestra presente debilidad o se quiebre con facilidad, se entiende de todas maneras como habíamos determinado anteriormente que dicha resistencia es afectada en gran medida por el espesor de la muestra. Y la acumulación de aglomerante puede tender a debilitar el material si se lo dispone en alguna forma o volumen específico más complejo, como por ejemplo un cubo hueco. Podría afectar la forma así y la resistencia del volumen según donde se dispongan dichas acumulaciones que no se pueden controlar.⁵²



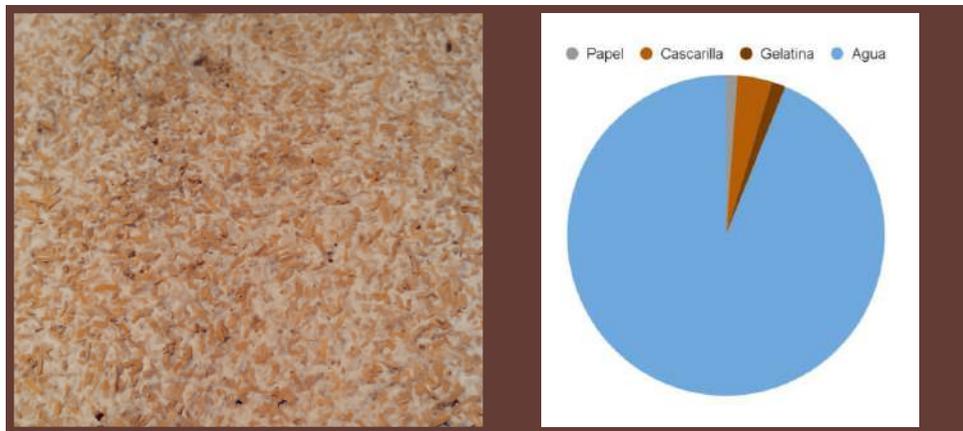
52 Ver anexos Fichas de Materiales pág.28

MUESTRA 14

Para continuar con el aumento de gelatina, se procedió a agregar el triple de cantidad en relación a la primer muestra realizada con éste aglutinante. Siempre tomando en cuenta las cantidades de papel y cascarilla de arroz utilizadas en la séptima muestra.

El aumento de cantidad de gelatina aumenta la flexibilidad de la muestra en relación al resto de ellas, por lo que la resistencia al desgarro es mayor.⁵³

Es importante destacar que el papel por si solo cuando se presenta en espesores muy finos como un libro o cuaderno, es flexible, pero cuando éste se dispone en espesores más gruesos como los que estamos trabajando en ésta experimentación no lo es. Por lo tanto es una característica diferente. Todos los espesores trabajados se pueden ver en cada una de las fichas de los materiales en la carpeta de Anexos.



53 Ver anexos Fichas de Materiales pág.29

MUESTRA 14 VOLUMÉTRICA

Al igual que las muestras anteriores se realizó una muestra alterna de carácter volumétrico. Pero en este caso se opta por utilizar un molde de paredes paralelas pero que no tiene fondo, de manera que a la hora de desmoldar no sea una complicación sino que con la simple presión de los dedos seda con facilidad.

Dicho molde a su vez presentó mayor profundidad para darle mayor espesor a la muestra y evaluar que tanto afecta el espesor en el resultado final del material.

El secado de la misma se vio afectado aumentando drásticamente su tiempo en relación al resto de las muestras y por lo tanto aportándole mayor concentración de humedad a la muestra final. Dicho factor tiende a debilitar el material, debiendo dejar la muestra en condiciones secas para intentar que dicha humedad desaparezca y no perjudique el material final en sí.⁵⁴

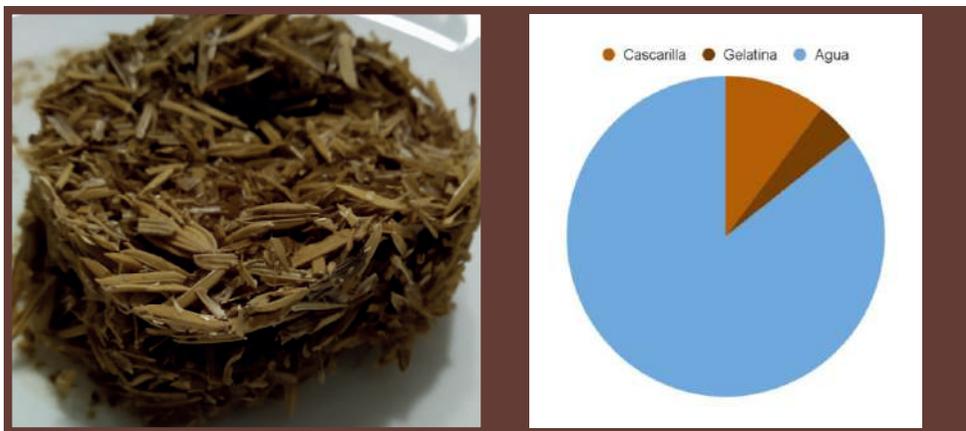


54 Ver anexos Fichas de Materiales pág.30

MUESTRA 15 VOLUMÉTRICA

Finalmente se optó por realizar una muestra con mayor porcentaje de cascarilla de arroz (30g) que las muestras anteriores y gelatina (12g). A diferencia de las muestras anteriores la cantidad de agua utilizada es mucho menor, ya que solo se remojó la cascarilla de arroz y se utilizaron 250 ml de agua hirviendo para disolver la gelatina. En dicha muestra tampoco se optó por utilizar el proceso de reciclaje de papel, sino que la mezcla fue colocada con cuidado en el mismo molde que la muestra anterior, contemplando que quede líquido (agua+gelatina) entre las partículas de la cascarilla de arroz.

A la hora del secado fue colocada en la heladera. Durante el secado en la heladera se mantiene con la forma inicial pero con aspecto muy gelatinoso ya que si se le ejerce fuerza tiende a romperse con facilidad. Una vez retirada de la heladera comenzó a desintegrarse y la cascarilla de arroz volvió a tomar un aspecto muy similar a su estado inicial, pero con ciertas partículas de gelatina que le aportaban mayor humedad.⁵⁵



ETAPA AGAR AGAR - MUESTRAS 16-17

A partir de las conclusiones obtenidas en la cuarta etapa, podemos ver que la gelatina se solidifica a la hora de estar en contacto con el papel y la cáscara de arroz en conjunto pero no así con la cáscara solamente. Y por otro lado también le aporta mayor flexibilidad al material pero tiende a aumentar su tiempo de secado en grandes espesores debido a la humedad que le aporta al material.

Por estos motivos se opta por utilizar otro aglomerante conocido como agar agar. A diferencia de la gelatina es un componente que proviene de algas rojas (rodofíceas) por lo tanto su naturaleza vegetal lo hace más amigable con el medio ambiente. Promete tener mayor solidificación que la gelatina sin sabor.

Por su parte como aglomerante en sí tiene una alta capacidad de absorber agua, siendo que absorbe 20 veces su propio peso. También es importante destacar que soporta entre 70-85 °C de calor sin derretirse. Y como un factor extra (que puede contemplar el requisito opcional del fin de la vida útil del material) es reversible o reutilizable, es decir, se puede gelificar, derretir y volver a gelificar.

En la primer muestra realizada con agar agar se optó por generar una variante en el proceso de licuar la cascarilla de arroz. En lugar de ser licuada se optó por triturarla en una picadora, posteriormente tamizarla y los restos que aún no lograron pasar por el tamiz se volvieron a pasar por la picadora. De esta forma se busca obtener una cascarilla de arroz en forma de polvo que permita mayor homogeneidad al material final.

Éste proceso fue repetido varias veces, hasta lograr que toda la cantidad de cascarilla necesaria para la muestra lograra pasar por el tamiz. Se puede visualizar una gran diferencia en el gramaje de la misma a simple vista.

En ésta etapa se vuelve a destacar la importancia de la utilización de tapabocas y lentes de protección ya que el procesado de la cascarilla produce mucho polvillo volátil que puede generar cierta irritación al ser inhalado en grandes cantidades o entrar en contacto con la vista.

MUESTRA 16

En ésta primer muestra se puede observar un material que tiene mayor flexibilidad a los materiales generados anteriormente, por lo que al doblarlo tiene mayor resistencia al desgarro.

Por otro lado la cascarilla de arroz con mayor procesamiento le otorga mayor unión a los componentes del material, generando que éste sea más homogéneo. Dicho factor también es de ayuda para aumentar la resistencia y dureza final del material.⁵⁶



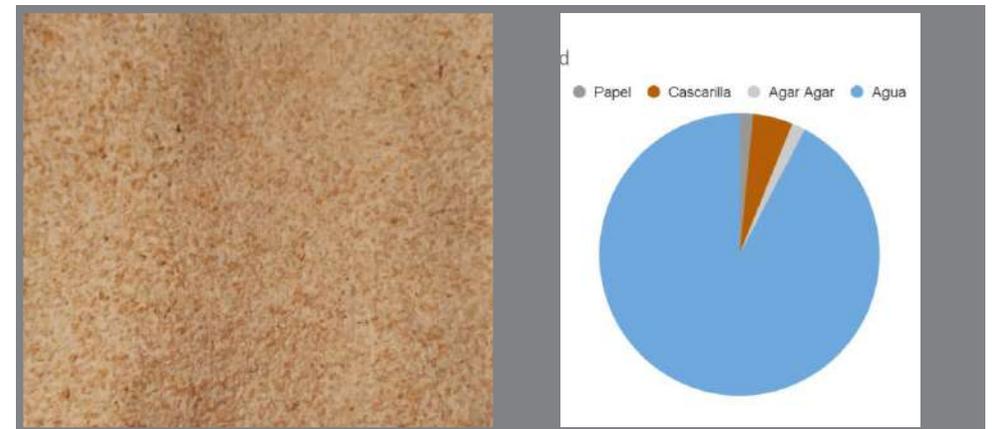
Imágen de cascarilla sin procesar



Imágen de cascarilla procesada con licuadora



Imágen de cascarilla procesada con picadora



MUESTRA 17 VOMULÉTRICA 1

Las dos siguientes muestras realizadas con el agar agar, tuvieron como función probar la fidelidad del material y su comportamiento a la hora de generar presión, emulando un posible procesamiento industrial con maquinaria.

La primer muestra se desarrolló a partir de un molde al cual se le colocó una tela de algodón con pliegues, dicha tela cumplía doble función: absorber el excedente de agua y generar pliegues para evaluar la fidelidad del material. A la hora de secarse el material adoptó la forma de los pliegues de la tela, se puede ver a simple vista cada uno de ellos. Éste aspecto es de utilidad si se desea generar algún tipo de textura con el material o marca.

Por otro lado también se puede determinar que para un mejor secado de la muestra, es necesario desmoldarla una vez adoptó la forma deseada pero sigue húmeda, para que logre un mejor, parejo y rápido secado fuera del molde.⁵⁷



MUESTRA 17 VOMULÉTRICA 2

La siguiente muestra que parte de la muestra anterior, fue realizada para observar como se comporta el material al presionarlo en estado de pulpa. Se procedió a colocar una tela de algodón en un molde y la pulpa del material en el centro, con otro objeto de menor tamaño al molde se ejerció presión sobre el tumulto de pulpa.

Ésta se expandió hacia los costados subiendo por las paredes del molde y del objeto que ejerce presión, tomando la forma del molde y adaptándose al mismo.

El acabado es menos preciso que cuando se coloca con las manos el material, ya que no se tiene control del borde del volumen, para un resultado más uniforme en cuanto a sus bordes el molde debe de contemplar un tope que le de la forma deseada.⁵⁸



Habiendo realizado una gran variedad de muestras volumétricas se puede definir un proceso ideal para la generación de las mismas:

1. Triturar la cascarilla de arroz con procesadora o picadora.
2. Tamizar la cascarilla de arroz y volver a triturar la cascarilla que no haya logrado pasar por el tamiz.
3. Repetir el paso anterior todas las veces necesarias hasta lograr que toda la cascarilla de arroz pase por el tamiz. Y pesarla
4. Romper el papel a reciclar sin tamaño ni forma específica. Y pesar.
5. Licuar el papel y la cascarilla de arroz con la cantidad de agua necesaria. Hasta obtener una pasta uniforme.
6. Colar el excedente de agua con el tamiz generado.
7. Presionar para quitar el excedente de agua.
8. Colocar en molde cubierto de tela de algodón, con la técnica pertinente (manos, presión, etc.).
9. Dejar secar.
10. Desmoldar.
11. Volver a dejar secar.

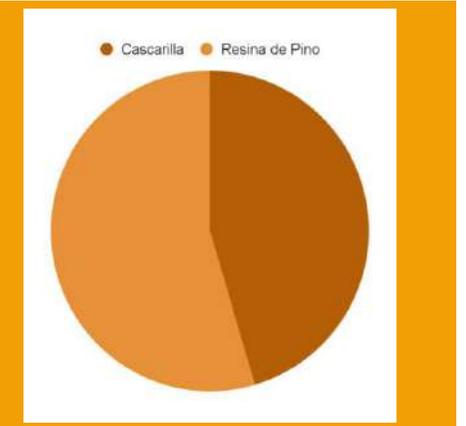
En el caso de ser necesario agregar almidón de maíz, agar agar o gelatina se debe agregar en el paso 5.

ETAPA RESINA DE PINO - MUESTRA 18

Con el fin de probar un último material aglomerante totalmente diferente al resto de los utilizados anteriormente, se optó por utilizar la resina de pino. Dicho material es una resina natural que se extrae de las secreciones que producen los árboles del género *Pinus*. Es un material también biodegradable. A diferencia de los otros aglomerantes utilizados, es insoluble en agua, su dureza y rigidez es mayor cuando se lo dispone en su estado original. Y su color también es diferente y se hace presente a la hora de mezclarlo con otros materiales.

Dicho material luego de secarse tiende a solidificarse con mayor dureza. Se utilizó un proceso diferente para su realización, primero se pesaron los materiales a utilizar, en el caso de la resina de pino es necesaria calentarla a baño maría para lograr que se disuelva, tardó un aproximado de 40 minutos en perder la consistencia sólida.

Sin embargo al calentarla no obtenemos una consistencia líquida sino viscosa como si fuera cera o caramelo. Al entrar en contacto con el aire se solidifica con gran rapidez, luego de un par de segundos. Debido a su consistencia cuando se calienta es complejo verterla, de manera que se debe manipular con alguna cuchara de madera o algún otro elemento similar de madera para que no afecte su integridad. No es recomendable utilizar metal para manipularlo ya que puede alterar su composición.



Luego de que la resina logró por partes obtener un color más claro y se puede remover con un palo o cuchara de madera, se colocó la cascarilla de arroz procesada con la picadora y tamizada. Se revolvió unos segundos y con la misma cuchara o palo de madera se logra quitar del lugar donde se calentó.

En este caso se moldeó con las manos pero existe la posibilidad de moldearse por presión teniendo en cuenta de colocar desmoldante o vaselina en los objetos que ejercen presión y en el molde.

La muestra obtenida consta de una pieza sólida y resistente donde se puede ver claramente la unión de la cascarilla junto con la resina.⁵⁹

Se debe aclarar que en ésta instancia también se probó mezclar la pulpa de papel con la cascarilla de arroz sin utilizar el agua como intermediaria, dicha unión no se vio del todo satisfactoria ya que la cascarilla se adhirió a la pulpa generando una textura de aspecto granulada.



Cabe aclarar también que no es recomendable remover el material con algún elemento de metal como ya se mencionó anteriormente porque puede afectar los componentes de la resina de pino y también porque que la resina de pino tiende a adherirse con mayor fuerza al metal que a la madera.

Y por último determinamos que la mejor forma de quitar la mezcla de resina con cascarilla de el recipiente donde se derritió es con un elemento de madera, no se puede verter debido a su consistencia viscosa.

La muestra obtenida como podemos ver cumple con todos los requisitos determinados al comienzo de la experimentación, pero genera cierta dificultad a la hora de realizarla debido a sus consistencia de viscosidad.

Cabe aclarar a modo general de todas las etapas que todas las muestras se secaron en condiciones de un ambiente natural, de modo que en cada una de las fichas de materiales fue aclarado junto al tiempo de secado las condiciones climáticas y del espacio en el que se desarrolló el proceso.

FIN DE LA EXPERIMENTACIÓN

Con ésta última etapa damos por terminada la fase de experimentación del proyecto. Se entiende que dicha experimentación puede continuar si la investigación se torna con diferentes enfoques por ejemplo desde el punto de vista de la química, la física, la ingeniería. Las pruebas realizadas fueron las necesarias para cumplir los requisitos planteados al comienzo de la experimentación y para corroborar ciertas características específicas de los materiales, las cuales hablaremos detalladamente a continuación.

Como se puede ver luego de cada explicación de las muestras se encuentra una nota al pie de la página numerada. En ella podemos ver el número de página de los anexos con la ficha correspondiente a cada muestra para mayor información.

En dichas fichas de materiales se desarrolla información detallada de cada muestra teniendo en cuenta: el número de la muestra, la cantidad de muestras obtenidas a partir de dicha tanda de muestras, las materias primas utilizadas y solventes con sus respectivas cantidades, el proceso de obtención utilizado, las características y dimensiones de las muestras, observaciones pertinentes y finalmente una foto.

Respecto a las características y dimensiones se desarrolla: el tamaño, el espesor, la densidad, el tiempo de secado y sus condiciones ambientales, la textura, su comportamiento al ser doblada, su similitud con otros materiales ya conocidos, su adsorción y absorción de agua, su comportamiento al ser cortado con tijera, entre otras cosas.

Transformación de los Materiales

Partiendo de los resultados obtenidos se pueden definir determinadas características importantes para futuras transformaciones de los materiales alcanzados a lo largo de toda la experimentación.

Una vez realizadas todas las fichas de cada una de las muestras se procedió a realizar una tabla que reúne toda la información recaudada en cada una de ellas, de manera que podamos visualizar de manera rápida y fácil todos los resultados. En la tabla se puede apreciar el número de la muestra, las cantidades, el peso, las dimensiones, el espesor, la densidad, su comportamiento con el agua y el comportamiento al doblarse.

Algunos de los resultados generales obtenidos son los siguientes:

Todas las muestras son biodegradables o degradables. El papel demora unos 365 días en degradarse completamente; el almidón de maíz demora unos 90 días en degradarse por sí solo pero se disuelve

inmediatamente al entrar en contacto con el agua; la cascarilla de arroz es un elemento de difícil degradación debido a su composición vista anteriormente, pero puede ser utilizado para fertilizante en la tierra por lo tanto se puede agregar a un compost; la resina de pino es un material natural amigable con el medio ambiente que se puede degradar aplicándole calor; el agar agar demora al igual que el almidón de maíz un aproximado de 90 días exponiéndose al calor y se disuelve inmediatamente al entrar en contacto con el agua; la gelatina sin sabor se degrada al entrar en contacto con el agua.

La cascarilla de arroz, como mencione anteriormente, presenta grandes propiedades para la fertilización de la tierra, por lo que si se desea se puede contemplar dicho factor en el fin de la vida útil del material, por ejemplo colocandolo en la tierra, alguna planta o en la mezcla de un compost. El factor favorable de la cascarilla de arroz en la tierra es que controla la humedad de la misma.

Los materiales que contienen agar agar y gelatina presentan mayor flexibilidad que los otros materiales.

Luego de haber mencionado algunos de los resultados generales que se perciben a lo largo de toda la experimentación se procede a describir algunos de los resultados específicos relacionados a la tabla en sí dispuesta al final de la redacción. A continuación se presentan dichos resultados:

Con todas las variaciones en las proporciones de la mezcla (casarilla de arros + papel + agua + aglutinante extra) se pueden generar diversas **formas y volúmenes**, como también elementos planares y de bajo espesor. El único material que puede generar complicaciones con los espesores bajos es la última (18) debido a la consistencia cuando se la está generando.

Las muestras de mayor **espesor** llevadas a cabo con el aglomerante de la gelatina, tienden a tener problemas con la humedad ambiental, por lo tanto su tiempo de secado es mayor que el resto de las muestras.

La **densidad** promedio de todas las muestras es de $0,3\text{g}/\text{cm}^3$. Se puede observar que a mayor cantidad de cascarilla de arroz en la composición de la muestra su densidad es mayor. Como lo podemos ver en las muestras que se realizaron con mayor concentración de cascarilla de arroz que de el resto de los materiales y con menor cantidad de agua.

Las muestras que tienen mayor tiempo de **secado** son aquellas que poseen mayor espesor, como se puede ver en la tabla todas las muestras que presentan “altura” son muestras volumétricas y son

las que tienen el tiempo de secado mas elevado. Por otro lado se puede tener en cuenta que las muestras realizadas con gelatina son aquellas que demoraron más en secarse por lo que la humedad en el material es mayor.

La mayoría de las muestras presentan **textura** rugosa. Debido a la propia textura de la cascarilla de arroz, en cambio en las últimas muestras realizadas (16-18) donde la cascarilla de arroz llevó un procesado más extenso, dicha textura rugosa tiende a disminuir pero no a desaparecer.

A la hora de ser **dobladas** la mayoría de las muestras no ofrecen resistencia por lo que es un material que tiende a romperse con facilidad, la cascarilla de arroz aumenta dicha debilidad en el caso de las muestras planares. Pero en el caso de las muestras volumétricas éstas ofrecen mayor resistencia debido a la forma y al espesor. En el caso de las muestras con gelatina, éstas no se quiebran con facilidad ya que dicho aglomerante le otorga flexibilidad. Y en el caso de la resina de pino no se puede doblar, es un material rígido.

Los materiales generados desde la etapa 1 a la etapa 5 no son 100% **permeables**, por lo que no resisten grandes cantidades de agua. La mayoría de las muestras se humedece rápidamente en unos 2 segundos y demoran en absorber agua en su totalidad, unos 70 segundos. Se puede determinar que en general las muestras de mayor espesor son aquellas que demoran más en absorber completamente el agua. En el caso de la última muestra correspondiente a la etapa 6 si es permeable, tiende a mojarse su superficie pero no a absorber el agua.

	Cantidad Papel (g)	Cantidad Cascarilla(g)	Cantidad Agua (L)	Aglomerante Extra (g)	Cantidad de muestras	LargoxAncho (mm)	Altura (mm)	Espesor (mm)	Peso (g)	Densidad (g/cm ³)	Secado (hs)	Textura	Quebra al doblar	Adsorción (s)	Absorción (s)
1	20		0,7		5	160x160		0,5	2	0,15	8	Suave	No	2	180
2	15	5	0,7		3	160x160		0,7	3	0,16	8	Rugosa	Si	2	70
3	20	7	1		5	160x160		0,8	2,3	0,11	8	Rugosa	Un poco	0,5	80
4	12	12	1		5	160x160		0,7	4,6	0,25	8	Rugosa	Un poco	2	130
5	10	20	1		5	160x160		0,7	3,1	0,17	12	Rugosa	Si	4	44
6	10	30	1		4	160x160		0,9	4,7	0,2	12	Rugosa	Un poco	1	110
7	10	30	1	Almidón 4	2	160x160		1,4	5,5	0,5	12	Rugosa	Un poco	2	100
8		14	0,42		1	50x50		5			24	Arenosa	Si		
9	10	20	1	Almidón 3	4	160x160		1	4,9	0,19	13	Rugosa	Si	10	80
10	10	30	1	Almidón 8	3	160x160		1,9	10,7	0,22	15	Rugosa	Si	2	50
10	10	30	1	Almidón 8	1	100x100	5	3,4	6,6	0,19	48	Rugosa	Si		
11	10	30	1	Almidón 12	1	160x160		1,7	7,4	0,17	15	Rugosa	No	4	57
11	10	30	1	Almidón 12	1	110x110	30	4,2	19,6	0,39	48	Rugosa	No		
12	10	30	0,8	Gelatina 2	3	160x160		1,5	6,7	0,17	12	Rugosa	Un poco	8	100
12	10	30	0,8	Gelatina 2	1	110x110	30	3,1	19,4	0,6	48	Rugosa	No		
13	10	30	0,8	Gelatina 4	3	160x160		1,4	7,9	0,22	12	Rugosa	No	25	70
13	10	30	0,8	Gelatina 4	1	130x130	15	3	15,3	0,3	30	Rugosa	No		
14	10	30	0,8	Gelatina 12	2	160x160		1,7	7,9	0,22	12	Rugosa	Un poco	30	90
14	10	30	0,8	Gelatina 12	1	55x55	18		12,7	0,23	72	Rugosa	No		
15		30	0,25	Gelatina 12	1	55x55	15				16	Arenosa	Si		
16	10	30	0,6	Agar Agar 10	3	160x160		1	4,9	0,19	12	Rugosa	No	2	10
17	10	30	0,35	Agar Agar 10	1	90x80	40	5	40	0,98	48	Rugosa	Un poco		
17	10	30	0,35	Agar Agar 10	1	90x80	30	4	28	0,86	48	Rugosa	Si		
18		15		Resina Pino 30	1	55x55	14		22,4	0,5	0,02	Rugosa	No	Un poco	No

Resolución

Tomando en cuenta todas las etapas de la experimentación realizadas anteriormente, se tomó la decisión de generar un librito que recaude toda la información y conclusiones obtenidas a lo largo de todo el capítulo de experimentación.

En dicho librito llamado “**Cascarilla pal´ papel**” se podrá ver una breve introducción del trabajo y luego a medida que continuamos leyendo vamos a encontrarnos con la presentación de cada una de las muestras realizadas. Se considera de importancia poder mostrar cada una de ellas ya que los resultados obtenidos son diversos, permitiendo diversas futuras aplicaciones dependiendo de los requisitos que se deseen cumplir.

Cabe resaltar que los requisitos utilizados en éste trabajo fueron una guía para mantener un hilo conductor a lo largo de toda la experimentación y darle mayor sentido al trabajo.

El objetivo del librito en su conjunto es poder visualizar y tocar, los resultados obtenidos durante la realización del proyecto a simple vista y de manera resumida. En el caso de generar mayor interés se puede recurrir a leer el trabajo de grado completo.

La función principal es generar una fuente de información para futuros proyectos, pudiéndose visualizar pruebas y errores de todas las muestras, cada una de ellas es un nuevo material generado con sus características específicas y diferentes entre sí. En el caso de que se desee continuar investigando para mejorar el material o para generar algo a partir de los ya generado. La presentación en forma de librito busca que el acceso a las muestras sea simple, rápido y fácil de entender por los futuros usuarios.

Por otro lado éste trabajo incita a continuar investigando, aportando en menor medida a las dos grandes situaciones identificadas anteriormente: debilidad en temas de sustentabilidad y el bajo volumen de reciclaje en Uruguay.





CONCLUSIÓN

- Conclusiones



Conclusiones

Al comienzo de éste trabajo de grado se planteó una pregunta de investigación inicial: ¿Se puede generar un nuevo material a partir de la vinculación de la cascarilla de arroz y el papel reciclado?

Dicha pregunta arrojó tres hipótesis:

- Se puede generar un material a base del papel reciclado y cascarilla de arroz.
- Se puede generar un material nuevo a base de cascarilla de arroz.
- Se puede utilizar el material generado.

De acuerdo al transcurso del proyecto se puede concluir que sí se puede generar un nuevo material a partir de la vinculación de la cascarilla de arroz y el papel reciclado. Se pudo observar cómo a través de diferentes aglomerantes utilizados (agua, almidón de maíz, gelatina sin sabor, agar agar y resina de pino) dichas materias primas lograron unirse generando una amplia variedad de nuevos materiales, cada uno con sus características particulares detalladas en el capítulo desarrollado anteriormente.

Respecto a las hipótesis planteadas que respondían a la pregunta de investigación inicial se puede concluir que, se corroboraron las dos primeras: Se puede ver la variación de cantidades en las materias primas a la hora de generar las diferentes muestras, algunas donde la cascarilla de arroz predomina sobre el papel. En algunas de las muestras se puede entender que el papel no solo cumplió la función

de materia prima sino también de material aglomerante respecto a la cascarilla de arroz. De modo que el papel es un elemento crucial dentro de ésta investigación. Cabe mencionar que la cascarilla de arroz por sí sola no puede formar un material nuevo, sino que necesita del papel en este caso y de los diversos aglomerantes utilizados para poder formar un volumen o elemento planar como vimos en las muestras. El único aglomerante que pudo mantener alejado al papel fue la resina de pino.

Finalmente para la corroboración de la última hipótesis planteada se puede concluir que se plantearon varias características de cada uno de los materiales generados para la futura utilización de los mismos en futuros proyectos. De modo que se pueden determinar futuras transformaciones de los materiales generados. Éste carácter es determinante para futuras investigaciones.

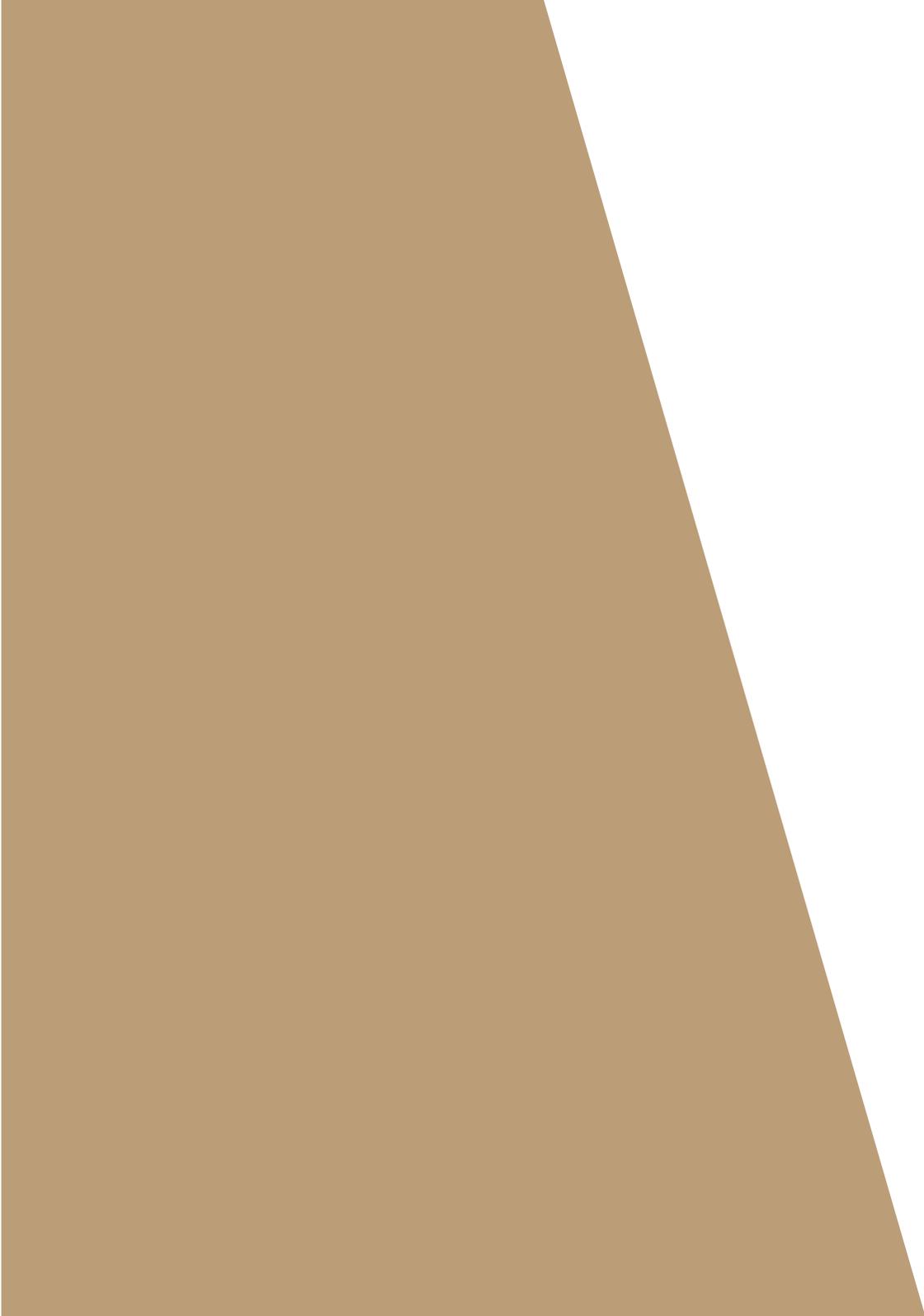
El objetivo principal del proyecto era contribuir con la importancia del reciclar y la sustentabilidad, aportando desde el diseño con la generación de nuevos materiales. Respecto a esto se puede concluir, como ya se mencionó anteriormente, que ésta investigación de materiales aporta “un granito de arroz” a las situaciones de reciclar y la sustentabilidad. Teniendo en cuenta esto se puede decir que por su parte fomenta la generación de nuevos materiales en sí y despierta el interés a continuar investigando, tanto realizando nuevas

pruebas, como nuevos materiales que parten de las muestras realizadas, tanto desde el aporte del diseño como el de otras materias. La generación de materiales es infinita y siempre se puede continuar investigando involucrando nuevas materias primas, nuevos aglomerantes y diferentes puntos de vista y abordaje.

El objetivo específico que se planteó inicialmente, a partir del objetivo principal o general, fue evaluar la relación que tienen el papel con la cascarilla de arroz al aglomerarse con otros materiales biodegradables. Y a partir de esto evaluar las características de los materiales generados para poder diagnosticar constantes e información relevante para una futura investigación. Se puede concluir que dicho objetivo responde mucho a las pregunta de investigación y sus hipótesis.

De manera que se puede decir que se pudo evaluar como se relacionan el papel y la cascarilla de arroz respecto a diferentes aglomerantes utilizados. Las características arrojadas de dichos materiales fueron contempladas teniendo en cuenta la limitante de no contar con el acceso a un laboratorio para la generación de pruebas más específicas que responden a cuestiones de constantes por ejemplo en el secado, o diferentes mecanizados que se pueden probar para atribuirle más características a las muestras generadas.





FUENTES

- Fuentes

Fuentes

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

Introducción

ONU. (2015). Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. 2020, de ONU Sitio web: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&referer=http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/&Lang=S

ONU. (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019. 2020, de ONU Sitio web: http://www.cva.itesm.mx/biblioteca/pagina_con_formato_version_oct/apaweb.html

Solomita Mariángel. (2017). ¿Cómo salvar a la basura?. 2019, de El País Sitio web: www.elpais.com.uy/que-pasa/salvar-basura.html

Aspapel. (2008). El papel / cómo se hace. 2019, de Aspapel Sitio web: <http://www.aspapel.es/el-papel/como-se-hace>

El Observador. (2018). Buscando un nuevo destino para toneladas de papel. 2020, de El Observador Sitio web: <https://www.elobservador.com.uy/nota/buscando-un-nuevo-destino-para-toneladas-de-papel-201845400>

Programa Nacional Producción de Arroz. (2016). El cultivo en Uruguay. Uruguay exportador de arroz. Suplemento Tecnológico INIA. p.12.

Objetivos

Gedo. (2019). ¿Qué diferencia existe entre un material y un producto?. 2020, de Brainly Sitio web: <https://brainly.lat/tarea/11938924#:~:text=Explicaci%C3%B3n%3A,humano%20para%20venderlos%20al%20cliente.>

CAPÍTULO 2 - INVESTIGACIÓN

El Papel

Aspapel. (2008). El papel / cómo se hace. 2019, de Aspapel Sitio web: <http://www.aspapel.es/el-papel/como-se-hace>

Lic. Amy Stephenson. (1994). Actividades de Reciclaje. (Tomo 1). Uruguay, Montevideo: Central Uruguaya de Reciclaje.

Wikipedia. (2020). Papel. 2020, de Wikipedia Sitio web: https://es.wikipedia.org/wiki/Papel#cite_note-FOOTNOTEHunter197848-4

Wikipedia. (2020). Celulosa. 2020, de Wikipedia Sitio web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Celulosa>

Revista Arqhys . (2012). Propiedades del papel. 2020, de Revista Arqhys Sitio web: <https://www.arqhys.com/arquitectura/papel-propiedades.html>

Fedrigoni Club. (2018). Sabe qual é a diferença entre a pasta química e a pasta mecânica?. 2020, de Fedrigoni Club Sitio web: <https://www.fedrigoniclub.com/catalogo/sabes-cual-es-la-diferencia-entre-la-pasta-quimica-y-la-pasta-mecanica/>

Salomón Martina, Osimani Joaquí, Fernández Kati, Mackinnon Leandro, Quintero Paula. (2016). Papel artesanal. Uruguay: Escuela Universitaria Centro de Diseño.

Cultivo de arroz en Uruguay

María del Carmen Forteza, Mónica Ghiglia, Ana Laura López. 2011. ECONOMIA | Agricultura. En Enciclopedia Geográfica del Uruguay (Geografía Económica) Uruguay, Montevideo: Montevideo COMM.

Marchesi Claudia. (2016). El arroz, pilar de la alimentación mundial. 2020, de INIA Sitio web: <http://www.inia.uy/Documentos/Públicos/INIA%20Tacuarembó/2016/Puertas%20abiertas%2024%20de%20mayo/Marchesi%20-%20arroz%202016.pdf>

Programa Nacional Producción de Arroz. (2016). El cultivo en Uruguay. Uruguay exportador de arroz. Suplemento Tecnológico INIA. p.12.

Asociación Cultivadores de Arroz. (2013). Sector Arrocerero. Uruguay: Uruguay XXI.

Ing. Agr. Cassou Susana. (2012). Descripción de variedades de arroz. 2020, de INASE Sitio web: <https://www.inase.uy/files/docs-2b9a2e9aed46cfef.pdf>

Terra José, Martínez Sebastián, Saravia Horacio. (2019). Arroz 2019. 2020, de INIA Sitio web: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13157/1/st-250-2019.pdf>

Arroz Casanare. (2020). El proceso Industrial del arroz. 2020, de Arroz Casanare Sitio web: <https://arrozcasanare.com/sitio/nuestra-empresa/proceso-industrial-del-arroz.html>

Chiarizia Lucia, Alonso María Ines. (2009). Auditoria de empresas productoras de energía renovable a partir de la cáscara de arroz. Uruguay: Facultad de Ciencias Económicas y de Administración UdelaR.

Coopar. (2020). Producción. 2020, de Coopar Sitio web: <https://www.coopar.com.uy/>

Saman. (2020). Saman. 2020, de Saman Sitio web: <https://www.saman.uy/>

La cascarilla de arroz

CONtexto Ganadero. (2016). Conozca otros usos que se le pueden dar a la cáscara de arroz. 2019, de CONtexto Ganadero Sitio web: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-otros-usos-que-se-le-pueden-dar-la-cascara-de-arroz>

Universidad Tecnológica de Pereira. (2007). Análisis Comparativo de las características Físicoquímicas de la Cascarilla de Arroz . Scientia et Technica Año XIII, No 37, 255-260. 2020, De ISSN 0122-1701 255 Base de datos.

Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas. (2013). Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. Revista Científica, 23 No1, 87-102.

Castro Yineth, Otávalo Angela, Campos Ana María, Cortés William, Proaños Jeimmy, Velasco Gloria . (2011). Aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz. Colombia: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Chiarizia Lucia, Alonso María Ines. (2009). Auditoria de empresas productoras de energía renovable a partir de la cáscara de arroz. Uruguay: Facultad de Ciencias Económicas y de Administración UdelaR.

Coopar. (2020). Empresas Vinculadas. 2020, de Coopar Sitio web: <https://www.coopar.com.uy/>

ProBio. (2020). Plantas en operación. 2021, de ProBio Sitio web: <http://www.probio.dne.gub.uy/cms/index.php/generacion/plantas-de-operacion>

Dra. Rodríguez de Sensale Gemma. (2013). Valorización del residuo obtenido de la quema de cáscara de arroz. INIA, FPTA N° 45, 1-68. 2020, De Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca Base de datos.

Mauricio Erramuspe. (2017). Electricidad a partir de la cáscara de arroz. El Espectador, <http://historico.espectador.com/sociedad/88521/electricidad-a-partir-de-la-cascara-de-arroz>.

Materiales biodegradables

Ejemplos. (2019). 20 ejemplos de biodegradables. 2020, de Ejemplos Sitio web: <https://www.ejemplos.co/20-ejemplos-de-biodegradables/>

Fernández Cirelli, Alicia. (2012). El agua: un recurso esencial. QuímicaViva, 11 N°3, 147-170.

Villada Héctor, Acosta Harold y Velasco Reinado. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. Revista Temas Agrarios, 12 N°2, 5-13.

Rodríguez Alberto, Arteaga Yasiel . (2008). Resina de pino: renovable y de gran versatilidad. 2021, de Universidad de Pinar del Río - “Facultad de Forestal y Agronomía” - Carrera de Ingeniería Forestal – Pinar del Río Sitio web: <https://www.monografias.com/trabajos57/resina-de-pino/resina-de-pino.shtml>

El reciclaje en Uruguay

Tapia Carlos. (2019). En un día se tira tanta basura como la que se recicla en un año. 2019, de El País Sitio web: <https://www.elpais.com.uy/que-pasa/dia-tira-tanta-basura-recicla-ano.html>

Ecogestos. (2017). No se pueden reciclar: ¿cuáles son estos materiales?. 2020, de Ecogestos Sitio web: <https://www.ecogestos.com/se-pueden-reciclar-cuales-son-estos-materiales/>

Caredio Valentina. (2019). Uruguay recicla solo el 5% de sus residuos y entierra toneladas de gran valor. 2020, de Sudestada Sitio web: https://www.sudestada.com.uy/articleId__efbc9cd9-a075-451d-ba8c-a38a77d9720f/10893/Detalle-de-Noticia

Análisis Diacrónico Papel y el Reciclaje

Arenas Manu. (2016). Reciclaje, todo comenzó el día que los griegos descubrieron los vertederos. 2020, de Ferrovia Blog Sitio web: <https://blog.ferrovia.com/es/2016/11/reciclaje-comenzo-cuando-los-griegos-descubrieron-los-vertederos/>

Wikipedia. (2020). Papel. 2020, de Wikipedia Sitio web: https://es.wikipedia.org/wiki/Papel#cite_note-FOOTNOTEHunter197848-4

Google Sites. (2020). Historia del Reciclaje. 2020, de Google Sites Sitio web: <https://sites.google.com/site/papelromeromercado/home/reciclaje-de-papel/historia-del-reciclaje>

Teledoce. (2018). 10 años de la primera planta de UPM en Uruguay, el quinto exportador de celulosa a nivel mundial. 2020, de Servicio de prensa forestal Sitio web: <https://www.iciforestal.com.uy/uruguay/17149-10-anos-de-la-primera-planta-de-upm-en-uruguay-el-quinto-exportador-de-celulosa-a-nivel-mundial>

Pérez Leticia. (2019). El papel que nos toca. 2020, de Montevideo Portal Sitio web: <https://www.montevideo.com.uy/Noticias/A-5-anos-del-plan-de-reciclaje-en-Montevideo-los-porques-de-un-sistema-que-no-funciona-uc717578>

Análisis Diacrónico Arroz y su Cáscara

Gallard Róxell (2015). El Origen de La Cascarilla de Arroz. Perú: Scribd.

CurioSfera. (2017). Historia del arroz. 2020, de CurioSfera Sitio web: <https://curiosfera-historia.com/historia-del-arroz/>

Asociación Cultivadores de Arroz. (2017). Historia del Arroz en Uruguay. 2020, de Asociación Cultivadores de Arroz Sitio web: <http://aca.com.uy/historia>

Marchesi Claudia. (2016). El arroz, pilar de la alimentación mundial. 2020, de INIA Sitio web: <http://www.inia.uy/Documentos/Públicos/INIA%20Tacuarembó/2016/Puertas%20abiertas%2024%20de%20mayo/Marchesi%20-%20arroz%202016.pdf>

El Observador. (2011). Uruguay alcanzó la mayor cosecha de arroz de su historia. 2020, de América Economía Sitio web: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/uruguay-alcanzo-la-mayor-cosecha-de-arroz-de-su-historia>

El País. (2017). Ingenio uruguayo: hacen rutas con azúcar y cáscaras de arroz. 2020, de El País Sitio web: <https://www.elpais.com.uy/informacion/ingenio-uruguayo-rutas-azucar-cascaras-arroz.html>

Soo Junga Dae, Ryoua Myung-Hyun, Joo Sungc Yong, Bin Parkb Seung, Wook Choia Jang. (2013). Recycling rice husks for high-capacity lithium battery anodes. National Academy of Sciences, 1-6. 2020, De PNAS Base de datos.

Dra. Rodríguez de Sensale Gemma. (2013). Valorización del residuo obtenido de la quema de cáscara de arroz. INIA, FPTA N° 45, 1-68. 2020, De Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca Base de datos.

CAPÍTULO 3 - PROBLEMAS

Problema

Tapia Carlos. (2019). En un día se tira tanta basura como la que se recicla en un año. 2019, de El País Sitio web: <https://www.elpais.com.uy/que-pasa/dia-tira-tanta-basura-recicla-ano.html>

Ricardo Carrere. (2005). Fábricas de celulosa: Del monocultivo a la contaminación industrial. Uruguay, Montevideo: Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales

Justificación

Solomita Mariángel. (2017). ¿Cómo salvar a la basura?. 2019, de El País Sitio web: www.elpais.com.uy/que-pasa/salvar-basura.html

Simth William, Hashemi Javad. (2006). Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales 4th Edition. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A de C. V.

cana Editores, S.A de C. V.

Antecedentes

CONtexto Ganadero. (2016). Conozca otros usos que se le pueden dar a la cáscara de arroz. 2019, de CONtexto Ganadero Sitio web: <https://www.contextoganadero.com/agricultura/conozca-otros-usos-que-se-le-pueden-dar-la-cascara-de-arroz>

Soo Junga Dae, Ryoua Myung-Hyun, Joo Sungc Yong, Bin Parkb Seung, Wook Choia Jang. (2013). Recycling rice husks for high-capacity lithium battery anodes. National Academy of Sciences, 1-6. 2020, De PNAS Base de datos.

Dra. Rodríguez de Sensale Gemma. (2013). Valorización del residuo obtenido de la quema de cáscara de arroz. INIA, FPTA N° 45, 1-68. 2020, De Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca Base de datos.





UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de Arquitectura,
Diseño y Urbanismo
UDELAR



Escuela Universitaria
Centro de Diseño

TRABAJO DE GRADO

María Victoria Noya

Tutora: Tnlgo. Mecánico Sarita Etcheverry

Lic. Diseño Industrial
Montevideo, Uruguay

2021

Investigación de materiales

ANEXOS

Viabilidad de generar
un material en base a
papel reciclado y
cascarilla de arroz



ÍNDICE

Imágenes del proceso	4-11
Fichas de materiales	12-35
Pruebas en muestras	36-38
Imágenes de las muestras	39-41

Imágenes del Proceso

1. Triturar la cascarilla de arroz con la licuadora. Y pesarla.



2. Romper el papel a reciclar sin tamaño ni forma específica. Y pesar.



3. Licuar el papel y la cascarilla de arroz con 500 mL de agua. Hasta obtener una pasta uniforme. Aquí se debe agregar el almidón de maíz en caso de ser necesario, previamente pesado al igual que los otros componentes.



5. Revolver e introducir el tamiz con el marco de PVC.



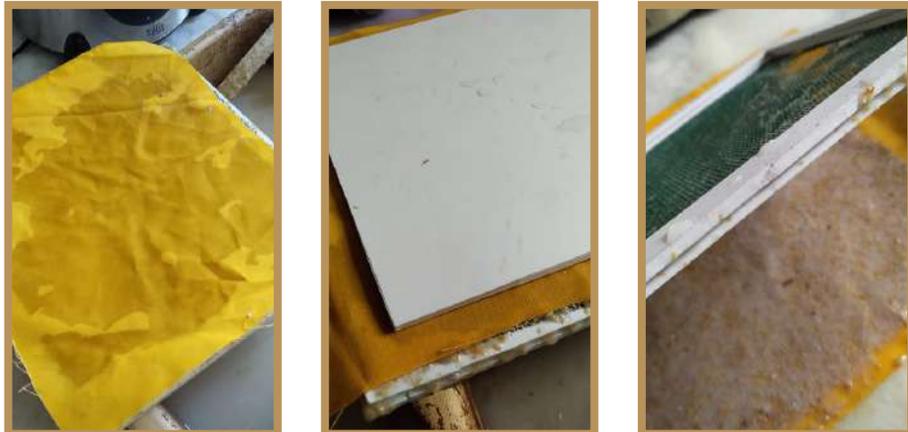
4. Verter en recipiente y agregar 500 mL más de agua.



6. Retirar y esperar unos segundos que se escurra el excedente de agua. Y retirarle el marco de PVC.



7. Colocar una tela con un cuadrado de PVC, del tamaño de la muestra, por encima de la pulpa. Y trasferir.



8. Colocar otra tela y cuadrado de PVC del lado que queda sin cubrir.



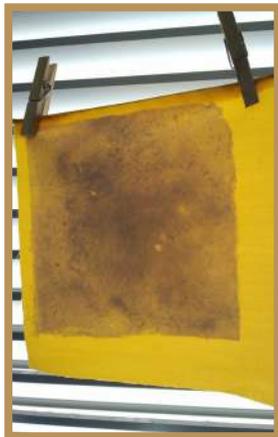
9. Apretar con peso para quitar el excedente de agua.



10. Retirar una de las capas del cuadrado de PVC y tela.



11. Colgar y dejar secar. También se puede dejar reposar sobre una superficie plana.



12. Retirar de la tela.



A continuación podemos ver imágenes de los casos donde se realiza prueba de forma con un molde.

1. Colar la pulpa sobrante y excurrir el exceso de agua.



2. Colocar la pulpa en un un bol o molde con film y exparcir cuidadosamente.



4. Retirar la tela y dejar secar.



3. Colocar una tela de algodón en lo posible por encima y generar presión para eliminar cualquiera excedente de agua.



5. Desmoldar.



Para las muestras que contienen gelatina, ésta se debe agregar en el paso número 4 del proceso base explicado primeramente.

1. Se pesa la gelatina deshidratada.
2. Se disuelve la gelatina en agua caliente.
3. Se vierte junto con la pulpa de papel y cascarilla de arroz.

En el caso de la muestra realizada solamente con cascarilla de arroz y gelatina:

1. Se remoja la cascarilla de arroz
2. Se pesa la gelatina y se disuelve en 250 ml de agua hirviendo
3. Se vierte la gelatina disuelta en la cascarilla de arroz.
4. Se coloca con cuidado en moldes cubiertos con film.



Para las muestras que contienen agar agar, éste se debe agregar en el paso número 4 del proceso base explicado primeramente.

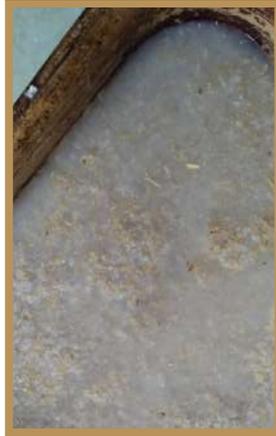
1. Pesa el agar agar en polvo.



2. Disolver en agua hirviendo.



3. Verter junto con la pulpa de papel y cascarilla de arroz.



2. Colocar la resina en una lata o recipiente de metal y calentarlo a baño maría por 40 minutos hasta que las piedras se disuelvan.



En el caso de las muestras realizadas con resina de pino:

1. Pesar la resina de pino.



3. Verter la cascarilla de arroz picada y tamizada en la resina. Y revolver con elemento de madera, no se recomienda con objeto de metal como se ve en la foto.



4. Quitar del recipiente con elemento de madera y dar forma, en este caso se realizó con las manos, pero se puede generar una forma específica generando presión ya que resulta maleable.



Fichas de Materiales

Ficha de Material			Nº de muestra	1
	Nombre	Cantidades	Fotos	5 muestras
Materias primas	Papel	20 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	0,7 litros		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Cortar el papel en trozos pequeños y licuar con 500ml de agua. 2- Rellenar un recipiente con 500 ml de agua. 3- Verter el papel en el recipiente. 4- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la pulpa de papel. 5- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 6- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 0,5 mm - Densidad aprox.: 0,15 g/cm³ - Tiempo de secado: 8 hs al sol exterior. - Textura suave. - No se quiebra al doblarlo. - De aspecto igual al papel reciclado y similar al papel de cocina. - Adsorción: 2s y Absorción: 180s. - Al cortarlo con tijera se comporta igual que el papel tradicional. - Papel poroso. - Color blanco. 			
	Observaciones	<p>De la cantidad de materia prima utilizada se pueden generar aproximadamente 5 muestras, pero al acercarnos a las últimas muestras el espesor del papel disminuye, pudiéndose observar un papel con mayor transparencia que las primeras muestras.</p> <p>La técnica del papel reciclado no permite la utilización total del material como técnica en sí. Se debe colar el material sobrante para utilizarlo en muestras que no sean planares o finas como las realizadas por primera vez.</p>		

Ficha de Material				Nº de muestra	2		
	Nombre	Cantidades	Fotos	3 muestras			
Materias primas	Papel	15 gramos					
	Cascarilla de arroz	5 gramos					
Solventes y Aglutinantes	Agua	0,7 litros					
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Cortar el papel en trozos pequeños y licuar con 500 ml de agua. 2- Rellenar un recipiente con 500 ml agua. 3- Verter la pulpa de papel en el recipiente. 4- Verter la cascarilla de arroz en el recipiente. 5- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la mezcla. 6- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 7- Dejar secar. 						
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 0,7 mm - Densidad aprox.: 0,16 g/cm³ - Tiempo de secado: 8 hs al sol exterior. - Textura rugosa. - Se quiebra levemente al doblarlo donde hay la cascarilla. - Adsorción 2s y Absorción: 70s. - Al cortarlo con tijera se percibe por partes la cascarilla. - Material poroso. - Color blanco con las betas de la cascarilla de arroz. - Se pueden observar las cascarillas a simple vista. 						
	Observaciones	<p>En siguientes muestras optaré por moler la cascarilla de arroz, ya que ésta en su composición original tiende a desprenderse del papel generando un deterioro y debilidad al material.</p> <p>La cantidad de agua utilizada debe ser mayor para que la pulpa pueda desplazarse con más facilidad en ella al usar la técnica de papel reciclado.</p> <p>Intentar remojar la cascarilla de arroz.</p>					

Ficha de Material			Nº de muestra	3
	Nombre	Cantidades	Fotos	5 muestras
Materias primas	Papel	20 gramos		
	Cascarilla de arroz	7 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Cortar el papel en trozos pequeños y licuar con 500ml de agua. 2- Remojar la cascarilla de arroz y triturarla en la liquidadora. 3- Rellenar un recipiente con 500 ml de agua. 4- Verter el papel en el recipiente. 5- Verter la cascarilla de arroz en el recipiente. 6- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la mezcla. 7- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 8- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 0,8 mm - Densidad aprox.: 0,11 g/cm³ - Tiempo de secado: 8hs al sol exterior. - Textura rugosa. - Se quebraja menos donde hay cascarilla al ser doblado que la muestra anterior. - Material poroso. - Material similar a carton de hueveras. - Adsorción: 0,5s y Absorción: 80s. - Al cortarlo con tijera se puede percibir la textura de la cascarilla de arroz. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. - Acabado más homogéneo que la muestra nº2. 			
	Observaciones	<p>Remojar la cascarilla de arroz es un error ya que dificulta su trituración, se adhiere a las paredes de la liquidadora haciendo muy dificultosa la operación.</p> <p>Continuar moliendo la cascarilla de arroz en seco ya que brinda mayor uniformidad en la unión del papel con ella.</p>		

Ficha de Material			Nº de muestra	4
	Nombre	Cantidades	Fotos	5 muestras
Materias primas	Papel	12 gramos		
	Cascarilla de arroz	12 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Cortar el papel en trozos pequeños y licuar con 500 ml de agua. 2- Triturar la cascarilla de arroz seca en la liquidadora. 3- Rellenar un recipiente con 500 ml de agua. 4- Verter el papel en el recipiente. 5- Verter la cascarilla de arroz en el recipiente. 6- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la mezcla. 7- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 8- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 0,7 mm - Densidad aprox.: 0,25 g/cm³ - Tiempo de secado: 8hs al sol exterior. - Textura rugosa. - Similar a un cartón roto, que tiende a quedar con "pelos". - Se quiebra levemente al ser doblado. - Material poroso. - Material rasposo. - Adsorción: 2s y Absorción: 130s. - Al cortar se aprecia levemente la cascarilla. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. - Mayo presencia de la cascarilla que las muestras anteriores. 		Observaciones	<p>Se debe m oler l a cascarilla por u n mínimo d e 5 minutos removiendola entre medio para lograr un triturado homogéneo. A medida que se avanza en la obtención de muestras dentro de la misma preparación, s e debe añadir agua p ara mantener l a movilidad d e las materias primas, con l a técnica del papel reciclado. El material absorve para unir. Mantener la mezcla en movimiento ya que l a cascarilla debido a s u mayor densidad respecto al papel y el agua se ascienta en el fondo del recipiente.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	5
	Nombre	Cantidades	Fotos	5 muestras
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	20 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar papel en trozos y colocar en la licuadora con la cascarilla. 3- Verter 500 ml de agua y licuar. 4- Verter la mezcla en un recipiente. 5- Agregar 500 ml de agua. 6- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la mezcla. 7- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 8- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 0.7 mm - Densidad aprox.: 0,17 g/cm³ - Tiempo de secado: 12hs a la sombra exterior. - Textura rugosa. - Material similar a la textura de una lija de bajo gramaje. - Se quebraja en los lugares con pezados más enteros de cascarilla. - Material poroso. - Material rasposo. - Adsorción: 1s y Absorción: 44s. - Al cortar con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz. - Color grisaseo con betas de la cascarilla. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. - Mayo presencia de la cascarilla que las muestras anteriores. 		Observaciones	Continuaré con el proceso alcanzado en ésta muestra, variando las cantidades de las materias primas para observar los diferentes resultados.

Ficha de Material			Nº de muestra	6
	Nombre	Cantidades	Fotos	4 muestras
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	30 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar todo con 500 ml de agua. 4- Verter la mezcla en un recipiente. 5- Agregar 500 ml de agua. 6- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la mezcla. 7- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 8- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 0,9 mm - Densidad aprox.: 0,2 g/cm³ - Tiempo de secado: 12hs a la sombra exterior . - Material poroso. - Textura rugosa. - Material similar a la muestra anterior. - Se quebraja levemente, cuanto más molida la cascarilla misma menos se quebra. - Adsorción: 1s y Absorción: 110s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz. - Material rasposo. - Color beige con gris. Poca presencia del color del papel. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. - Mayor presencia de la cascarilla que las muestras anteriores. 			
	Observaciones	<p>A medida que agregamos mayor cantidad de cascarilla respecto a la cantidad del papel, se puede observar un aumento en el espesor de la muestra y mayor debilidad que las muestras con más concentración de pulpa de papel. Se tiende a quebrar con mayor facilidad que la muestra puramente de papel.</p>		

Ficha de Material				Nº de muestra	7		
	Nombre	Cantidades	Fotos	2 muestras			
Materias primas	Papel	10 gramos					
	Cascarilla de arroz	30 gramos					
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro					
	Almidon de maíz	4 gramos					
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar todo con 500ml de agua. 4- Verter el papel, la cascarilla de arroz y el almidón de maíz en un recipiente con 500 ml más de agua. 5- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la mezcla. 6- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 7- Dejar secar. 						
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 1.4 mm - Densidad aprox.: 0,15 g/cm³ - Tiempo de secado: 12hs a la sombra exterior. - Textura rugosa. - Se quiebra levemente al ser doblada. - Adsorción: 2s y Absorción: 100s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Material poroso. - Material rasposo. - Color beige con gris. Poca presencia del color del papel. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. - Mayor presencia de la cascarilla que las muestras anteriores. 						
	Observaciones	<p>El agregado del almidón de maíz le aportó mayor consistencia a la muestra que en el caso de la muestra n° 6. Dicho agregado mantiene la muestra con mayor integridad a la hora de aumentar la cantidad de cascarilla de arroz en relación a la cantidad de pulpa de papel.</p> <p>Al colocar la muestra para su secado en una superficie que no es plana tiende a romperse con facilidad.</p> <p>Continuar agregando diferentes cantidades de almidón de maíz.</p>					

Ficha de Material			Nº de muestra	8
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra
Materias primas	Cascarilla de arroz	14 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	0,42 litros		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Verter la cascarilla de arroz en un recipiente junto con agua. 3- Escurrir excedente de agua con el tamiz. 4- Colocar en diferentes superficies. 5- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 50x50 mm - Espesor: 5 mm - Tiempo de secado: 24hs a la sombra interior. - Textura arenosa. - El material de la cascarilla por si sola es similar a la paja. - Color beige. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 		Observaciones	Al secarse la cascarilla de arroz no logra unión a través del agua simplemente como era de esperar. Vuelve a su estado original.

Ficha de Material			Nº de muestra	9
	Nombre	Cantidades	Fotos	4 muestras
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	20 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro		
	Almidon de maíz	3 gramos		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar todo con 500 ml de agua. 4- Verter el papel, la cascarilla de arroz y el almidón de maíz en el recipiente con 500 ml más de agua. 5- Introducir el tamiz repetidas veces, para aprovechar al máximo la mezcla. 6- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 7- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 1 mm - Densidad aprox.: 0,19 g/cm³ - Tiempo de secado: 13hs a la sombra exterior. - Textura rugosa. - Se quiebra mucho al ser doblado. - Similar a lija de bajo gramaje, pero no raspa. - Adsorción: 10s y Absorción: 80s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Material poroso. - Material rasposo. - Color blanco grisaseo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 			
	Observaciones	<p>El agregado del almidón de maíz le aportó mayor consistencia a la muestra que en el caso de la muestra nº 5. Dicho almidón le aporta mayor unión a los materiales utilizados al momento de ser procesados.</p> <p>Cuanto más espesor más se tiende a quebra a la hora de ser doblada.</p> <p>Continuar agregando diferentes cantidades de almidón de maíz, en relación a la muestra nº 7 para observar que tanto afecta el aumento de la cantidad de dicho aglutinante.</p>		

Ficha de Material			Nº de muestra	10		
	Nombre	Cantidades	Fotos	3 muestras		
Materias primas	Papel	10 gramos				
	Cascarilla de arroz	30 gramos				
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro				
	Almidon de maíz	8 gramos				
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar el papel, la cascarilla de arroz y el almidón de maíz con 500 ml de agua. 4- Verter todo en un recipiente y agregar 500 ml más de agua. 5- Introducir el tamiz 3 veces. 6- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 7- Dejar secar. 					
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 1,9 mm - Densidad aprox.: 0,22 g/cm³ - Tiempo de secado: 15 hs a la sombra interior. - Textura rugosa. - Se quiebra fácilmente al ser doblado. - Textura similar a una lija de bajo gramaje. - Adsorción: 2s y Absorción: 50s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Material poroso. - Material rasposo. - Color blanco grisaseo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 				Observaciones	<p>En relación a la muestra nº 7 se puede observar que el almidón de maíz le otorga un color más blanco. También le otorga mayor rigidez a la muestra final ya seca. Debido a su mayor espesor se quiebra con facilidad a la hora de ser doblada.</p> <p>A partir de acá se comienza a probar como se comporta la muestra en otro tipo de superficies que no sea la tela. Se coló el material sobrante de las muestras tradicionales, dicha pulpa se colocó en un plato. Al secarse e intentar retirarlo fue un poco costoso.</p>

Ficha de Material				Nº de muestra	10		
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra			
Materias primas	Papel	10 gramos					
	Cascarilla de arroz	30 gramos					
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro					
	Almidon de maíz	8 gramos					
Proceso de obtención	<p>8- Colar el excedente de pulpa que quedó en el recipiente con tamiz. 9- Ejercer presión para quitar todo el agua posible. 10- Colocar en un plato y tratar de quitar todo excedente de agua haciendo presión con una tela de algodón 11- Dejar secar.</p>						
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 100x100x5 mm - Espesor: 3,4 mm - Densidad aprox.: 0,19 g/cm³ - Tiempo de secado: 48hs a la sombra interior. - Textura rugosa. - Al ejercer fuerza se tiende a quebrar con facilidad. - Material poroso. - Material rasposo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 					Observaciones	<p>En dicha muestra se puede observar que el tiempo de secado es mayor al resto de las muestras anteriores ya que contiene mayor cantidad de pulpa, en las muestras anteriores el tiempo ronda las 12-24hs, en éste caso tardó 48hs en secarse.</p> <p>El desmoldado fue dificultoso ya que se pegó un poco al molde.</p>

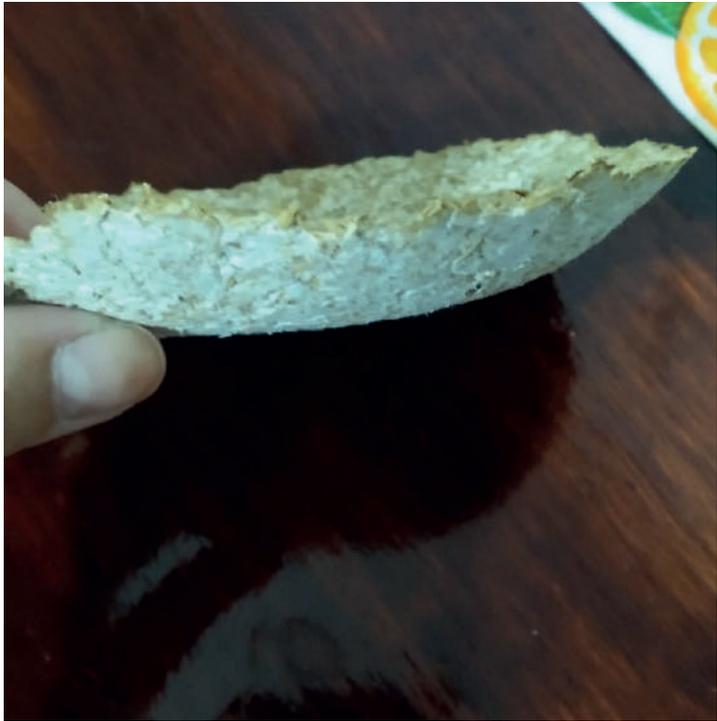
Ficha de Material			Nº de muestra	11
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	30 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro		
	Almidon de maíz	12 gramos		
Proceso de obtención	<p>1- Triturar la cascarilla de arroz en liquadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar el papel, la cascarilla de arroz y el almidón de maíz con 500 ml de agua. 4- Verter todo en un recipiente y agregar 500 ml más de agua. 5- Introducir el tamiz 1 vez. 6- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 7- Dejar secar.</p>			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 1,7 mm - Densidad aprox.: 0.17 g/cm³ - Tiempo de secado: 15hs sombra interior. - Textura rugosa. - Al ser doblado no se quebró. - Adsorción: 4s y Absorción: 57s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Material poroso. - Material rasposo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 			<p>Observaciones</p> <p>Se puede observar un mayor endurecimiento del material, por lo tanto se puede concluir que a mayor cantidad de almidón de maíz, mayor dureza adoptará el material.</p> <p>Se continuó probando o tras formas con el mismo método empleado en la muestra anterior, pero en éste caso se colocó film en un bol y luego se introdujo la pulpa restante, se colocó tela de algodón por encima ejerciendo presión para quitar excedente de agua y se dejó secar, la muestra se observa mucho mas firme y comprimida que la anterior.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	11
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	30 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua	1 litro		
	Almidon de maíz	12 gramos		
Proceso de obtención	<p>8- Colar el excedente de pulpa que quedó en el recipiente con tamiz. 9- Ejercer presión para quitar todo el agua posible. 10- Colocar en un bol con film y tratar de quitar todo excedente de agua haciendo presión con una tela de algodón. 11- Dejar secar.</p>			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 110x110x30 mm - Espesor: 4,2 mm - Densidad aprox.: 0,39 g/cm³ - Tiempo de secado: 48hs a la sombra interior - Material poroso. - Material rasposo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 		Observaciones	<p>Se puede observar un mayor endurecimiento del material, por lo tanto se puede concluir que a mayor cantidad de almidón de maíz, mayor dureza adoptará el material.</p> <p>Se continuó probando o transformando con el mismo método empleado en la muestra anterior, pero en éste caso se colocó film en un bol y luego se introdujo la pulpa restante, se colocó tela de algodón por encima ejerciendo presión para quitar excedente de agua y se dejó secar, la muestra se observa mucho mas firme y comprimida que la anterior.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	12
	Nombre	Cantidades	Fotos	3 muestras
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	30 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua Caliente	800 ml		
	Gelatina Polvo	2 gramos		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar el papel, la cascarilla de arroz en 400 ml de agua caliente. 4- Verter la mezcla en un recipiente con 275 ml de agua caliente. 5- Disolver la gelatina en 125ml de agua caliente y verter en mezcla. 6- Introducir el tamiz 3 veces. 7- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 8- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 1,5 mm - Densidad aprox.: 0,17 g/cm³ - Tiempo de secado: 12hs al sol interior. - Textura rugosa. - Se tiende a quebrar levemente a la hora de ser doblado. - Material poroso. - Material rasposo. - Adsorción: 8s y Absorción: 100s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista y algunos trozos de gelatina. 			
			Observaciones	<p>Se puede observar que la gelatina le otorga mayor rigidez a la muestra y una mayor resistencia al desgarre. Se pueden apreciar ciertas partes con la gelatina sin disolver.</p> <p>A su vez al tacto se le aprecia con mayor dureza en relación a las muestras anteriores.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	12
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra
Materias primas	Papel	30 gramos		
	Cascarilla de arroz	10 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua Caliente	800 ml		
	Gelatina Polvo	2 gramos		
Proceso de obtención	<p>8- Colar el excedente de pulpa que quedó en el recipiente con tamiz. 9- Ejercer presión para quitar todo el agua posible. 10- Colocar en un bol con film y tratar de quitar todo excedente de agua haciendo presión con una tela de algodón. 11- Dejar secar.</p>			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 110x110 mm - Espesor: 3,1 mm - Densidad aprox.: 0,6 g/cm³ - Tiempo de secado: 48hs a la sombra interior - Material poroso. - Textura rugosa. - Material similar a un aglomerado. - Material rasposo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista y algunos trozos de gelatina. 		Observaciones	<p>La gelatina sin sabor le aumenta el tiempo de secado ya que la aporta mayor humedad a la mezcla. El material se ve similar al de la muestra 11.1.</p> <p>Presenta mayor dureza que la muestra 12 por el hecho de presentarse mayor cantidad de material acumulado, aumentando el espesor y por lo tanto la resistencia.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	13
	Nombre	Cantidades	Fotos	3 muestras
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	30 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua Caliente	800 ml		
	Gelatina Polvo	4 gramos		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar el papel, la cascarilla de arroz en 400 ml de agua caliente. 4- Verter la mezcla en un recipiente con 200 ml de agua caliente. 5- Disolver la gelatina en 200 ml de agua caliente y verter en mezcla. 6- Introducir el tamiz 3 veces. 7- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 8- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 1,4 mm - Densidad aprox.: 0,22 g/cm³ - Tiempo de secado: 12hs al sol interior. - Textura rugosa. - No se quiebra al ser doblado. - Material poroso. - Adsorción: 25s y Absorción: 70s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Material rasposo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista y algunos trozos de gelatina. 			
Observaciones	<p>Se continua apreciando gelatina sin disolverse por lo que para la última muestras de la experimentación se recomienda utilizar agua hirviendo y no caliente.</p> <p>Cuanta mayor cantidad de gelatina se le agrega, mayor es la rigidez del material y también se puede apreciar una leve textura gomosa al apretar la muestra.</p>			

Ficha de Material			Nº de muestra	13
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra
Materias primas	Papel	10 gramos		
	Cascarilla de arroz	30 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua Caliente	800 ml		
	Gelatina Polvo	4 gramos		
Proceso de obtención	<p>8- Colar el excedente de pulpa que quedó en el recipiente con tamiz. 9- Ejercer presión para quitar todo el agua posible. 10- Colocar en un molde con film y tratar de quitar todo excedente de agua haciendo presión con una tela de algodón. 11- Dejar secar.</p>			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 130x130 mm - Espesor: 3 mm - Densidad: aprox.: 0,3 g/cm³ - Tiempo de secado: 30 hs al sol interior. - Textura rugosa - Aspecto similar al aglomerado de madera. - Se resiste a la fuerza para ser quebrado. - Material poroso. - Material rasposo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista y algunos trozos de gelatina 			
			Observaciones	<p>Se puede apreciar que la muestra fue realizada de manera más dispareja a las muestras anteriores de prueba de forma, por lo que en la base de la misma se aprecian ciertos vacíos o espacios sin material. Sin embargo la gelatina le aporta mayor resistencia al material y la falta de material en ciertas partes no parece afectar la resistencia del material al desgarrar o tracción. Siendo la muestra más fina en espesor que el resto de las muestras de forma, continúa siendo firme.</p>

Ficha de Material				Nº de muestra	14		
	Nombre	Cantidades	Fotos	2 muestras			
Materias primas	Papel	10 gramos					
	Cascarilla de arroz	30 gramos					
Solventes y Aglutinantes	Agua Hirviendo	800 ml					
	Gelatina Polvo	12 gramos					
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Cortar el papel en trozos pequeños. 3- Licuar el papel, la cascarilla de arroz en 400 ml de agua caliente. 4- Verter la mezcla en un recipiente con 150 ml de agua caliente. 5- Disolver la gelatina en 250 ml de agua caliente y verter en mezcla. 6- Introducir el tamiz 2 veces. 7- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 8- Dejar secar. 						
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160x160 mm - Espesor: 1,7 mm - Densidad aprox.: 0,22 g/cm³ - Tiempo de secado: 12hs al sol interior. - Textura rugosa. - No se tiende a quebrar a la hora de ser doblado. - Material poroso. - Material rasposo. - Adsorción: 30s y Absorción: 90s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista y algunos trozos de gelatina. 					Observaciones	<p>Se puede apreciar que el aumento de la cantidad en la gelatina le aporta mayor flexibilidad, por lo que la posibilidad de desgarro disminuye. Se observa mayor firmeza.</p> <p>En ésta presentación planar no presenta dificultad a la hora del secado, se comporta igual al resto de las muestras planares.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	14		
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra		
Materias primas	Papel	10 gramos				
	Cascarilla de arroz	30 gramos				
Solventes y Aglutinantes	Agua Hirviendo	800 ml				
	Gelatina Polvo	12 gramos				
Proceso de obtención	<p>8- Colar el excedente de pulpa que quedó en el recipiente con tamiz. 9- Ejercer presión para quitar todo el agua posible. 10- Colocar en un molde con film y tratar de quitar todo excedente de agua haciendo presión con una tela de algodón. 11- Dejar secar, desmoldar y dejar secar de nuevo.</p>					
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 55x55 mm - Espesor: 18 mm - Densidad aprox.: 0,23 g/cm³ - Tiempo de secado: 48hs a la sombra interior y 24hs al sol interior. - Material rugoso. - Similar al cartón y al aglomerado de madera. - Al ejercer fuerza se resiste al quebrado. - Material poroso. - Material rasposo. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista y algunos trozos de gelatina. 					
	Observaciones	<p>Dicha muestra presentó grandes dificultades a la hora de secado, demorando un aproximado de 72hs en relación a l resto de las muestras que tardan en secar entre 24hs o 48hs dependiendo del espesor de la misma. Éste factor le aportó mayor humedad a la muestra, adoptando un aroma particular.</p> <p>Por lo que puedo determinar que a cuanto mayor espesor, más se dificulta el secado, deteriorando el material ya que tiende a tomar cierto olor a descomposición.</p>				

Ficha de Material			Nº de muestra	15
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra
Materias primas	Cascarilla de arroz	30 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua Hirviendo	250 ml		
	Gelatina Polvo	12 gramos		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en liquidadora por 5 minutos. 2- Remojar la cascarilla de arroz en 250 ml de agua y escurrir. 3- Disolver la gelatina en 250 ml de agua caliente. 4- Mezclar la gelatina con las cascarilla 5- Colocar en un bol con film y quitar todo excedente de agua. 6- Dejar secar en helader y luego fuera de la misma. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 55x55 mm - Espesor: 15 mm - Tiempo de secado: 8hs en heladera y 8hs fuera de la heladera. - Material poroso. - La cascarilla es similar a la paja. - Color de la cascarilla de arroz. - Se desgrana al ejercer fuerza. 			
	Observaciones	<p>A la hora de ser colocado en la heladera se solidifica correctamente pero adoptando la textura y comportamiento de la gelatina mismo. Cuando se retira de la heladera comienza a derretirse propiamente y se vuelve a desgranar toda la cascarilla de arroz. Por lo que la gelatina sin sabor no le aporta una característica diferente al material.</p>		

Ficha de Material			Nº de muestra	16	
	Nombre	Cantidades	Fotos	4 muestras	
Materias primas	Cascarilla de arroz	30 gramos			
	Papel	10 gramos			
Solventes y Aglutinantes	Agua Hirviendo	600 ml			
	Agar Agar Polvo	10 gramos			
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en trituradora por varios minutos. 2- Tamizarla y los restos volver a triturarlos, hasta que toda la cantidad pase por el tamiz. Repetir este paso todas las veces necesarias. 3- Cortar el papel en trozos pequeños. 4- Licuar el papel, la cascarilla de arroz en 400 ml de agua caliente. 5- Verter la mezcla en un recipiente con 150 ml de agua caliente. 6- Disolver el agar agar en 50 ml de agua hirviendo y verter en mezcla. 7- Introducir el tamiz 4 veces. 8- Del tamiz pasar a una tela a través de una tablita. 9- Colar excedente de pulpa y quitarle el excedente de agua haciendo presión. 10- Colocar sobre tela de algodón, presionar con otra tela para quitar excedente de agua 11- Dejar secar todo. 				
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 160 x160 mm - Espesor: 1 mm - Densidad aprox.: 0,19 g/cm³ - Tiempo de secado: 12hs al sol interior. - Textura rugosa. - No se tiende a quebrar a la hora de ser doblado. - Presenta cierta flexibilidad - Material poroso. - Material rasposo. - Adsorción: 2s y Absorción: 10s. - Al cortarlo con tijera se aprecia la textura de la cascarilla de arroz, similar a cortar un cartón fino. - Color predominante de cascarilla de arroz. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista y algunos trozos el agar agar. 			Observaciones	<p>La cascarilla triturada y tamizada le aporta mayor unión al material.</p> <p>El agar agar le aporta cierta flexibilidad y mayor dificultad para quebrarse al ser doblado.</p> <p>Cuanto mayor espesor presenta como lo es la última muestra generado, mayor debilidad presenta el material y menor flexibilidad.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	17
	Nombre	Cantidades	Fotos	2 muestrass
Materias primas	Cascarilla de arroz	30 gramos		
	Papel	10 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Agua Hirviendo	350 ml		
	Agar Agar Polvo	10 gramos		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en trituradora por varios minutos. 2- Tamizarla y los restos volver a triturarlos, hasta que toda la cantidad pase por el tamiz. Repetir este paso todas las veces necesarias. 3- Cortar el papel en trozos pequeños. 4- Licuar el papel, la cascarilla de arroz en 300 ml de agua caliente. 5- Verter la mezcla en un recipiente. 6- Disolver el agar agar en 50 ml de agua hirviendo y verter en mezcla. 7- Colar el excedente de agua, y colocar en tela de algodón para ajercer presión y quitar más excedente. 8- Colocar pulpa en molde con las manos, con tela de algodón por debajo. 9- Ejerce presión por arriba con otra tela de algodón para quitar agua excedente. 10- Dejar secar por arriba, desmoldar y dejar secar por abajo. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 90 mm diámetro superior, 80mm diámetro inferior, 40mm de altura. - Espesor: 5 mm - Densidad aprox.: 0.98 g/cm³ - Tiempo de secado: 24hs al sol interior y 12hs al sol exterior. - Textura rugosa. - Gran fidelidad al molde. - Material poroso. - Material rasposo. - Color predominante de cascarilla de arroz. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 			
	Observaciones	<p>La pulpa generada antes de secarse el material no debe estar completamente seca ya que se cuartea, debe tener cierto grado de humedad para que se mantenga unido. Por lo que se debe quitar excedente de agua pero no secarlo completamente.</p> <p>El material presenta fidelidad ya que las arrugas generadas con la tela de algodón que se colocó debajo, quedaron marcadas con claridad.</p>		

Ficha de Material			Nº de muestra	17		
	Nombre	Cantidades	Fotos	2 muestras		
Materias primas	Cascarilla de arroz	30 gramos				
	Papel	10 gramos				
Solventes y Aglutinantes	Agua Hirviendo	350 ml				
	Agar Agar Polvo	10 gramos				
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en trituradora por varios minutos. 2- Tamizarla y los restos volver a triturarlos, hasta que toda la cantidad pase por el tamiz. Repetir este paso todas las veces necesarias. 3- Cortar el papel en trozos pequeños. 4- Licuar el papel, la cascarilla de arroz en 300 ml de agua caliente. 5- Verter la mezcla en un recipiente. 6- Disolver el agar agar en 50 ml de agua hirviendo y verter en mezcla. 7- Colar el excedente de agua, y colocar en tela de algodón para ejercer presión y quitar más excedente de agua. 8- Colocar pulpa en molde con tela de algodón por debajo y presionar con otro objeto por arriba. 9- Dejar secar por arriba, desmoldar y dejar secar por abajo. 					
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 90 mm diámetro superior, 80mm diámetro inferior, 30mm de altura. - Espesor: 4 mm - Densidad aprox.: 0,86 g/cm³ - Tiempo de secado: 24hs al sol interior y 12hs al sol exterior. - La pulpa del material se expande al ejercer presión. - Textura rugosa. - Material poroso. - Material rasposo. - Color predominante de la cascarilla de arroz. - Se pueden observar la cascarilla triturada a simple vista. 				Observaciones	<p>El objeto que genera presión a la pulpa del material debe ser un poco menor de tamaño que el molde.</p> <p>Al generar presión el material tiende a expandirse hacia los costados por lo que se puede visualizar a futuro la utilización del material en un proceso industrializado por presión.</p>

Ficha de Material			Nº de muestra	18
	Nombre	Cantidades	Fotos	1 muestra
Materias primas	Cascarilla de arroz	15 gramos		
Solventes y Aglutinantes	Resina de Pino	30 gramos		
Proceso de obtención	<ol style="list-style-type: none"> 1- Triturar la cascarilla de arroz en trituradora por varios minutos. 2- Tamizarla y los restos volver a triturarlos, hasta que toda la cantidad pase por el tamiz. Repetir este paso todas las veces necesarias. 6- Disolver la resina de pino a baño maría por 40 minutos. 7- Agregar a la resina disuelta la cascarilla. 8- Colocar vaselina a un molde. 9- Quitar la mezcla con algun elemento de madera como una cuchara. 10- Dar forma deseada. 11- Dejar secar. 			
Características y dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño: 55x55 mm - Espesor: 14 mm - Densidad aprox.: 0.5 g/cm³ - Tiempo de secado: 2 minutos. - Textura rugosa. - Es la que presenta mayor dureza en relación a todas las anteriores. - No se dobla ni se quiebra al ejercerle fuerza. - La cascarilla que quedó en la superficie tiende a soltarse de la resina. 		Observaciones	<p>La cascarilla de arroz se une satisfactoriamente con la resina de pino sin la necesidad de ningún otro aglomerante y sin necesidad de usar agua específicamente.</p> <p>El papel no se une correctamente con la cascarilla de arroz cuando no contiene agua por lo tanto no fue agregado a la muestra.</p> <p>Es recomendable utilizar un elemento de madera para revolver la resina ya que ésta tiende a adherirse con mayor fuerza al metal.</p>

Pruebas en muestras

PRUEBA DE SORCIÓN ACUOSA

Se expusieron al agua cada una de las muestras, controlando cuanto demoraban la sorción acuosa en sus dos aspectos, tanto en la adsorción como en la absorción. En el último caso, éstas se sumergían en el fondo del recipiente de prueba.



Ademas de relevar los segundos que tomaron las dos etapas se realizó un relevamiento fotográfico para evidenciar el resultado de la muestra completamente mojada (cuando absorbió en agua), luego de ser retirada del agua.

1.



2.



3.



4.



5.



6.



12.



13.



7.



9.



14.



16.



10.



11.



PRUEBA DE PRESIÓN EN PULPA

Dicha prueba fue llevada a cabo en la muestra 16.



Imágenes de las Muestras



