

# INVESTIGACIÓN

Desarrollo de material a base de cáscara  
de arroz y sus posibles aplicaciones

**Escuela Universitaria Centro de Diseño - EUCD**  
**Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo - FADU**  
**Universidad de la República - Udelar**



Montevideo - Uruguay, 2023

**Trabajo de grado Licenciatura en Diseño Industrial:**

“Investigación sobre un material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones”.

**Autoras:**

Lucía Baptista, Manuela Martínez

**Tutora:**

Paula Cruz

**Asesora:**

María Noel Cabrera

## Agradecimientos

Queremos agradecer a la Escuela Universitaria Centro de Diseño y a los docentes por los espacios y herramientas brindados durante la carrera. A nuestra tutora Paula Cruz por el apoyo durante todo el proceso, tiempo y disposición. También a Pedro Santoro, profesor del laboratorio de metales de la EUCD por su colaboración durante el proceso de exploración del material.

Agradecer a la Doctora en Ingeniería Maria Noel Cabrera, por su tiempo, disposición y cooperación, proporcionando la oportunidad de trabajar y hacer uso del espacio y equipos del Laboratorio de procesos forestales de la Facultad de Ingeniería (Udelar). A Nicolas Airola, docente y estudiante de grado en Ingeniería Química, quien dedicó su tiempo en compartir sus conocimientos y contribuir a lograr resultados metódicos y sistemáticos.

A su vez, agradecer al equipo de planta de Arrozur, por abrirnos las puertas de la fábrica y su buena voluntad para compartir con nosotras todo el proceso del arroz. A María Eugenia Bica por brindarnos su tiempo para participar de una entrevista con el fin de conocer desde la perspectiva de la ACA el proceso del arroz.

También agradecer a nuestras familias y amigos por el apoyo, el cariño y el sostén brindado durante el proceso, en especial a Pau Viscardi por apoyarnos y motivarnos

<b>0. Introducción.....</b>	<b>6</b>	3.1 Antecedentes teóricos.....	23
0.1 Motivación.....	8	3.2 Antecedentes proyectuales.....	25
0.2 Relevancia de la investigación.....	8	<b>4. Trabajo de campo.....</b>	<b>27</b>
0.3 Situación problemática y problema de investigación.....	9	4.0 Introducción.....	27
0.4 Presentación del proyecto.....	10	4.1 Asociación de cultivadores de arroz.....	28
0.5 Objetivos.....	11	4.2 Arrozur.....	28
0.6 Hipótesis.....	11	4.3 Galofer.....	29
<b>1. Abordaje Metodológico.....</b>	<b>12</b>	4.4 Proceso productivo del arroz.....	29
1.0 Introducción.....	12	<b>5. Desarrollo del MCA.....</b>	<b>32</b>
1.1 Descripción del abordaje metodológico.....	13	5.0 Introducción.....	32
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>15</b>	5.1 Cáscara de arroz.....	33
2.0 Introducción.....	15	5.2 Materiales aglomerantes y su función.....	34
2.1 Residuos agroindustriales y su impacto en la contaminación en Uruguay.....	16	5.3 Funciones de un envase para alimentos.....	35
2.1.1 Principales industrias agrícolas del Uruguay.....	16	5.4 Clasificación de envases para alimentos.....	35
2.1.2 Industria arrocera en Uruguay.....	16	<b>6.1 Etapa 1.....</b>	<b>37</b>
2.2 Análisis del ciclo de vida de envases para alimentos.....	17	6.1.0 Introducción.....	37
2.3 Sustentabilidad y economía circular.....	18	6.1.1 Objetivos de la etapa.....	38
2.4 Biomateriales como alternativa.....	19	6.1.2 Hipótesis.....	38
2.5. Interdisciplinariedad.....	20	6.1.3 Herramientas y materiales utilizados.....	38
<b>3. Antecedentes.....</b>	<b>22</b>	6.1.4 Descripción del proceso productivo.....	40
3.0 Introducción.....	22	6.1.5 Conclusiones.....	43
		6.1.6 Proyecciones para la segunda etapa.....	43

<b>6.2 Etapa 2.....</b>	<b>44</b>	<b>10. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>71</b>
6.2.0 Introducción.....	44	<b>11. Anexo.....</b>	<b>73</b>
6.2.1 Interlocutor disciplinario.....	45	11.1 Trabajo de campo -.....	74
6.2.2 Objetivos.....	45	11.2 Flujo y proceso planta Arrozur.....	75
6.2.3 Hipótesis.....	45	11.3 Entrevista Arrozur.....	76
6.2.4 Herramientas y materiales utilizados.....	47	11.4 Entrevista Ma.Eugenia Bica - Ingeniera agrónoma y gerente de la ACA.....	77
6.2.5 Receta y proporciones.....	49	11.5 Entrevista Sergio Lattanzio - Ingeniero Químico y docente de la Facultad de Ingeniería.....	78
6.2.6 Etapas para el desarrollo del MCA.....	50	11.6 Tabla de requisitos del MCA.....	79
6.2.7 Descripción del proceso productivo.....	50	11.7 Fichas pruebas etapa 1.....	80
6.2.8 Variables a analizar.....	51	11.8 Fichas pruebas etapa 2.....	89
6.2.9 Caracterización y normativas.....	53		
6.2.10 Conclusiones segunda etapa.....	54		
6.2.11 Proyecciones.....	55		
<b>7. Exploración y aplicaciones.....</b>	<b>56</b>		
7.0 Introducción.....	56		
7.1 Aportes del diseño.....	58		
7.2 Posibles Aplicaciones.....	62		
<b>8. Resultados.....</b>	<b>63</b>		
8.0 Introducción.....	63		
8.1 Características del material.....	64		
<b>9. Conclusiones finales.....</b>	<b>67</b>		
9.0 Introducción.....	67		

# **0.Introducción**



El presente Trabajo Final de Grado se desarrolla por estudiantes de la Licenciatura en Diseño Industrial dictada por la Escuela Universitaria Centro de Diseño (EUCD) la cual pertenece a Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) de la Universidad de la República (UdelaR).

El proyecto trata sobre la exploración de un material al cual denominamos MCA (Material a base de Cáscara de Arroz).

La cáscara de arroz, un residuo preeminente en la industria arrocera, la cual ostenta una posición destacada en el ámbito agroindustrial uruguayo, es comúnmente incinerada y las cenizas son depositadas en un campo a cielo abierto.

El trabajo se encuentra enmarcado dentro de un abordaje sustentable, que atiende a la situación problema de la contaminación ambiental producida por la ceniza de cáscara de arroz que poluciona el aire, el suelo y los manantiales acuíferos y por lo tanto es perjudicial para el medio ambiente.

Se propone sustituir el "fin de vida" de la cáscara, con la reinserción al ciclo de vida en un nuevo material biodegradable, apuntando a una economía circular, y con el objetivo de la eliminación de residuos a través del diseño.

El proyecto se desarrolla con un abordaje interdisciplinario ya que toma como antecedente el trabajo de grado de Facultad de Ingeniería, (FING), UDELAR: *“Elaboración de envases para alimentos a partir de cáscara de arroz”* (Aschier, García, Laborde, y otros, 2021) y realiza un proceso conjunto de exploración para evaluar la efectividad del material. La exploración del MCA tiene como objetivo evaluar la efectividad del material para la producción del producto propuesto por los estudiantes de la FING: envases para alimentos. Durante la etapa de exploración del material, se trabajó en laboratorio junto con un estudiante de Ingeniería Química, con el objetivo de llevar a cabo un proceso más detallado. Mediante una retroalimentación mutua tanto el enfoque del diseño como el de la ingeniería se enriquecieron y aportaron al resultado final.

## **0.1 Motivación**

Como futuras diseñadoras nos interpela la problemática real acerca de los desperdicios industriales. Encontramos potencial en la cáscara de arroz, desde el punto de vista del diseño creemos que se puede llegar a soluciones sostenibles con esta materia prima.

Nos motiva que la cáscara de arroz sea un residuo agroindustrial nacional, al cual podemos acceder fácilmente para experimentar de cerca sus características y posibilidades.

## **0.2 Relevancia de la investigación**

La investigación pretende profundizar acerca de los biomateriales y aportar a la academia el desarrollo de un nuevo biomaterial que pueda ser utilizado para futuros proyectos en Uruguay, brindando información acerca de las capacidades y limitaciones del mismo.

A su vez, teniendo en consideración el trabajo interdisciplinario, contribuir desde el diseño en un mismo campo de estudio que nuestros compañeros de la FING aporta integralidad y conocimiento entre disciplinas, además de enriquecer el proceso de exploración del material que habían comenzado en 2021.

### 0.3 Situación problemática y problema de investigación

Como **situación problemática** se identifica que Uruguay es uno de los mayores productores y exportadores de arroz del mundo, cada cinco toneladas de arroz producidas, una tonelada es cáscara. La manera más usual de reducir el volumen de la cáscara es mediante la incineración y las cenizas son depositadas en un campo a cielo abierto.

A partir de esta problemática, surge el **problema de investigación**, la oportunidad de diseño de revalorizar/aprovechar este residuo para usos alternativos teniendo en cuenta su impacto en el medioambiente.

**Figura 1**

Proceso industrial actual del arroz



## 0.4 Presentación del proyecto

Se decide trabajar con la experimentación del material a base de cáscara de arroz que se presenta en el trabajo de grado “Elaboración de envases para alimentos a partir de cáscara de arroz” (Aschier, García, Laborde, y otros, 2021). Ésta investigación se enfoca en un abordaje teórico y no realiza pruebas del material, por lo cual su teoría no puede ser verificada. Es por esto que se elige experimentar con este material al cual llamaremos MCA (Material a base de Cáscara de Arroz). Este proceso es clave para cumplir con los objetivos del proyecto y poder responder al problema de investigación.

registran las propiedades atribuidas del material así como su proceso y especificidades. Luego, se avanza a una segunda etapa de exploración del material a nivel laboratorio, junto a un interlocutor disciplinario. En esta segunda etapa se realiza un registro más normativo del material para poder compararlo con materiales ya existentes aptos para la fabricación de envases de alimentos.

**Figura 2**

Proceso industrial actual del arroz y alternativa que propone la investigación.



Este proyecto contará con un primer acercamiento al material de carácter perceptivo e intuitivo, etapa en la cual se

## 0.5 Objetivos

El objetivo general de éste trabajo será:

Explorar el proceso de fabricación y las propiedades del MCA (Material de Cáscara de Arroz).

Como objetivos específicos se plantean:

- Testear el proceso productivo del MCA para conocer las herramientas que se necesitan y los tiempos de producción.
- Establecer las características físicas y visuales del MCA.
- Determinar la efectividad del MCA para que se utilice como envase para alimentos.

## 0.6 Hipótesis

A partir de los objetivos planteados, se presenta la siguiente hipótesis a comprobar:

- El MCA es un material apto para la fabricación de envases para alimentos.
- El MCA cuenta con características como rugosidad, colores naturales sin pigmentos artificiales y un acabado rústico permitiendo visualizar la materia prima, acabado brillante u opaco dependiendo del aglutinante utilizado.
- Se puede intervenir al MCA con diferentes técnicas como perforaciones, cortes o pigmentación.

# 1. Abordaje Metodológico

## 1.0 Introducción

En esta etapa se llevará a cabo la descripción, el estudio y el detalle de cómo se recopilarán, analizarán e interpretarán los datos del informe.

En resumen, el abordaje metodológico de la presente investigación se divide en 5 etapas: problema de investigación y presentación del proyecto, inmersión en la temática, desarrollo del material, exploración, aplicaciones y por último resultados y conclusiones.

## 1.1 Descripción del abordaje metodológico

Munari (1983), propone en su libro “¿cómo nacen los objetos?” una metodología de tipo deductivo, donde se parte de un problema para llegar a una solución, presentado de la siguiente forma:

1. **P** - Problema
2. **DP** - Definición de problema
3. **CP** - Componentes del problema
4. **RD** - Recopilación de datos
5. **AD** - Análisis de datos
6. **C** - Creatividad
7. **MT** - Materiales tecnología
8. **SP** - Experimentación
9. **M** - Modelos
10. **V** - Verificación
11. **S** - Solución

Este esquema muestra la serie de pasos a seguir para llegar a la solución en base a la problemática. Tomando como referencia ésta metodología, se propone dividir el trabajo en las siguientes etapas:

### ETAPA 1. Problema de investigación

En esta etapa se presenta la situación problemática y a partir de ella, cómo surge el problema de investigación. Junto con los objetivos y las hipótesis de los resultados.

### ETAPA 2. Inmersión en la temática

Se lleva a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente, analizando investigaciones previas, estudios relacionados y desarrollos clave en el campo de estudio. El marco teórico se construye sobre la base de los antecedentes y establece las teorías y conceptos relevantes que guiarán la investigación. A su vez para la recopilación de datos se realizó trabajo de campo, visitando Arrozur, una de las principales plantas industriales de procesamiento de arroz en Uruguay.

### ETAPA 3. Desarrollo del material

Esta etapa se focaliza en el testeo del material, con el propósito de comprender sus propiedades y potenciales aplicaciones. En una primera instancia se realiza el acercamiento al material, de carácter perceptivo e intuitivo, y se realiza en un ámbito doméstico con herramientas y utensilios adaptados al proceso.

Indagando en los antecedentes del trabajo de grado al cual se hace referencia, se logró contactar a una docente de ingeniería química con el fin de obtener una asesoría sobre el MCA y sus componentes.

Nuestra investigación fue de interés por parte de Facultad de Ingeniería, por lo que se propuso que mediante una pasantía un estudiante del grado trabaje en conjunto para la presente investigación, aportando en la experimentación en laboratorio. Se espera realizar un estudio sistemático del material mediante la realización de pruebas con maquinaria de laboratorio.

#### **ETAPA 4. Exploración y aplicaciones**

Una vez obtenida las muestras finales, se realizan distintos procedimientos al MCA para analizar su comportamiento (perforado, corte, color, uniones, etc). A partir de estas pruebas se hace una caracterización del material y se plantean posibles aplicaciones.

#### **ETAPA 5. Resultados y conclusiones**

Se comparan resultados en relación a normativas de materiales similares, evaluando las muestras finales del material y estableciendo sus características y propiedades. En base a los objetivos y las hipótesis planteadas, se evalúa la efectividad de los resultados obtenidos.

**Figura 3**

Resumen del paso a paso del abordaje metodológico de la investigación.



## 2. Marco teórico

### 2.0 Introducción

En este capítulo se abordará la fundamentación teórica de la investigación, necesaria para entender el tema planteado. Con el objetivo de proporcionar un sustento sólido y estructurado, mostrando cómo el proyecto se relaciona con el conocimiento existente en el campo del diseño y destacando la necesidad y la relevancia de la nueva investigación.

Para esto, es necesario profundizar acerca de lo que respecta a los residuos agroindustriales y su contaminación en Uruguay.

A su vez, abordar conceptos como sustentabilidad, economía circular y conocer más sobre los biomateriales.

Por otro lado, exponer la idea de interdisciplinariedad y presentar los antecedentes teóricos y proyectuales de los que nos basamos para la composición del informe.



## 2.1 Residuos agroindustriales y su impacto en la contaminación en Uruguay

### 2.1.1 Principales industrias agrícolas del Uruguay

Uruguay tiene 16,4 millones de hectáreas de tierra para fines agrícolas, lo que representa más del 90% de la superficie nacional. Se posiciona como proveedor referente de productos agropecuarios y alimentos a nivel mundial. La incorporación de nuevas tecnologías y las mejoras a nivel de la gestión, planificación y disminución de riesgos permitieron importantes aumentos en el rendimiento de los cultivos en las últimas décadas.

Entre los principales productos vinculados a la industria agrícola en Uruguay se destacan por un lado, los cultivos de secano: Trigo, Cebada, Maíz, Sorgo y Soja; y por otro lado se encuentran los cultivos de regadío: arroz y caña de azúcar.

Sin embargo, según Goyenola *et al* (2021), existen diversos impactos ambientales negativos asociados al crecimiento de la agricultura actual, relacionados al deterioro de la calidad del suelo y la afectación sobre los recursos acuáticos.

### 2.1.2 Industria arrocera en Uruguay

El sector arrocero del Uruguay se desarrolla con una alta eficiencia, aplicación de nuevas tecnologías y con una orientación exportadora, caracterizándose por una fuerte integración entre producción e industria. Uruguay se ubica en el séptimo lugar entre los países exportadores del grano, con un 95% de la producción destinada a la exportación.

La producción arrocera se basa en la rotación de pasturas, riego por inundación y se combina con la producción ganadera. El arroz se siembra sobre suelo seco. El cultivo de arroz es uno de los que requiere de una mayor inversión, dado que además de los costos propios del cultivo, se necesitan maquinarias y equipos especializados para la producción.

Las principales zonas arroceras del territorio Uruguayo se dividen en tres: un 16% que representa al norte del país (Artigas y Salto), 13% en el centro (Tacuarembó, Rivera y Cerro Largo), y la zona central en el este del país que representa un 71% (Rocha, Treinta y Tres, Lavalleja y Cerro Largo).

**Arrozur**, empresa conformada por varios molinos arroceros, es la primera planta parbolizadora del Uruguay. A través de un proceso industrial, provee de arroz parboiled tanto al mercado interno como al externo desde 1977.

**Galofer S.A** Fue creada con la finalidad de aprovechar la cáscara de arroz en la generación de energía eléctrica, que luego es utilizada para abastecer a dos plantas industriales. Teniendo en cuenta que el 22% del arroz es cáscara, la empresa utiliza 125.000 toneladas de ésta cáscara cada año. Al final de su ciclo de vida, la cáscara se convierte en ceniza, la cual es descartada en campo abierto.

## **2.2 Análisis del ciclo de vida de envases para alimentos.**

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en su apartado “¿Qué entendemos por sustentabilidad?” del Programa Diseño para la Innovación, define el pensamiento del ciclo de vida, con el objetivo de analizar los impactos que un producto genera desde la extracción de materia prima hasta el fin de su utilización.

Se analizará el ciclo de vida de envases de alimentos (film de PVC y bandejas de EPS):

El film de PVC (Policloruro de Vinilo) y las bandejas de PS (Poliestireno Expandido), son fabricados para utilizarse en ámbitos comerciales e industriales dentro del sector alimentario y forman parte de un conjunto mayor de plásticos, llamados termoplásticos, los cuales son elaborados a partir del petróleo.

Siguiendo el pensamiento del ciclo de vida que propone el INTI, centrándonos en el fin de su utilización, podemos decir que la reciclabilidad de estos materiales es variada. Como se trata de materiales que estuvieron en contacto con alimentos, cuando llegan a centros de reciclaje, generalmente contienen residuos alimentarios, lo cual dificulta su procesamiento. Además, debido a su pequeño tamaño y peso ligero, frecuentemente se mezclan y se pierden entre otros desechos.

Según la Guía Práctica: Los Envases y su Valorización de CEMPRE (organización Compromiso Empresarial para el Reciclaje) en promedio entre el 2017 y el 2019 los envases de PVC y PS representan en total 1928 toneladas de residuos en Uruguay. Se entiende que este tipo de productos tienen un impacto negativo para el medio ambiente y por ello, las alternativas que pongan en práctica el análisis del ciclo de vida, contemplando desde la extracción de la materia prima hasta el fin de su utilización son importantes para minimizar la contaminación.

## 2.3 Sustentabilidad y economía circular

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define al Desarrollo Sostenible como: “La necesidad de balancear el desarrollo económico con la protección ambiental; en un contexto donde las necesidades humanas se satisfagan por el mejoramiento de la calidad de vida, y se valoren cuestiones éticas como la justicia social y los derechos para la futuras generaciones”. (Comisión Brundtland, 1987).

INTI explica entonces en su apartado “¿Qué entendemos por sustentabilidad?” del Programa Diseño para la Innovación que para que se cumpla esta definición de sustentabilidad se tienen que considerar de forma balanceada tres dimensiones: ambiental, social y económica.

**Figura 4**

Diagnóstico de diseño para el desarrollo de productos



Nota. Centro de investigación y desarrollo de diseño industrial, (2018), *Diagnóstico de diseño para el desarrollo de productos*. Argentina.gob.ar.

La dimensión económica debe aplicarse como un desarrollo económicamente eficiente y equitativo dentro y entre las generaciones presentes y futuras.

A través de los años la dimensión económica fue cambiando, y existen propuestas que apuntan a balancearse con las dimensiones social y ambiental para ser sostenible.

La Economía Circular es considerada una alternativa de crecimiento sostenible al actual sistema económico lineal que rige las actividades económicas y de producción desde el S. XVIII.

“La Economía Circular es un nuevo paradigma que promueve la producción de bienes y servicios de manera sostenible, reduciendo el consumo, el tiempo, las fuentes de energía y los desperdicios. Se propone un modelo donde los productos, procesos y servicios se diseñan especialmente para optimizar los recursos utilizados y minimizar la generación de residuos. Los principios básicos implican: reducir, reutilizar, reparar y reciclar en un círculo continuo.” (GUB, 2022).

Este concepto es uno de los ejes conceptuales principales en el proyecto de investigación, ya que deseamos explorar una solución al desperdicio de la cáscara de arroz en nuestro país, planteada por Aschier *et al* (2021). “Elaboración de envases para alimentos a partir de cáscara de arroz” un biomaterial compuesto por cáscara de arroz diseñado para fabricar envases de alimentos que reemplacen los envases de plástico no reciclables”.

Se propone sustituir el "fin de vida" de la cáscara de arroz, con la reinserción al ciclo de vida en un nuevo producto biodegradable, eliminando el uso de productos químicos tóxicos, que perjudican la reutilización, y con el objetivo la eliminación de residuos a través del diseño.

## 2.4 Biomateriales como alternativa

En la actualidad, las propuestas de diseño con un enfoque sustentable y la creación de nuevos materiales son ampliamente

adoptadas por los diseñadores. Así lo plantean Duarte y Nuñez (2020) :

El diseñador ha reinventado su función a lo largo de los años, ampliando su visión y expandiendo sus fronteras, ha logrado modificar elementos y relaciones de la sociedad. En el desarrollo de materiales se puede observar un comportamiento nuevo de este personaje que, al interrelacionarse con otras disciplinas, ha logrado fortalecer y hacer notar su utilidad. Tal y como dice Neri Oxman (2016), de la interrelación entre las disciplinas se puede incitar una (r)evolución dentro de otra; el diseño crítico que opera a través de la especulación puede idear estrategias sobre cómo usamos los objetos y sobre cómo vivimos dentro del entorno que hemos construido. A través del diseño, se puede operar y ofrecer soluciones prácticas y utilitarias capaces de ser implementadas rápidamente.

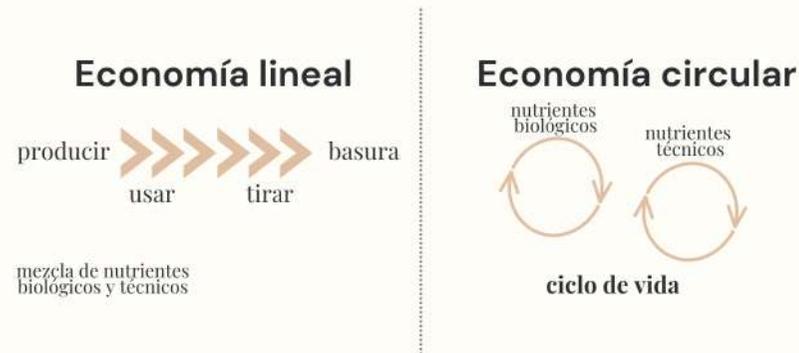
Los materiales biodegradables o biológicos son aquellos de origen natural que se descomponen en poco tiempo por la acción de agentes naturales biológicos como bacterias y hongos.

Lo que determina que un material sea biodegradable o no es el tipo de agente que lo degrada y el tiempo en que ocurre la degradación.

Un material se considera biodegradable cuando por acción de agentes naturales biológicos se descompone hasta el 90 % de su estructura en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y minerales, en un período de tiempo igual o menor que 6 meses.

**Figura 5**

Comparación entre economía lineal y economía circular



Nota. Ellen Macarthur Foundation, (2013), *Comparación entre economía lineal y economía circular*. [www.ellenmacarthurfoundation.org](http://www.ellenmacarthurfoundation.org).

Si hablamos de materiales biológicos, también hablamos de economía circular, ya que la misma pretende que una vez que el material ha sido utilizado o ha cumplido su función como producto, puede ser descartado y desaparecer, ya sea mediante biodegradación, fertilizando la tierra, o simplemente disolviéndose sin dejar rastros nocivos. En la actualidad muchas de estas propuestas de materiales biológicos pueden reemplazar los materiales convencionales que implican la extracción de recursos no renovables, deforestación y contaminación ambiental.

Un ejemplo de estas nuevas propuestas es la creación de un material biodegradable a base de cáscara de arroz y aglutinantes naturales, el

cual propone modificar el procesamiento actual de la misma, evitando su quema y el desecho de ceniza a cielo abierto.

## 2.5. Interdisciplinariedad

Si bien en este trabajo no se profundiza en las características del trabajo multi- interdisciplinario. Se presenta una definición Mallo (2010) para enmarcar el trabajo colaborativo con la Facultad de Ingeniería:

*“Es una actitud hacia el conocimiento, es una forma de conocer. Significa desarrollar estrategias específicas para llevar adelante el proceso cognitivo. La investigación interdisciplinar supone delimitar un objeto de estudio común, de manera integral. [...] Lo interdisciplinar supone una superación de los límites disciplinares en la medida en que es capaz de definir abordajes integrales para problemas complejos.”*

En los procesos de diseño, dependiendo de la temática a abordar, es necesario la inclusión de conocimiento de otras disciplinas. En esta investigación además de la revisión de antecedentes en otras áreas se logró el trabajo en conjunto con un estudiante de ingeniería química. En ese sentido es importante resaltar este concepto como clave en nuestro proyecto debido a que se fundamenta en gran parte por un trabajo de grado de la facultad de ingeniería química, quienes aportaron desde su campo de estudio

a la academia. Y que nos abre la posibilidad como estudiantes a aportar desde el diseño en un mismo campo de estudio, aportando integralidad al tema. A su vez, tendremos contacto directo con un conocedor de dicha facultad para que nos asesore en temáticas que no interpelan directamente al diseño pero que son necesarias para la exploración del tema de investigación.

**Figura 6**

Tipologías de investigación: Interdisciplina



*Nota.* Espacio interdisciplinario, Udelar, (s.f.), Recuperado el 19 de Julio, 2023, de *Introducción a la interdisciplina, aproximaciones a las prácticas interdisciplinarias.*

## 3. Antecedentes

### 3.0 Introducción

Esta sección proporciona información histórica y contextual necesaria para la realización del proyecto, con el fin de establecer el escenario para el tema de investigación.

Por un lado se estudian los antecedentes teóricos, con el objetivo de comprender y analizar en profundidad el tema de investigación a lo largo del tiempo y su evolución en el contexto nacional e internacional. Los mismos refieren a informes, trabajos de grado, investigaciones académicas, etc.

Por otro lado, se presentan antecedentes proyectuales, con la finalidad de estudiar el mercado de productos similares al tema de investigación que están patentados y muestran la situación actual.

## 3.1 Antecedentes teóricos

### 3.1.1 “Elaboración de envases para alimentos a partir de cáscara de arroz”

Aschier, García, Laborde, y otros (2021) desarrollan en su trabajo de grado un biomaterial compuesto por cáscara de arroz diseñado para fabricar envases de alimentos que reemplacen los envases de plástico no reciclables.

Se toma como referencia este proyecto por ser una investigación a nivel nacional y desarrollada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, que presenta la oportunidad en el campo del diseño para aportar a la investigación del material desde otra perspectiva. Propone una línea de producto sustentable y biodegradable, realizado con materiales locales y de bajo costo, por lo que se adecua a la perspectiva de trabajo que se propone en este proyecto. Ésta investigación se enfoca en un abordaje teórico y no realiza pruebas del material, por lo cual su teoría no puede ser verificada

### 3.1.2 “Analizar la viabilidad de generar un material en base a papel reciclado y cascarilla de arroz”

Noya (2021) propone analizar la viabilidad de generar un material en base a papel reciclado y cascarilla de arroz. Esta investigación es de relevancia ya que plantea un enfoque en el reciclaje y la sustentabilidad. En su marco teórico investiga el contexto actual de la cáscara de arroz en Uruguay, así como su empleo en la etapa de experimentación. Estos datos se tomarán como punto de partida para el desarrollo de este trabajo de grado.

### 3.1.3 “Integración de biopolímeros en mipymes: formalización y validación con actores”

Acosta y Freire, estudiantes de la EUCD, Udelar, proponen en su trabajo final de grado “Integración de biopolímeros en mipymes: formalización y validación con actores” aportar conocimiento respecto al desarrollo, evaluación y aplicación de un nuevo material biodegradable, elaborado y a utilizar en el contexto uruguayo, puntualmente por MIPYMES (micro, pequeñas y medianas empresas). Este aporte busca ofrecer una posibilidad de sustitución de los productos en base a polímeros ya que el material desarrollado propone usar la flora presente en el país, y posee

características de producción acordes a las limitaciones y posibilidades de las MIPYMES.

### **3.1.4 “Análisis de experiencia de usuario en la búsqueda de alternativas para la presentación de frutas y verduras”**

Abeldaño y Bello (2022) desarrollan en su trabajo final de grado una investigación acerca de la experiencia de usuarios en búsqueda de alternativas para la presentación de frutas y verduras.

Plantean que es indispensable repensar los sistemas de consumo actualmente establecidos, ya que el uso desmedido del plástico ha generado una crisis ambiental a nivel global.

En este informe se ponen en juego desde la perspectiva del diseño industrial los conceptos planteados por la economía circular.

Como finalidad sugieren distintas propuestas que buscan sustituir el sistema de venta actual del producto estudiado, planteándose los requerimientos de aplicación en el contexto uruguayo.

## 3.2 Antecedentes proyectuales

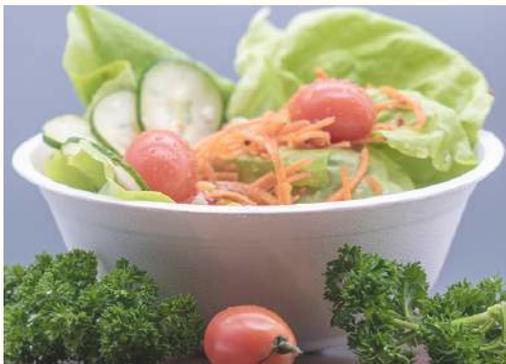
Este listado busca recabar aquellas iniciativas del mercado actual a nivel nacional e internacional, que apuntan a la fabricación y diseño de envases biodegradables para alimentos.

### 3.2.1 Greenpack

GreenPack es una empresa uruguaya que ofrece envases de alimentos descartables producidos con materiales biodegradables y compostables. Sus productos son fabricados con bagazo de caña de azúcar y almidón de maíz.

*Figura 7*

Salad bowl descartable



### 3.2.2 Ecoologic

Ecoologic es una empresa española enfocada en el comercio online de vajillas biodegradables y compostables, 100% libres de plásticos. Sus productos son fabricados con bambú, maíz, algodón, caña de azúcar, hojas de palmera, etc.

*Figura 8*

Ensaladera de celulosa kraft



### 3.2.3 Back2bio

Back2bio es una empresa dedicada a importar y distribuir envases biodegradables y compostables para alimentos.

Sus productos son fabricados con Papel Kraft, Almidón de Maíz, bagazo de caña de azúcar y cartón.

*Figura 9*

Plato compostable



### 3.2.4 Haopeng Wu

Haopeng Wu es Diseñador Industrial, nació en Cantón, China y actualmente vive en San José, Costa Rica. Diseñó un empaque biodegradable para almacenar y transportar arroz a base de la cáscara de arroz y un aglutinante natural.

**Figura 10**

Envase hecho de cáscara de arroz para transportar y almacenar arroz



### 3.2.5 Aimplas

Aimplas es un Centro Tecnológico con más de 30 años de experiencia en el sector del plástico. Están trabajando en el diseño y fabricación de envases monouso a partir de algas o almidón, gelatina de pescado o proteína de la leche.

**Figura 11**

Envases descartables



Lucía Baptista, Manuela Martínez | 2024

### 3.2.6 Ukudala

Ukudala es un emprendimiento sostenible uruguayo que propone la producción de vajilla y packaging compostable a partir de cáscara de arroz.

**Figura 12**

Plato compostable



## 4. Trabajo de campo

### 4.0 Introducción

Con la finalidad de conocer más de cerca los procesos por los cuales pasa la cáscara de arroz se realiza una visita a la fábrica Arrozur, ubicada en el departamento de Treinta y Tres, Uruguay. Arrozur se encarga de más del 50% de la producción de arroz en el país. En la fábrica se presentó la oportunidad de conocer los procesos productivos principales del cereal, y lo más interesante fue poder estudiar qué sucede con la cáscara de arroz. En este sentido, se visitaron los espacios de quema y se observaron los restos de cenizas que terminan siendo un desecho, acorde a la lógica de la economía lineal. Además se realizaron entrevistas a distintos actores involucrados en el tema.



## 4.1 Asociación de cultivadores de arroz

La Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA) es una organización de carácter nacional que representa todos los cultivadores de arroz del país y se encarga de protegerlos, orientarlos, representar sus intereses y tomar a su cargo la defensa y el fomento del cultivo del arroz y de sus industrias derivadas. La ingeniera agrónoma María Eugenia Bica es gerente de la ACA y se dedica a la negociación de precios, evolución de exportaciones y a la coordinación, evaluación y gestión de proyectos en campo. En una entrevista a María Eugenia, destaca que el objetivo principal del proceso industrial del arroz, es quitar la cáscara tratando de preservar al máximo el grano entero. Después de este proceso se obtiene arroz blanco o elaborado. En todos los casos, la cáscara, el afrechillo y el germen han sido eliminados y el grano es clasificado de acuerdo a su tamaño y tipo de elaboración. Por cada millón de toneladas de arroz, se tiene 200.000 toneladas de cáscara de arroz.

## 4.2 Arrozur

Arrozur, empresa conformada por varios molinos arroceros, es la primera planta parbolizadora del Uruguay. A través de un proceso industrial, provee de arroz parboiled tanto al mercado interno como al externo desde 1977. El proceso consta de colocar el

grano de arroz en remojo en agua pura y caliente durante un determinado tiempo para su cocimiento a altas temperaturas. Finalmente el producto se seca en sucesivas etapas, permitiendo obtener un grano de arroz que aporta mejoras nutricionales y facilita su preparación.

Además de elaborar arroz parboiled, en Arrozur se extrae y refina aceite de salvado de arroz a partir del desgrasado del afrechillo del grano.

**Figura 13**

Planta industrial Arrozur



Nota. Arrozur, Saman, (s.f), Recuperado el 20 de Julio, 2023, de <https://www.saman.uy/maestro-saman/empresas-vinculadas/arrozur/>.

### 4.3 Galofer

Galofer, S.A surge en agosto del 2010, con el objetivo de darle valor a la cáscara de arroz para la generación de energía eléctrica. Su objetivo es introducir un producto novedoso al mercado energético nacional, a través de la generación de energía eléctrica a partir de la cáscara de arroz, fuente primaria 100% renovable, obtenida en su totalidad de la producción agrícola nacional. Esta fábrica está ubicada junto con Arrozur en un mismo predio en el departamento de Treinta y Tres, Uruguay.

En la zona este se produce aproximadamente el 60 % del arroz del país, alcanzando las 800.000 toneladas. Considerando que un 22% de ésta cantidad es cáscara, la planta consume 125.000 toneladas al año. La cáscara sobrante se vende a establecimientos avícolas y a una planta de cemento portland.

**Figura 14**  
Planta industrial Galofer



Nota. Cooper, (s.f.), Recuperado el 20 de Julio, 2023, de <https://coopar.com.uy/EmpresasVinculadas.aspx>

### 4.4 Proceso productivo del arroz

Con el fin de conocer más de cerca el procesamiento del arroz y sus desechos, se realizó un recorrido por toda la planta, relevando los procedimientos que se realizan en cada etapa del flujo productivo y la maquinaria utilizada.

El proceso se desglosa en los siguientes pasos:

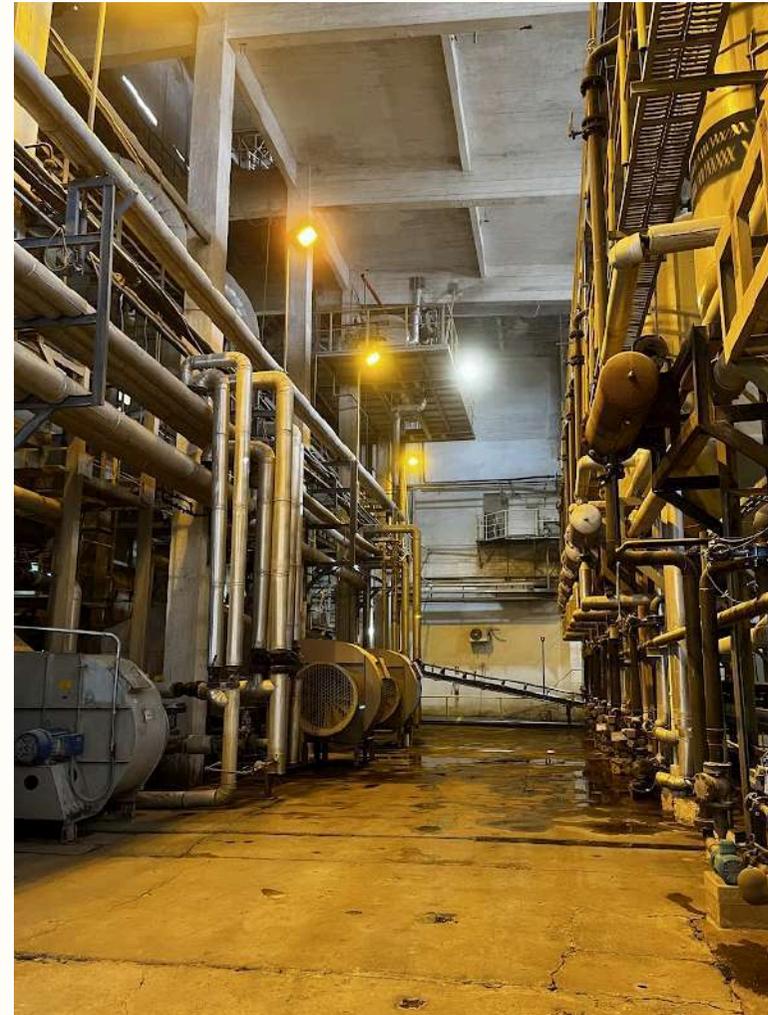
1. Recepción de la cosecha: los camiones llegan directamente desde la cosecha. Antes de aceptar la carga de arroz, Arrozur toma una pequeña muestra y evalúa su calidad para confirmar su aceptación.
2. Procesamiento inicial: después de evaluar la calidad de los granos, se recibe la carga y comienza el procesamiento en la planta.
3. Limpieza y descarte: el primer paso del procesamiento implica la limpieza y la eliminación de impurezas de los granos.
4. Parbolización: proceso en el cual el arroz con cáscara se somete a un remojo a 60 °C y luego a una fuerte presión de vapor. Esto elimina parte del almidón mientras se conservan vitaminas y sales minerales que los arroces tradicionales pierden durante el pulido.

5. Descascarado: se procede al descascarado de los granos, lo que resulta en la obtención de **cáscara de arroz** como subproducto. Ésta se dirige a una caldera para su combustión, generando energía para la fábrica. Sin embargo, la ceniza resultante se desecha a campo abierto.
6. Pulido: los granos pasan por un proceso de pulido, obteniendo el producto arroz blanco y como subproducto afrechillo (con el cual se elabora aceite de arroz y alimento para animales).
7. Clasificación: los granos se clasifican por tamaño y color con una maquinaria especializada.
8. Almacenamiento y distribución: finalmente, una vez que los productos han sido descascarados, clasificados y parbolizados, se almacenan en silos y se preparan para su distribución y venta.

Esta secuencia de pasos asegura que el arroz sea procesado de manera eficiente y efectiva, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad establecidos por Arrozur.

**Figura 15**

Planta Industrial Arrozur





## 5. Desarrollo del MCA

### 5.0 Introducción

En este capítulo se presentan los componentes principales del material a realizar y sus características.

La exploración del material se divide en dos etapas, con el fin de observar su comportamiento y analizar sus propiedades:

- Etapa 1. Esta etapa es de carácter intuitivo y perceptivo, se lleva a cabo la realización de probetas en el ámbito doméstico.
- Etapa 2. Se realizan pruebas de carácter normativo y sistemático en laboratorio universitario, en conjunto con un estudiante de Ingeniería Química.

## 5.1 Cáscara de arroz

La cáscara de arroz presenta diferentes características fisicoquímicas propicias para los diferentes usos.

Sus principales componentes varían en: celulosa, hemicelulosa (hidrato de carbono), lignina (al ser sometida a altas temperaturas desarrolla una propiedad de aglomerar, de modo que se transforma en una pasta sólida muy difícil de romper) y sílice (aporta dureza a la cascarilla de arroz).

**Figura 16**

Cáscara de arroz en detalle



Los residuos lignocelulósicos que se generan a la hora de procesar el arroz, como la cáscara, son considerados materiales de poco valor debido a que pocas tecnologías pueden procesarlos. Estos materiales representan un alto porcentaje de residuos agroindustriales tanto a nivel nacional como internacional. Estos residuos son una gran fuente de recursos y energía, por lo que es de valor medioambiental evitar su desecho.

**Tabla 1**

Caracterización de la cáscara de arroz

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Celulosa	41.2
Hemicelulosa	21.0
Lingina	22.4
Cenizas	17.4

*Nota.* Esta tabla muestra la composición de la cáscara de arroz.

## 5.2 Materiales aglomerantes y su función

Los materiales aglomerantes, son aquellos capaces de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por efectos de tipo exclusivamente físico.

### - Gelatina (gernetina)

Compuesta de colágeno hidrolizado, es la forma refinada de la cola animal, incolora, inodora, y traslúcida. Sí bien, en la industria es muy usada, es raro usarla como aglutinante, porque requiere de sustancias para endurecerla, formol o sulfato de aluminio (alumbre) y tiende a ser cara en comparación con otras colas.

### - Almidones

Los almidones son polisacáridos de glucosa, de alto peso molecular y estructura compleja. Se encuentran en las semillas de los cereales, los tubérculos y en otras partes de las plantas, constituyendo su principal reserva energética.

La complejidad de la estructura del almidón lo vuelve insoluble en agua fría, aunque en agua hirviendo llega casi a disolverse, dando lugar a una masa gelatinosa de gran viscosidad. Debido a esta alta viscosidad, el almidón puede utilizarse como aglutinante, empleándose más bien como adhesivo aunque también ha sido

utilizado como aditivo para otros aglutinantes más comunes.

### - Glicerina

Es un compuesto orgánico transparente, a base de alcohol de azúcar de consistencia viscosa. Se encuentra presente en todas las grasas naturales ya sean de origen animal o vegetal.

**Figura 17**

Materiales aglomerantes: almidón, gelatina y glicerina



### 5.3 Funciones de un envase para alimentos

“Se entiende por envase alimentario a aquellos recipientes que contienen alimentos, aseguran su conservación y facilitan su transporte y manipulación.” Medín, Medín, 2003.

En el presente proyecto se realizarán pruebas del MCA con el fin de que cumplan con las funciones de un envase de alimentos:

- Contener alimentos
- Permitir el transporte y comercialización
- Proteger el alimento del medio ambiente (polvo, radiaciones, alteraciones biológicas, alteración o adulteración humana)
- Conservar las características del alimento mediante la permeabilidad al vapor de agua, permeabilidad a los gases y permeabilidad a los aromas.

Por otro lado, también deben cumplir con normas de bromatología.

### 5.4 Clasificación de envases para alimentos

- **Envases metálicos:** fabricados en hojalata y aluminio, aportan cualidades insuperables por su hermeticidad, inviolabilidad y resistencia a procesos de esterilización industrial. Resiste en transportes a larga distancia.
- **Envases plásticos:** los envases plásticos pueden subclasificarse en las siguientes categorías:

- **Envases rígidos:** realizados principalmente en film de polímeros laminados o de alto espesor. Ej: botellas, bandejas.
- **Envases flexibles:** por lo general son de films de polímeros simples o laminados, flexibles al tacto. Ej: bolsas.
- **Envases semirrígidos:** son de films de polímeros simples o laminados. Tienen un formato definido aunque pueden deformarse fácilmente con presión manual moderada. Ej: bandejas, potes.

Características de los envases plásticos:

- **Permeabilidad:** propiedad de permitir el paso de líquidos o gases. Debe tenerse en consideración esta propiedad dado que en algunos casos es deseable la permeabilidad y en otros casos no.
- **Contracción:** se adaptan fácilmente y de manera uniforme alrededor del producto.
- **Termo-sellabilidad:** se sellan por acción del calor sin necesidad de utilizar adhesivos.
- **Resistencia al ataque por microorganismos:** por la ausencia de microporos las películas plásticas no son susceptibles al ataque de microorganismos.

- **Envases de papel:** el proceso de fabricación del papel lo hace prácticamente estéril, pero su capacidad de retener humedad lo hace susceptible al desarrollo de microorganismos, se tiene que usar como envase temporal. Principales ventajas de los envases de papel:

- Facilidad de impresión
- Buena aptitud para cortar, plegar, armar y pegar
- Livianos y rígidos
- Económicos
- Reciclables

- **Envases de vidrio:** es el material más antiguo para la fabricación de envases para alimentos.

Principales ventajas de los envases de vidrio:

- Transparencia
- Inerte químicamente
- Resistente a altas temperaturas y químicos
- Reciclables

Desventajas : Fragilidad mecánica y peso elevado.

- **Envases de MCA:** este material está compuesto por cáscara de arroz + agua + aglutinante.

Principales ventajas:

- Biodegradable
- Precio competitivo en el mercado
- Inocuo
- Permeable
- Liviano

Pueden sustituir a los envases rígidos y semirrígidos de plástico, siendo una alternativa amigable con el medioambiente y de mejor calidad.

# 6.1 Etapa 1

## 6.1.0 Introducción

El motivo principal por el cual la exploración del material se divide en dos etapas es debido a que en cada una se tienen distintos objetivos. La primera etapa es de carácter perceptivo e intuitivo y la otra es de carácter disciplinario.

En esta primera etapa se registran las propiedades atribuidas del material, es decir, la apreciación y experiencia sobre cada material.

En ella se harán diferentes tipos de muestras del material realizadas en un ámbito doméstico con herramientas y utensilios adaptados al proceso. De esta etapa se espera el reconocimiento y la comprensión del material, así como también el comportamiento frente a la unión con otros materiales.



Lucía Baptista, Manuela Martínez | 2024

### 6.1.1 Objetivos de la etapa

En esta etapa se espera como objetivo general:

Generar un primer acercamiento al material de carácter perceptivo e intuitivo.

Objetivos específicos:

- a. Explorar los comportamientos de las materias primas con las que se va a probar el MCA.
- b. Analizar texturas y acabados.
- c. Observar colores.
- d. Testear formas y espesores.

### 6.1.2 Hipótesis

Al tratarse de una exploración en el ámbito doméstico y de carácter intuitivo se presentan las siguientes hipótesis:

1. El uso de gelatina y/o almidón de maíz proporcionará al material adhesión.
2. El uso de la glicerina brindará elasticidad al material.
3. Se podrá generar una mezcla homogénea.
4. Se obtendrán mejores resultados si la mezcla se expone al calor que si se expone al frío.
5. Se obtendrá un acabado rústico y de color amarronado.

### 6.1.3 Herramientas y materiales utilizados

Para el proceso de generación de probetas se utilizaron las siguientes herramientas:

- Recipientes de diferentes tamaños
- Procesadora
- Jarra medidora
- Cuchara de madera
- Olla
- Horno
- Superficie apta para horno
- Espátula
- Papel manteca
- Lijas
- Tijeras

Se utilizaron los siguientes materiales:

**Tabla 2**

Componentes de las muestras de la etapa 1

COMPONENTE	ROL
Cáscara de arroz	Aporta textura, color y liviandad al material.
Agua	Es necesario un líquido que hidrate la mezcla para lograr la consistencia deseada, aporta a la elasticidad.
Almidón de maíz	Brinda consistencia y solidez, aglutina la mezcla.
Gelatina	Junto con el almidón de maíz hacen posible la aglutinación de la mezcla. Brinda solidez.
Glicerina	Proporciona elasticidad y brillo.
Vinagre	Colabora en la coagulación de la mezcla y emulsión de la misma.

*Nota.* Esta tabla muestra todos los componentes que se utilizaron durante la exploración de la etapa 1 y el motivo por el cual fue importante su uso.

## 6.1.4 Descripción del proceso productivo

Paso a paso:

1. Limpieza de la cáscara de arroz, remoción de piedras y otros materiales pesados que provienen junto a la cáscara como impurezas.
2. Molienda de la cáscara de arroz y almidón de maíz. La cáscara de arroz y el almidón de maíz se muelen juntos para evitar problemas durante el procesamiento. Debido a la baja densidad de la cáscara de arroz, procesarla sola podría causar que las cuchillas, en lugar de cortar, la levanten con el aire generado. Al mezclarla con el almidón de maíz, se evita este inconveniente y se logra el resultado deseado.
3. Mezcla: unir la molienda de cáscara de arroz y el almidón de maíz junto con la glicerina, el vinagre, el agua y la gelatina disuelta hasta formar una mezcla lo más homogénea posible.
4. Cocción: se lleva la mezcla al fuego para que el almidón de maíz coagule, revolviendo enérgicamente hasta que se forme una pasta.



5. Secado: se estira la mezcla sobre una superficie plana apta para horno previamente cubierta con papel manteca y se lleva a horno 200°C durante 45 minutos. En este paso si se desea una forma específica se debe colocar la pasta en un molde y por encima un contramolde para obtener la forma deseada al salir del horno.
6. Terminaciones: se quitan las rebabas e imperfecciones del producto.

\*Para ver con más detalle el proceso de la etapa 1, ver fichas de exploración del material en anexo pág 78.

**Figura 18**

Proceso etapa 1



Cáscara de arroz y almidón de maíz triturados



Cáscara, almidón aglutinantes y agua



Mezcla espesada



Mezcla en molde



Mezcla en molde para horno



Resultado final



### 6.1.5 Conclusiones

A continuación, se presentan las siguientes observaciones y conclusiones sobre el proceso. Es importante destacar que en ésta etapa de experimentación no se tuvieron en cuenta aspectos químicos de los componentes del material y cómo se comportan frente a agentes ambientales.

A partir de la experimentación y comparación de pruebas con cáscara triturada y no triturada, se puede afirmar que para obtener un material más homogéneo y compacto, la cáscara de arroz debe ser triturada. Al intentar realizar este proceso con elementos del hogar (procesadora, licuadora, etc.) no se logra un resultado deseado. En cuanto a los procesos de secado de las muestras, se realizaron tanto en frío como en caliente. Por un lado, las muestras secadas en frío directamente no cumplieron con los objetivos, por otro lado, las muestras secadas con calor arrojaron resultados más acertados pero se debe prestar especial atención al manejo de la temperatura y el tiempo de exposición. A su vez, en este proceso de secado no se lograron resultados deseados en relación a la utilización de un molde y contramolde.

A partir de las muestras obtenidas, se comprueba que al agregar más glicerina a la composición, le aporta más elasticidad al resultado. Todas las muestras que cumplieron en su mayoría con las

expectativas deseadas, presentaban una cara con acabado brillante y otra con un acabado más opaco gracias a los aglutinantes y la glicerina. Para lograr un mismo resultado y simplificando el proceso, es suficiente con usar un solo aglutinante.

### 6.1.6 Proyecciones para la segunda etapa

En base a los conocimientos y conclusiones obtenidas a partir de la primera etapa, se presentan posibles hipótesis que se esperan de la segunda etapa.

Se entiende que ciertos procesos tales como triturado, secado y prensado arrojará mejores resultados con la maquinaria adecuada.

Para las próximas muestras, se intentará utilizar un solo aglutinante o ninguno, ya que se pretende probar activar la lignina ya presente en la cáscara. A su vez, las muestras se realizan con tamaños estandarizados.

Las pruebas realizadas responderán a normativas y caracterizaciones de materiales ya existentes. Las mismas se someterán a determinadas pruebas predeterminadas (flexión, permeabilidad, etc), todos los datos de las pruebas, características del material y procesos serán registradas en fichas técnicas estandarizadas. Se espera que al finalizar esta etapa los resultados respondan a una producción que se aproxime a la industria real y actual.

## 6.2 Etapa 2

### 6.2.0 Introducción

En esta etapa se realizaron pruebas en el laboratorio de Facultad de Ingeniería, junto con Nicolás Airola estudiante, docente grado 1 y nuestro interlocutor disciplinario. Se realizó un proceso detallado, en el que se llevaron a cabo pruebas con maquinaria de tipo industrial, se llevó un registro de las muestras y se midieron los resultados bajo las normativas correspondientes.



### 6.2.1 Interlocutor disciplinario

El desarrollo de la siguiente etapa se enfoca en un trabajo en colaboración junto con profesionales y estudiantes de Ingeniería Química.

Se estableció contacto con María Noel Cabrera, quien es Profesora Agregada en Ingeniería de Procesos Forestales e Instituto de Ingeniería Química, además de Directora de la Carrera de Ingeniería Química. El propósito fue presentar el trabajo de grado y manifestar la intención de colaborar juntos para encontrar soluciones integrales. Durante la conversación con María Noel, surgió la idea de llevar a cabo una pasantía desde el programa de Ingeniería Química, con el fin de investigar el material y trabajar en colaboración con este proyecto de grado. Nicolás Airola, quien es docente y estudiante de Ingeniería Química en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, está involucrado en este proceso.

### 6.2.2 Objetivos

El objetivo general de la segunda etapa es evaluar y poner a prueba la viabilidad del material mediante maquinaria y procesos específicos.

#### Objetivos específicos

- Trabajar y aportar a la realización de un trabajo interdisciplinario.
- Conocer y comprender los procesos y herramientas del laboratorio.
- Evaluar los resultados y proponer conclusiones en conjunto.

### 6.2.3 Hipótesis

A partir de las pautas y características de la etapa, se plantean las siguientes hipótesis:

1. Realizar un trabajo de experimentación de un material entre diferentes disciplinas complementa y perfecciona detalles del producto durante el proceso.
2. Trabajar con los equipos de laboratorio, puede acercarnos a definir parámetros y/o establecer especificaciones del producto a desarrollar.
3. Los profesionales y estudiantes brindan información y conocimientos relevantes para el desarrollo del proyecto.
4. Es posible realizar una prueba únicamente con cáscara de arroz.
5. El producto final tiene un proceso de fabricación simple y requiere pocos materiales.



## 6.2.4 Herramientas y materiales utilizados

Para la realización de las probetas en laboratorio fue necesario el uso de las siguientes herramientas y materiales:

**Tabla 3**

Herramientas:

### Plancha calefactora:

necesaria para cocinar el almidón y disolver la gelatina.



### Pastilla magnética:

su función es mezclar las soluciones sobre la plancha, mediante magnetismo.



### Balanza:

necesaria para obtener las medidas exactas de cada material.



### Vaso de bohemia:

recipiente cilíndrico de vidrio fino que se utiliza muy comúnmente en el laboratorio, sobre todo, para preparar o calentar sustancias, medir o traspasar líquidos.



### Varilla de vidrio:

utilizada para revolver las preparaciones.



### Prensa térmica:

la prensa se utilizó para llevar el MCA a alta presión, para lograr una lámina de aprox 1 mm de espesor.



### Pipeta pasteur de plástico:

necesaria para agregar la gelatina disuelta en agua a ciertas muestras.



### Moldes de metal:

Estos moldes fueron realizados con corte láser en el laboratorio de metales de la EUCD, son de 1 mm de espesor y tamaños diversos.



### Espátula de metal:

utilizada para ayudar a retirar el MCA de la prensa una vez finalizado el proceso de prensado.



### Estufa de secado:

para generar una capa protectora al MCA se usa la estufa de secado a 105°.



### Trituradora:

se utiliza para triturar la cáscara, pudiendo elegir la granulometría deseada, en nuestro caso 1mm.



### Desecador:

se utilizó para secar, preservar y almacenar las muestras protegiéndolas de la humedad.



### Materiales:

- Agua
- Almidón de maíz
- Gelatina
- Cáscara de arroz
- Papel aluminio
- Papel de respaldo

Se intentó utilizar la menor cantidad de materiales posibles. La cáscara de arroz es el material principal y los demás materiales son necesarios para aglutinar la mezcla.

## 6.2.5 Receta y proporciones

Para obtener con exactitud el material deseado, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Preparar dos soluciones, una que cumplirá la función de aglutinar la mezcla del material y otra que será la capa superficial permeable:
  - **Solución Aglutinante:**  
90% agua  
10% gelatina
  - **Solución terminación superficial:**  
90% agua  
10% almidón de maíz
2. Mezcla MCA:
  - Mezclar partes iguales de solución aglutinante con cáscara de arroz previamente procesada.
  - Revolver la mezcla hasta que toda la cáscara de arroz quede húmeda, debe quedar una textura similar a arena mojada.

**Figura 19**

Gráfico de de los componentes del material y sus proporciones.



## 6.2.6 Etapas para el desarrollo del MCA

Figura 20

Resumen del proceso de fabricación del MCA



## 6.2.7 Descripción del proceso productivo

1. Triturar la cáscara con una granulometría de 1 mm.
2. Colocar el agua en el vaso de bohemia, pesar la cantidad.
3. Al vaso con agua, agregarle el almidón de maíz o la gelatina, siguiendo la proporción estipulada en la receta, revolver con la varilla de vidrio.
4. Llevar el vaso a la plancha calefactora y colocarle la pastilla magnética. Prender la plancha a 140°C hasta que espese la mezcla para el caso del almidón, o hasta que se disuelva completamente para el caso de la gelatina.
5. En otro vaso de bohemia pesar la cáscara de arroz.
6. Agregar la cáscara de arroz a la mezcla de agua + aglutinante y revolver con la varilla.  
Para colocar la mezcla en el molde se deben seguir los siguientes pasos:
  - a. Precalentar la plancha a 140°C.
  - b. Preparar la superficie de la plancha colocando una lámina de papel aluminio.
  - c. Colocar por encima del aluminio papel de respaldo con la parte brillante hacia arriba.
  - d. Llevar el molde metálico a la plancha.
7. Llevar la mezcla en el molde a la prensa, colocar otra capa de papel de respaldo con el lado brillante hacia abajo y papel aluminio por encima, aplicar presión de 10 toneladas por 10 minutos.
8. Retirar el MCA de la prensa y pincelar con una capa de almidón de maíz + agua y llevar a la estufa de secado a 105°C por 5 minutos.

### 6.2.8 Variables a analizar

- **Aglutinación:** se realizaron pruebas con dos tipos distintos de aglutinantes, por un lado almidón de maíz y por el otro gelatina.
- **Temperatura:** se sometieron las probetas a diferentes temperaturas tanto al momento del prensado como después, algunas se enviaron a la heladera, otras se mantuvieron a temperatura ambiente y otras se llevaron a horno de secado.
- **Molde:** se realizaron pruebas con moldes circulares en dos tamaños distintos, moldes cuadrados en dos tamaños y un molde rectangular.
- **Terminaciones superficiales:** se realizaron pruebas a las que se les colocó una capa superficial de almidón + agua para testear impermeabilidad.

\*Para ver con más detalle el proceso de la etapa 2, ver fichas de exploración del material en anexo pág 87.

## Fotos del proceso

**Figura 21**

Film de almidón y agua con diversos métodos de secado.



**Figura 22**

Proceso etapa 2



Soluciones de aglutinantes,  
gelatina y almidón



Cáscara + aglutinante



Cáscara + aglutinante



MCA en el molde de  
papel aluminio



MCA en la prensa



MCA luego del prensado

### **6.2.9 Caracterización y normativas**

La norma UNE-EN 13432:2000/AC: 2005 «Envases y embalajes. Requisitos de los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación. Programa de ensayo y criterios de evaluación para la aceptación final del envase o embalaje» especifica los requisitos y procedimientos para determinar la compostabilidad de envases.

Para que el material de un envase sea designado como compostable debe ser biodegradable. En la norma se indica que «los materiales de envase no modificados químicamente y los constituyentes de origen natural (madera, fibras de madera, almidón, pulpa de papel, yute) deben ser aceptados como biodegradables sin realizar ensayos pero deben ser categorizados químicamente y cumplir con ciertos criterios de desintegración y de calidad de compost».

La norma a su vez define dos requisitos principales para determinar la efectividad del material: “que el contenido de sólidos volátiles sea mayor o igual al 50% en peso seco”, y “que la concentración de sustancias peligrosas en el material de envase o embalaje sea menor a un estándar”. Por sustancias peligrosas hace referencia a distintos elementos metálicos, tales como plomo, níquel, cobre, entre otros.

A partir de los requisitos presentados en la norma, el intercambio con Nicolas Airola y la revisión bibliográfica de trabajos de investigación, se concluye que el material realizado es apto para su uso como envase de un sólo uso, debido a su composición.

## **6.2.10 Conclusiones segunda etapa**

Se puede afirmar que realizar un trabajo de experimentación con un enfoque interdisciplinario tiene varios puntos positivos. Por un lado complementa y perfecciona detalles del producto durante el proceso. Por otro lado, se generó un intercambio de conocimientos enriquecedor para ambas partes.

Se observa que trabajar con maquinaria de laboratorio, puede acercarnos en pequeña medida a una producción de tipo industrial, se obtuvieron resultados más precisos apalancados por la metodología de trabajo en un laboratorio químico. Para que el proceso se acerque a una producción industrial, hace falta profundizar en la etapa de prensado del material, si la prensa contara con molde y contramolde se podría generar un moldeo por compresión, obteniendo como resultado piezas tridimensionales.

Se trabajó en realizar una prueba únicamente con cáscara de arroz para aprovechar al máximo el material, sin embargo, es necesario la aplicación de un aglutinante para obtener el resultado deseado.

El equipo de trabajo se enfocó en que el producto final se fabrique con un proceso simple y que requiera de pocos materiales, con el fin de tener más control sobre las variables que pueden afectar al producto.

En conclusión, durante esta etapa se realizó una experimentación enriquecedora, cumpliendo con las expectativas iniciales del material.

Por otro lado, se podría estudiar y perfeccionar el proceso de fabricación y los materiales utilizados, por ejemplo para evitar que se pegue el MCA al molde se utilizó papel de respaldo, este papel contiene silicona y es desechable, por lo que no cumple con los estándares de sustentabilidad y producción industrial esperados, entre otros detalles del proceso.

### **6.2.11 Proyecciones**

A partir de la experimentación y la observación durante el proceso en esta etapa, se entiende que el material es fácilmente replicable debido a su proceso simple y materiales accesibles.

Además, se espera poder realizar una muestra tridimensional con los materiales del taller de la EUCD, para demostrar que el material puede utilizarse para la fabricación de envases para alimentos.

Pensando en intervenir al material, se cree que como es un material rígido y quebradizo no se podrán aplicar esfuerzos mecánicos como la compresión y la flexión (por ejemplo, corte con tijera, plegado).

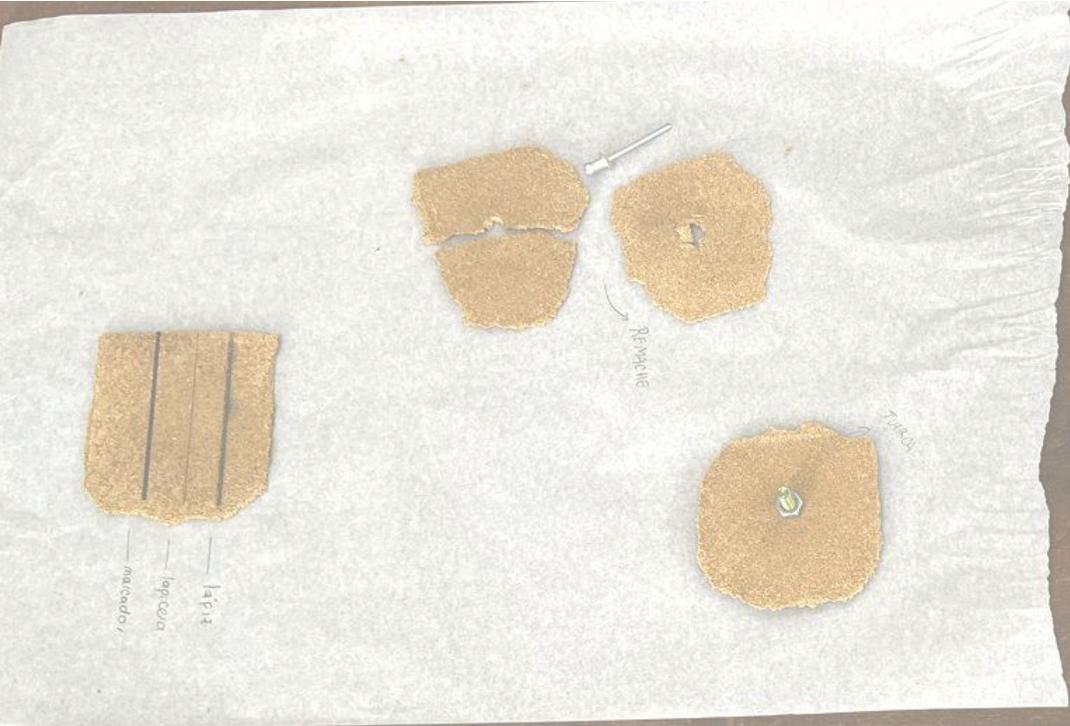
A partir de la observación, se nota que el material tiene características similares a los aglomerados de madera, es por esto que se entiende que se puede intervenir con tintas y grafos.

# 7. Exploración y aplicaciones

## 7.0 Introducción

Realización de intervenciones y aplicaciones al material en el laboratorio de la EUCD. Con la ayuda de herramientas brindadas por el profesor Pedro Santoro se realizaron pruebas de carácter tridimensional con el fin de observar el comportamiento del material.





## 7.1 Aportes del diseño

Al obtener una muestra final del MCA que cumpla en su mayoría con los objetivos enunciados, se realizaron diferentes pruebas para luego plantear las diversas características y posibilidades que presenta el material desde un enfoque de diseño.

**Marcado:** se realizaron líneas sobre el material con distintos métodos (lápiz, lapicera y marcador permanente), en la foto se puede visualizar como los tres tipos de fibra permanecen sobre el material y se distinguen con claridad.

**Figura 23**

Pruebas de marcado sobre el MCA.



**Perforado:** para visualizar cómo se comporta el material frente a la perforación con distintos tamaños se utilizó el taladro de banco con distintos tipos de mechas y sierras de copa. Se puede observar que el material mantiene su forma y no presenta fisuras ni quiebres a causa de las perforaciones.

**Figura 24.**

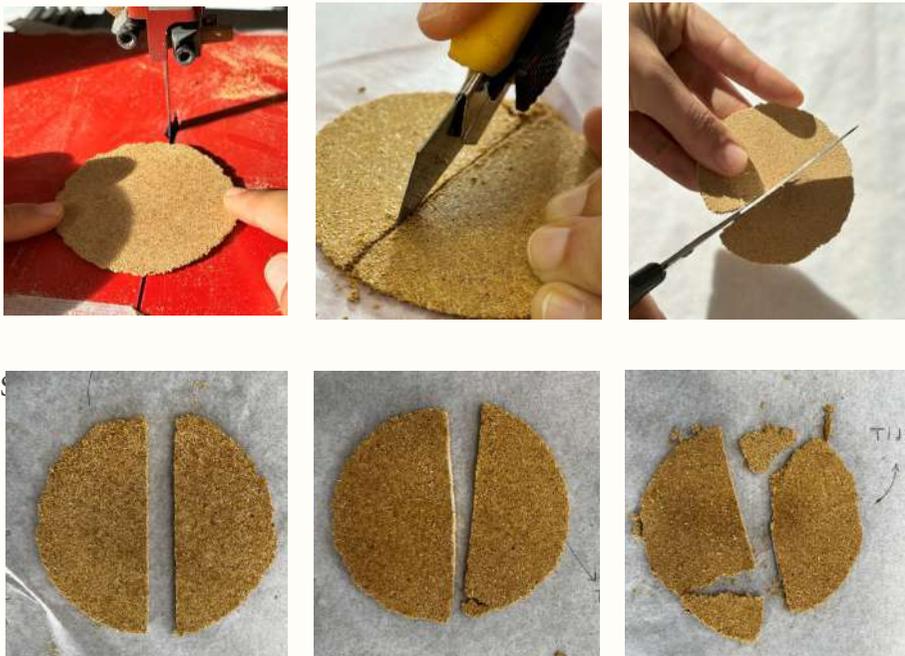
Pruebas de perforado sobre el MCA.



**Cortado:** se realizaron distintos tipos de corte al material con sierra, tijera y sierra. El método más adecuado para que el material no se quiebre ni desgrane es la sierra sin fin de banco o la trincheta si se tiene mucha precisión, por otro lado, la tijera aplica mucha presión sobre el material y además de cortarlo con cierta dificultad, lo quiebra.

Figura 25

Pruebas de corte con diferentes herramientas.



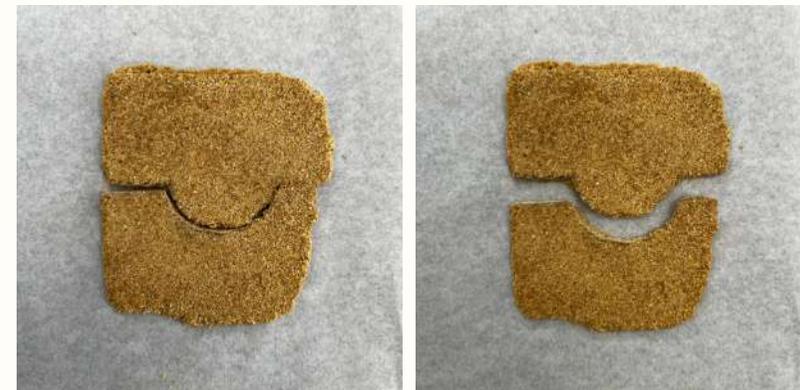
**Uniones:** Pruebas de uniones permanentes y semi permanentes (encolado, encastrados, piezas de unión)

1. Encastrado:

Se realizó un encastre con trincheta para probar su efectividad. El material al ser sometido al corte o desbaste tiende a desgranarse fácilmente por su composición y propósito, es por ello que no se sostiene ni logra encontrarse en exactitud al realizar este tipo de método.

Figura 26

Pruebas de encastre en el MCA.



2. Encolado:

Para generar una unión permanente entre piezas, se pegaron dos muestras con cemento de contacto. Luego de unas horas de secado las piezas quedaron completamente unidas.

*Figura 27*

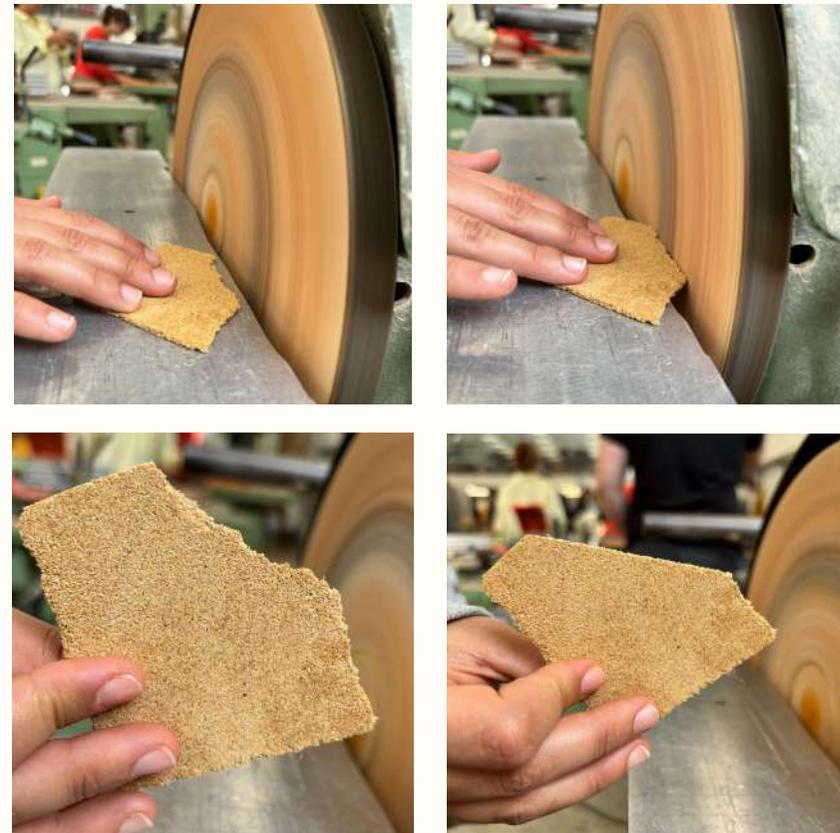
Prueba de unión mediante encolado.



**Lijado:** se sometió una muestra de sección irregular a la lijadora para observar su comportamiento. Se puede observar como la muestra se desbasta con facilidad y logra una sección recta.

*Figura 28*

Prueba de lijado



**Prueba tridimensional:** En conjunto con el profesor Pedro Santoro, se realizaron probetas con la prensa del taller de maderas y metales de la EUCD y moldes calefactores hechos a partir de dos discos de arado y una resistencia eléctrica.

El objetivo de estas probetas es determinar si se puede moldear el MCA aplicando presión y calor.

Los resultados fueron satisfactorios ya que logramos una muestra que no es completamente laminar. Sin embargo, debido a que los discos de arado calentaban únicamente en el centro, no se repartió el calor de manera homogénea lo que imposibilita una muestra uniforme.

**Figura 29**

Proceso de prueba tridimensional



Lucía Baptista, Manuela Martínez | 2024

**Figura 30**

Detalle de prensado



**Figura 31**

Resultado de prueba tridimensional



## **7.2 Posibles Aplicaciones**

Presentando las características y propiedades del material, se concluye que el mismo puede utilizarse para fabricar envases biodegradables, ideales para empaquetar alimentos y productos orgánicos siempre y cuando sean secos y semisecos.

También puede utilizarse para la creación de envases biodegradables, embalajes ecológicos, piezas técnicas moldeadas, productos desechables y piezas de decoración o artículos de regalo sostenibles.

La posibilidad de moldear el material en la etapa de prensado permite crear piezas de diversas formas y tamaños.

# 8. Resultados

## 8.0 Introducción

A continuación se presentan las muestras finales del MCA. Las dos primeras imágenes son las pruebas realizadas en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería junto con Nicolas Airola. Luego, las siguientes imágenes son las pruebas realizadas en el laboratorio de madera y metales de la Escuela Universitaria Centro de Diseño.



## 8.1 Características del material

A partir de los resultados obtenidos se presenta la caracterización del material, con el fin de comprender sus propiedades y adecuarlo a diversas aplicaciones:

### 1. Características Visuales

- 1.1. Color: coloración marrón uniforme
- 1.2. Textura: suave al tacto
- 1.3. Brillo: si se realiza la capa superficial de almidón de maíz presenta brillo, de lo contrario tiene un acabado satinado
- 1.4. Transparencia/Opacidad: opaco

### 2. Características Tecnológicas

- 2.1. Peso: 45 g (muestra de 16 cm ø)
- 2.2. Material rígido: si
- 2.3. Resistencia a la compresión: frágil, se quiebra al aplicar fuerza de compresión
- 2.4. Resistencia a la tracción: frágil, se quiebra al aplicar fuerza de tracción

- 2.5. Biodegradabilidad: se entiende que puede ser biodegradable según norma UNE-EN 13432:2000/AC: 2005
- 2.6. Capacidad de Moldeado: presenta capacidad de ser moldeado siempre y cuando este proceso se realice al momento del prensado
- 2.7. Facilidad de Corte: se corta fácilmente con sierra.
- 2.8. Facilidad de Ensamblaje: se pueden realizar uniones de ensambles con el material.

### 3. Observaciones Adicionales:

- 3.1. El material resiste al contacto con líquidos siempre y cuando sea en poca cantidad y en un corto período de tiempo, no es apto como para contener preparaciones como por ejemplo sopas o jugos.





# 9. Conclusiones finales

## 9.0 Introducción

A partir del análisis de los resultados obtenidos y el desarrollo de la investigación, se presentan las conclusiones finales de este trabajo de grado. Estas conclusiones proporcionan una síntesis de los principales resultados, así como sus implicaciones y posibles áreas de desarrollo futuro. En este capítulo se resumen los aspectos más relevantes abordados en la investigación, destacando su importancia y contribución al campo del diseño.

Respondiendo al objetivo general planteado al comienzo del proyecto: *explorar el proceso de fabricación y las propiedades del MCA (material de Cáscara de Arroz)*, se logró desarrollar la receta del mismo y sistematizar el proceso de fabricación, brindando información detallada sobre sus características, propiedades y posibles aplicaciones, siendo el MCA fácil de replicar.

A su vez, se pretendía determinar la efectividad del MCA como envase para alimentos, lo cual se comprobó en el informe a partir de normativas vigentes e investigaciones relacionadas con la temática. Sin embargo, entendemos que es necesario continuar investigando este aspecto, pudiendo poner a prueba el material bajo el Reglamento Bromatológico Nacional, que en su capítulo doce aborda los materiales en contacto con alimentos. La Cámara de Industrias de Uruguay ofrece una serie de capacitaciones sobre envases en contacto con alimentos que podrían proporcionar la información necesaria para fundamentar su uso como envase.

El MCA presenta la esencia de la cáscara de arroz en su color y apariencia, tiene un acabado rústico que permite distinguir la materia prima, manteniendo la liviandad característica de la cascarilla.

Por otro lado, es un material que abre las posibilidades de uso por su capacidad de moldeado al prensarse y la aplicación de distintas técnicas de desbaste como el corte, perforaciones y ensamblajes. Es posible continuar investigando los procesos de desarrollo de pruebas tridimensionales con este material, ya que en esta investigación solo se testeó el prensado con calor. Además, se realizó una prueba preliminar de la implementación de colorantes comestibles como pigmentos. Este ensayo tuvo un carácter inicial, por lo que es necesario continuar explorando sus posibilidades y potencialidades.

Se experimentaron terminaciones superficiales en el laboratorio para las muestras de MCA, las cuales, en primera instancia, funcionaron para proteger el material, sin embargo, este punto requiere una investigación de mayor alcance, que incluya un estudio exhaustivo de las propiedades mecánicas y químicas, ensayos para evaluar la durabilidad y resistencia, y la implementación de métodos de control de calidad. Además, realizar pruebas de rendimiento en condiciones reales de uso y comparar los resultados con otros materiales existentes en el mercado para validar su viabilidad comercial y técnica.

A partir de la inmersión en la temática, nos acercamos a actores involucrados en la producción nacional de arroz, a través de

entrevistas y trabajos de observación en campo. Estas instancias permitieron visualizar en detalle la situación actual de la problemática y en base a ello plantear el problema de investigación acorde.

El inicio del desarrollo del material a un nivel intuitivo y doméstico reveló la presencia de limitaciones que trascendían nuestra capacidad de abordaje, como por ejemplo, el no lograr triturar la cáscara de arroz con maquinaria doméstica (licuadora y procesadora) por su baja densidad o no poder prensar el material para obtener un resultado más compacto y rígido. Esto despertó la necesidad de investigar y establecer colaboraciones con expertos de diversos ámbitos disciplinarios.

Tras llevar a cabo la investigación de antecedentes en la temática, se identificó el Trabajo Final de Grado “Elaboración de envases para alimentos a partir de cáscara de arroz” Aschier, García, Laborde, y otros (2021) de la Facultad de Ingeniería (Udelar), el cual proporcionó un marco sólido que abrió las puertas a la posibilidad de trabajar con otra área de estudio.

Esta colaboración interdisciplinaria resultó ser de gran significancia en el desarrollo del material. Además, a lo largo del proceso, aprendimos y pudimos compartir nuestros conocimientos, lo que enriqueció aún más el desarrollo de este trabajo.

Como resultado del intercambio de conocimientos en colaboración con Nicolás Airola y la experimentación realizada en el laboratorio de procesos forestales, se concluyó que la eliminación de ciertos componentes, como la glicerina y el vinagre, proporciona un mayor control sobre la muestra frente a agentes externos y la degradación del MCA. Además, se logró fundamentar la función de cada componente y cómo se refleja en el resultado final. Para explorar completamente las posibilidades del material, es necesario experimentar y evaluar su resistencia en diferentes espesores y formas, con el fin de observar y analizar su comportamiento.

Por otro lado, se identificaron limitaciones en cuanto a la experimentación dentro del ámbito del diseño, al trabajar en el laboratorio de procesos forestales de la FING. Esta situación nos llevó a buscar colaboración con los talleres y profesores de la Escuela Universitaria Centro de Diseño (EUCD), donde exploramos las contribuciones del diseño aplicadas al material.

Es importante aclarar que el alcance actual de la investigación no ha determinado si el MCA es económicamente competitivo frente a la quema de cáscara para generación de energía. Es crucial seguir investigando para evaluar comparativamente los costos y beneficios económicos y ambientales de ambas opciones, lo que permitirá tomar decisiones informadas y

promover prácticas más sostenibles en la gestión de residuos agrícolas.

Es relevante destacar que hemos logrado desarrollar habilidades significativas, entre las que se incluyen la capacidad de priorizar tareas, organizar pendientes de manera eficiente, interactuar con una variedad de actores, gestionar el tiempo de forma efectiva, abordar imprevistos, resolver problemas de manera creativa y colaborar en equipos multidisciplinarios.

Concluyendo, este proyecto representa el cierre de un ciclo significativo. Reflexionar sobre el trayecto recorrido nos gratifica y nos invita a contemplar los logros alcanzados con satisfacción.

# 10. Referencias bibliográficas

- Rosa Sierra, A., & González Madariaga, F. J. (2013). *APLICACIÓN DE LA ERGONOMÍA HÁPTICA AL DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS*. Revista Legado de Arquitectura y Diseño, (13), 9-19.
- Baños Ardavín, E, Rodríguez Regordosa, H, Olmos López y Díaz Vázquez, A (2014). *Análisis sensorial*. PRIMERA EDICIÓN.
- García. F, Lanfranco. B, Hareau. G. (2012) *EFEECTO SOBRE EL COMERCIO Y BIENESTAR DE DISTINTAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS PARA EL ARROZ URUGUAYO*. p. 82, ANEXO 3 – ARROZ: ESTRUCTURA DEL GRANO.
- Uruguay XXI (2022). *SECTOR AGRÍCOLA EN URUGUAY*. Promoción de inversiones, exportaciones e imagen país, 1-42. <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/20c2018b1a2e68514020b55bcd11b62c6874640e.pdf#:~:text=Entre%20los%20principales%20productos%20vinculados,recientemente%2C%20la%20colza%20y%20carinata.>



- INIA. *Cultivo de arroz, Antecedentes*. <http://www.inia.uy/investigaci%C3%B3n-e-innovaci%C3%B3n/programas-nacionales-de-investigaci%C3%B3n/Programa-Nacional-de-Investigacion-en-Produccion-de-Arroz/Antecedentes>
- Uruguay XXI (2013). *Informe Sector Arroceros*. <https://www.aca.com.uy/wp-content/uploads/2014/08/Informe-arroceros-Dic-2013-Uruguay-XXI.pdf>
- Munari, B. (1983). *Como nacen los objetos*. Apuntes para una metodología proyectual. Gustavo Gili, S.A. <https://timifaucom.files.wordpress.com/2021/06/bibliografiacomo-nacen-los-objetos-bruno-munari.pdf>
- Duarte, S.S. Nuñez, R. (2020). *Materiales biológicos*. Materiales y sustentabilidad a través del diseño. Sedici. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/110630/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/110630/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ernst, O, Siri-Prieto, G. *La agricultura en Uruguay: su trayectoria y consecuencias*. <http://www.eemac.edu.uy/investigacion/produccion-vegetal/rotacion-cultivos/publicaciones1/La-agricultura-en-Uruguay-su-trayectoria-y-consecuencias.pdf>
- Goyenola, G., Kruk, C., Mazzeo, N., Nario, A., Perdomo, C., & Meerhoff, M. (2021). Producción, nutrientes, eutrofización y cianobacterias en Uruguay armando el rompecabezas. *Innotec*, 22(2021). <https://doi.org/10.26461/22.02>
- Herrera, Gloria María Doria; Hormaza Anaguano, Angelina; Gallego Suarez, Darío (2011). Cascarilla de arroz: material alternativo y de bajo costo para el tratamiento de aguas contaminadas con cromo. *Gestión y Ambiente*, vol. 14, núm. pp 73-83.
- Norma Europea UNE-EN 13432:2000/AC (2005). Requisitos para los envases y embalajes valorizables mediante compostaje y biodegradación.
- Centro de Investigación y Desarrollo en Diseño Industrial (2018). *Diagnóstico de Diseño para el Desarrollo de Productos*, El desarrollo de productos en la empresa. Conceptos básicos para su comprensión.
- Secretaría del Mercosur (2015). *Reglamento técnico Mercosur sobre materiales, envases y equipamientos celulósicos destinados a estar en contacto con alimentos*.

## **11. Anexo**



## 11.1 Trabajo de campo –

Visita a planta Industrial Arrozur

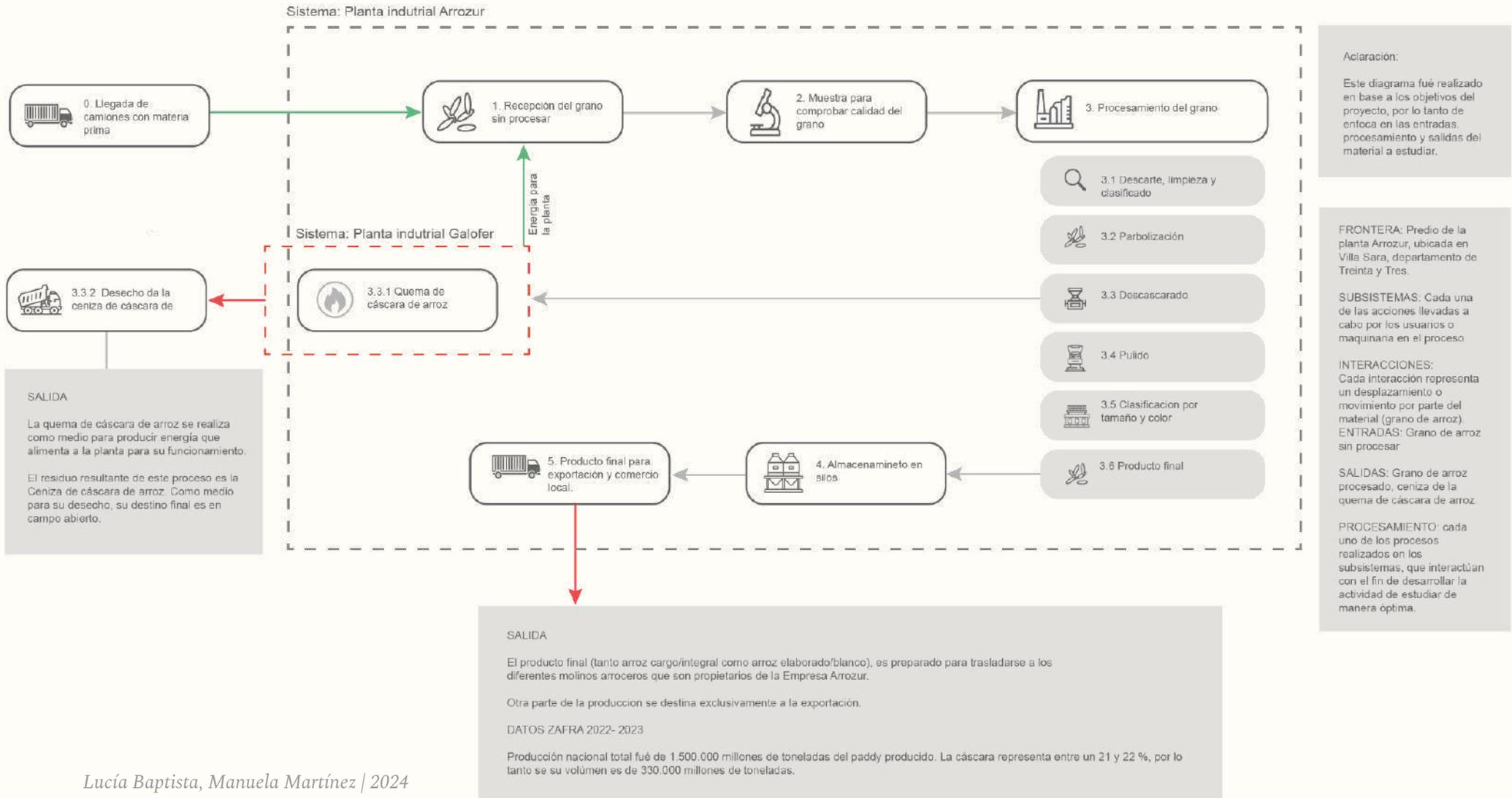
Fecha de la visita: 10 de mayo del 2023

Ubicación: 33000 Villa Sara, Departamento de Treinta y Tres

Persona de contacto: Nicolás Martínez, Jefe de planta



# FLUJO Y PROCESO PLANTA ARROZUR



### 11.3 Entrevista Arrozur

Esta entrevista se realizó para llevar a cabo la visita a la planta, con el objetivo de conocer a detalle los procesos de la fábrica industrial y puntualmente investigar qué sucede con la cáscara de arroz.

#### Preguntas:

1. ¿Qué hacen en esta planta y en que se especializan? ¿Con cuántos trabajadores cuentan? ¿Hace cuánto funciona la planta?
2. ¿Cómo es el proceso en la planta desde que se cultiva el arroz hasta que se entrega a los clientes? ¿Cuáles son los actores más importantes que se involucran en este proceso?
3. ¿Cuáles son las dimensiones de producción de la planta?
4. ¿Qué residuos tienen? ¿En qué parte del proceso se desprende la cáscara de arroz?
5. ¿La cáscara de arroz qué dimensión tiene como residuo? ¿Es el que mayor volumen genera?
6. ¿Los residuos pasan por algún proceso específico?
7. ¿Qué maquinaria utilizan en cada proceso?
8. ¿Cuáles son las medidas de seguridad de la plata?, cual es el equipo de protección personal requerido para trabajar?
9. ¿Cuentan con algún lineamiento medioambiental y/o sustentable? ¿cual?
10. ¿Qué especialistas/ profesionales trabajan en la industria?
11. ¿En qué año se registró el mayor volumen de producción?
12. ¿A dónde exportan? ¿Dónde/Cuáles son los campos de cultivo con los que trabajan?
13. ¿Qué tipo de arroz procesan?
14. ¿Quiénes son sus principales clientes?

## 11.4 Entrevista Ma.Eugenia Bica - Ingeniera agrónoma y gerente de la ACA

María Eugenia se dedica a la negociación de precios, evolución de exportaciones, y otra parte más técnica de coordinación, evaluación y gestión de proyectos en campo.

### Preguntas:

1. ¿Cuál es tu rol y tareas principales en la asociación?
2. ¿Cuál es la misión y objetivos de la Asociación?
3. ¿Cómo es el proceso productivo con el que trabajan?
4. ¿Cuáles son los mayores desafíos que enfrenta la industria del arroz en la actualidad?
5. ¿Cómo trabajan con los cultivadores de arroz?
6. ¿Qué iniciativas de sostenibilidad llevan a cabo?
7. ¿Cómo aseguran que el arroz cumpla con los estándares de calidad?
8. ¿Cuáles son las últimas innovaciones o avances tecnológicos que han implementado?
9. ¿Cómo ves el futuro de la industria del arroz en Uruguay?
10. ¿Qué tipo de residuos tienen sus procesos?
11. ¿Qué volumen ocupa la cáscara de arroz?
12. ¿Qué hacen con la cáscara de arroz?

## 11.5 Entrevista Sergio Lattanzio – Ingeniero Químico y docente de la Facultad de Ingeniería

Esta entrevista se realiza con el objetivo de conocer el Trabajo Final de Grado “Elaboración de envases para alimentos a partir de cáscara de arroz” Aschier, García, Laborde, y otros (2021) de la Facultad de Ingeniería (UdelaR), en el cual Sergio oficio como tutor.

### Preguntas:

1. ¿Qué te parece más importante destacar de este trabajo de grado?
2. ¿Qué obstáculos tuvieron en el proceso?
3. Algo que nos quieras contar sobre esta tesis
4. En el capítulo de la ingeniería se detalla la descripción del proceso de producción, un análisis de las tecnologías a implementar, se describen los equipos principales, y equipos auxiliares necesarios. ¿Es de fácil acceso recrear el material para nosotras? ¿Necesitamos algún elemento/herramienta especial?
5. ¿Se realizaron pruebas en laboratorio del material?
6. ¿Dónde y en qué estado podemos conseguir lignina?

7. ¿Tienes alguna sugerencia que quieras comentarnos acerca de nuestro proyecto?
8. ¿Cuál es tu opinión acerca de que se tome como referencia el trabajo de grado del cual fuiste parte?
9. ¿Crees que existe la posibilidad de realizar una asesoría para nuestro trabajo por parte de Ingeniería química?

## 11.6 Tabla de requisitos del MCA

Requisitos	Descripción
<b>Indispensables</b>	
Que sea de grado alimenticio	Debe estar diseñado para contener alimentos sin afectar su estructura, sabor, color.
Que el material esté compuesto con cáscara de arroz	El material con el que el producto sea fabricado debe estar compuesto por cáscara de arroz.
Que sea biodegradable	Debido a que el producto debe ser descartable, también tendrá que ser biodegradable de tal manera que no contamine el medio ambiente.
Que sea inocuo	Al tratarse de un producto de grado alimenticio, el mismo debe cumplir con las condiciones bromatológicas, para que no sea peligroso para el usuario en el momento de la ingesta de los alimentos que contendrá dicho producto.
<b>Deseables</b>	
Que sea liviano	Es deseable que el material sea liviano para poder fabricar productos que pueden ser pensados para grandes producciones
<b>Optativos</b>	
Que sea fácil de replicar	Si las materias primas y procesos de fabricación son de fácil acceso se podrá llegar a replicar el material

## **11.7 Fichas pruebas etapa 1**

Se presentan siete fichas en las que se detallan las probetas realizadas en la etapa 1 de exploración del material. En estas fichas se encontrará información como especificaciones del material, propiedades atribuidas, componentes, herramientas utilizadas, observaciones y fotos.

# MUESTRA 0

0 Fichas de registro de carácter perceptivo e intuitivo, con la finalidad de registrar las propiedades atribuidas del material. Se presenta cada muestra realizada, sus componentes, cantidades necesarias, proceso, herramientas a utilizar, observaciones y características del resultado.

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones

1

2

2 Componentes  
Elementos que forman parte de la mezcla y sus cantidades en mililitros o gramos

3 Herramientas  
Herramientas y utensilios que se requieren durante el proceso productivo

Conjunto de pasos a seguir para lograr el resultado deseado

4					
PROCESO	1	2	3	4	5

5 ESPECIFICACIONES  
Parámetros que definen el material

- Tamaño: Dimensiones de la muestra (ancho y largo)
- Espesor: Grosor de la muestra
- Masa: cantidad de materia que posee un cuerpo u objeto material
- Tiempo de secado: cuánto demora la muestra en secarse expuesta al calor

6 PROPIEDADES ATRIBUIDAS  
condicionadas por la cultura, experiencia y vivencia previa del usuario.

1. **Táctil:** Cuando la información de los estímulos se adquiere sólo a través de la piel. Mediante la misma se logra percibir propiedades como forma, tamaño, dureza, peso y temperatura.
2. **Olfativo:** Se estimula ante las sustancias volátiles (aromáticas), que se perciben cuando se transmiten por el aire.
3. **Auditivo:** Se encargan de la percepción de los sonidos.
4. **Visual:** Comprueba la apariencia, la forma, el tamaño, la densidad, el deterioro físico y el color

7 OBSERVACIONES

Registrar comportamientos que se observan durante el proceso y testeado del material. Comentarios acerca de las herramientas y los pasos realizados.

# MUESTRA 1

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones



## Componentes

Nombre	Cantidad
Agua	240 ml
Almidón de maíz	25 gr
Vinagre	15 ml
Glicerina	15 ml
Cáscara de arroz	30 gr
Gelatina	7 gr

## Herramientas

Recipiente
Procesadora
Jarra medidora
Utensillos para mezclar
Molde apto para horno
Cuchara
Horno

## PROCESO



1 Medir la cáscara de arroz y el almidón de maíz



2 Medir el agua y la glicerina



3 Mezclar todo y agregar el vinagre y la gelatina



4 Mezclar y agregar el vinagre y la gelatina



5 Pasar la mezcla al molde, Esparcir y colocar en el horno a 200 grados.

## ESPECIFICACIONES

Tamaño	19,5 cm Ø
Espesor	0,5 cm
Peso	50 gr
Tiempo de secado	60 minutos

## ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Táctil	Rugoso - cálido
Olfativo	Seco
Auditivo	Quebradizo
Visual	Texturizado - brillante - opaco

## OBSERVACIONES

Al utilizar la cáscara de arroz entera, la muestra final presenta quiebres y desprendimiento del material.

# MUESTRA 2

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones



## Componentes

Nombre	Cantidad
Agua	240 ml
Almidón de maíz	25 gr
Vinagre	15 ml
Gelatina	7 ml
Cascara de arroz	30 gr

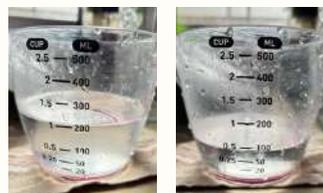
## Herramientas

Recipiente
Procesadora
Jarra medidora
Utensillos para mezclar
Molde apto para horno
Cuchara
Horno

## PROCESO



1 Medir la cascara de arroz y el almidón de maíz y procesarlos



2 Medir el agua y la glicerina



3 Mezclar y agregar el vinagre



4 Mezclar y agregar la gelatina



5 Pasar la mezcla al molde, Esparcir y colocar en el horno a 200 grados.

## ESPECIFICACIONES

Tamaño	19,5 cm Ø
Espesor	0,5 cm
Peso	70 gr
Tiempo de secado	60 minutos

## ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Táctil	Frío - flexible
Olfativo	Arroz
Auditivo	Felexible - Apagado
Visual	Homogéneo - Claro

## OBSERVACIONES

Se procesó la cascara junto con el almidón para obtener una muestra más homogénea y flexible

# MUESTRA 3

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones



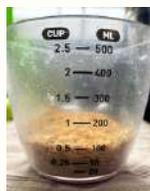
## Componentes

Nombre	Cantidad
Agua	120 ml
Almidón de maíz	12,5 g
Vinagre	7,5 ml
Glicerina	7,5 ml
Cáscara de arroz	15 gr
Gelatina sin sabor	7 g

## Herramientas

Recipiente
Procesadora
Jarra medidora
Utensillos para mezclar
Molde apto para horno
Cuchara
Horno

## PROCESO



1 Medir la cáscara de arroz y el almidón de maíz y procesarlos



2 Medir el agua y la glicerina



3 Mezclar y agregar el vinagre y la gelatina



4 Llevar a fuego hasta espesar (5 minutos aproximadamente).



5 Pasar la mezcla al molde, Esparcir y colocar en el horno a 200 grados.

## ESPECIFICACIONES

Tamaño	19,5 cm Ø
Espesor	0,5 cm
Peso	60 gr
Tiempo de secado	60 minutos

## ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Táctil	Rugoso - Frío
Olfativo	Seco
Auditivo	Flexible
Visual	Translúcido - claro

## OBSERVACIONES

Además de procesar la cáscara de arroz y el almidón, se le agrega a la mezcla gelatina sin sabor para aumentar la flexibilidad de la muestra.

# MUESTRA 4

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones



## Componentes

Nombre	Cantidad
Agua	240 ml
Vinagre	15 ml
Glicerina	15 ml
Cascara de arroz	30 gr
Gelatina sin sabor	7 g

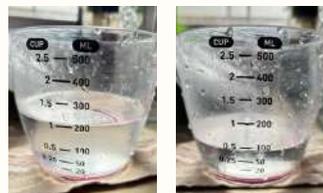
## Herramientas

Recipiente
Procesadora
Jarra medidora
Utensillos para mezclar
Molde apto para horno
Cuchara
Horno

## PROCESO



1 Medir la cascara de arroz y procesarla junto con un poco de agua



2 Medir el agua y la glicerina



3 Diluir y agregar la gelatina



4 Mezclar todos los ingredientes durante 5 minutos hasta que la mezcla espese



5 Pasar la mezcla al molde, esparcir y llevar al frío durante 2 horas.

## ESPECIFICACIONES

Tamaño	19,5 cm Ø
Espesor	0,5 cm
Peso	100 gr
Tiempo de secado	120 minutos

## ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Táctil	Frío - pegajoso
Olfativo	Húmedo
Auditivo	Sólido
Visual	Brillante

## OBSERVACIONES

Luego de espesar la mezcla a fuego directo, se la lleva al frío para que termine de espesar.

# MUESTRA 6

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones



## Componentes

Nombre	Cantidad
Agua	200 ml
Almidón de maíz	63 gr
Vinagre	15 ml
Glicerina	100 ml
Cascara de arroz	15 gr
Gelatina sin sabor	7 g

## Herramientas

Recipiente
Procesadora
Jarra medidora
Utensillos para mezclar
Molde apto para horno
Cuchara
Horno

## PROCESO



1 Medir la cascara de arroz y procesarla junto con un poco de agua

2 Medir el agua y la glicerina

3 Mezclar y agregar la gelatina

4 Mezclar durante 5 minutos hasta que la mezcla espese

5 Pasar la mezcla al molde, esparcir y llevar al frío durante 2 horas.

## ESPECIFICACIONES

Tamaño	19,5 Ø
Espesor	0,3 cm
Peso	50 gr
Tiempo de secado	120 minutos

## ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Táctil	Flexible - oleoso
Olfativo	Fresco
Auditivo	Pegajoso
Visual	Húmedo

## OBSERVACIONES

Para aumentar la flexibilidad de la muestra se le agregó mas cantidad de glicerina a la mezcla. Como resultado final se obtuvo un material muy flexible, oleoso, húmedo y pegajoso.

# MUESTRA 5

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones



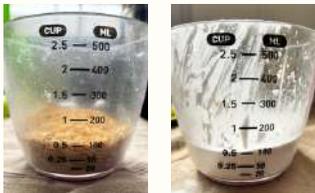
## Componentes

Nombre	Cantidad
Agua	240 ml
Almidón de maíz	25 g
Vinagre	15 ml
Glicerina	15 ml
Cáscara de arroz	30 gr
Gelatina sin sabor	7 g

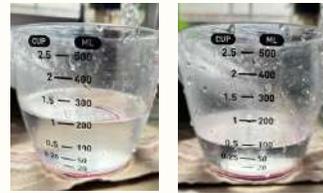
## Herramientas

Recipiente
Procesadora
Jarra medidora
Utensillos para mezclar
Molde apto para horno
Cuchara
Horno

## PROCESO



1 Medir la cáscara de arroz y procesarla junto con un poco de agua



2 Medir el agua y la glicerina



3 Mezclar todo y agregar la gelatina



4 Mezclar durante 5 minutos hasta que la mezcla espese



5 Pasar la mezcla al molde, esparcir y llevar al frío durante 2 horas.

## ESPECIFICACIONES

Tamaño	21x14 cm
Espesor	0,5 cm
Peso	120 gr
Tiempo de secado	120 minutos

## ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Táctil	Frío - pegajoso
Olfativo	Húmedo
Auditivo	Sólido - viscoso
Visual	Opaco

## OBSERVACIONES

Así como la muestra anterior, se lleva la muestra al frío, pero se le agrega a los componentes el almidón de maíz.

# MUESTRA 7

Investigación sobre material a base de cáscara de arroz para su desarrollo y posibles aplicaciones



## Componentes

Nombre	Cantidad
Agua	120 ml
Almidón de maíz	15 gr
Vinagre	7,5 ml
Glicerina	12 ml
Cascara de arroz	15 gr
Gelatina sin sabor	7 gr

## Herramientas

Recipiente
Procesadora
Jarra medidora
Utensillos para mezclar
Molde apto para horno
Cuchara
Horno

## PROCESO



**1** Medir la cáscara de arroz y el almidón de maíz y procesarlos



**2** Medir el agua y la glicerina



**3** Mezclar y agregar el vinagre y la gelatina



**4** Llevar a fuego hasta espesar (5 minutos aproximadamente).



**5** Pasar la mezcla al molde, Esparcir y colocar en el horno a 200 grados.

## ESPECIFICACIONES

Tamaño	14 cm Ø
Espesor	0,5 cm
Peso	43 gr
Tiempo de secado	120 minutos

## ATRIBUTOS ESTÉTICOS

Táctil	Rugoso
Olfativo	Seco - arroz
Auditivo	Hueco - flexible
Visual	Opaco

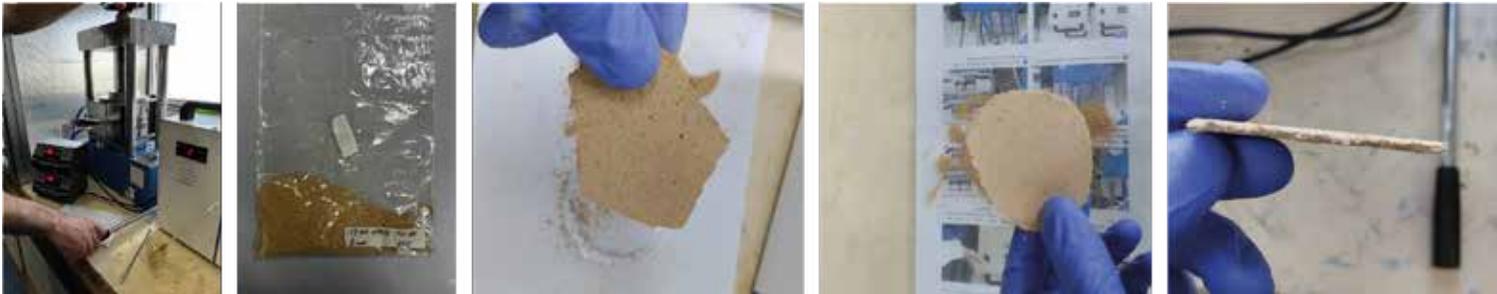
## OBSERVACIONES

Para esta muestra decidimos aumentar el tiempo de secado en el horno, estuvo un total de 2 hs en horno a 200°C, lo cual le brindó mayor dureza al material, pero menor flexibilidad.

## **11.8 Fichas pruebas etapa 2**

Se presentan ocho fichas en las que se detallan las probetas realizadas en la etapa 2 de exploración del material. En estas fichas se encontrará información como datos generales, materiales y maquinaria utilizada, detalles del proceso, comentarios y observaciones y fotos.



Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	1	Tiempos de producción	30 minutos
Fecha	15/1/24	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Triturar la cáscara con 1 mm de espesor.</li> <li>2. Se dispone la cáscara triturada sobre un aro de papel aluminio que cumple la función de molde.</li> <li>3. Se lleva el molde a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</li> <li>4. Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar</li> </ol>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	15 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Prensa térmica			
Espátula de metal			
Trituradora			
Papel aluminio			
Comentarios/ Observaciones			
<p>Luego se salir de la prensa la muestra está compacta y estable, pero al manipularla se comienza a quebrar y desgranar facilmente. A su vez, a modo de prueba se le colocó una gota de agua a la muestra para ver su comportamiento y el tiempo de absorción.</p>			
Fotos			
			

Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	2	Tiempos de producción	60 minutos
Fecha	22/2/24	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Triturar la cáscara con 1 mm de espesor.</li> <li>2. Se realiza una mezcla de almidón y agua, se calienta y mezcla hasta espesar.</li> <li>3. Se mezcla la cáscara triturada con la mezcla de almidón hasta que toda la mezcla esté húmeda, no se obtiene una pasta, mas bien una arena mojada.</li> <li>4. Se lleva esta mezcla al molde para llevar a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</li> <li>5. Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar.</li> </ol>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	10 gr		
Agua	20 gr		
Almidón	10 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Pastilla magnetica			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Varilla de vidrio			
Prensa térmica			
Pipeta pasteur de plástico			
Espátula de metal			
Trituradora			
Horno de secado			
Papel aluminio			
Comentarios/ Observaciones			
La muestra resultante presenta mayor rigidez, pero al agregarle el aglomerante el papel aluminio se adhiere a la muestra.			
Fotos			

Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	3	Tiempos de producción	60 minutos
Fecha	6/3/24	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para comenzar el proceso, se realiza una mezcla de gelatina y agua, se calienta y mezcla hasta disolver la gelatina.</li> <li>2. Luego se tritura la cáscara con 1 mm de espesor.</li> <li>3. Se mezcla la cáscara triturada con la mezcla de gelatina hasta que toda la mezcla esté húmeda, no se obtiene una pasta, mas bien una arena mojada.</li> <li>4. Se lleva esta mezcla al molde para llevar a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</li> <li>5. Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar.</li> <li>6. Se le aplica a la muestra una capa de la mezcla de gelatina y se lleva a horno de secado por 10 minutos</li> </ol>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	5,61 gr		
Agua	62,84 gr		
Gelatina	7,06 gr		
Solución gelatina disuelta	2,81 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Pastilla magnetica			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Varilla de vidrio			
Prensa térmica			
Pipeta pasteur de plástico			
Espátula de metal			
Trituradora			
Horno de secado			
Papel aluminio			

#### Comentarios/ Observaciones

La muestra al salir de la prensa presenta una leve "burbuja" o levantamiento como se visualiza en la última imagen, se cree que es vapor proveniente del material al intentar salir cuando se encuentra en la prensa térmica.

#### Fotos



Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	4	Tiempos de producción	60 minutos
Fecha	6/3/24	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para comenzar el proceso, se realiza una mezcla de almidón y agua, se calienta y mezcla hasta obtener una mezcla espesa.</li> <li>2. Luego se tritura la cáscara con 1 mm de espesor.</li> <li>3. Se mezcla la cáscara triturada con la mezcla del almidón espesado hasta que toda la mezcla esté húmeda, no se obtiene una pasta, mas bien una arena mojada.</li> <li>4. Se lleva esta mezcla al molde para llevar a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</li> <li>5. Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar</li> </ol>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	6,28 gr		
Agua	88,18 gr		
Almidón	9,77 gr		
Mezcla de almidon espesado	3,21 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Pastilla magnetica			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Varilla de vidrio			
Prensa térmica			
Pipeta pasteur de plástico			
Espátula de metal			
Trituradora			
Papel aluminio			

#### Comentarios/ Observaciones

La muestra final es rígida y no se quiebra con facilidad. Se debe mejorar el molde ya que los bordes son la parte más débil de la muestra.

#### Fotos



Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	5	Tiempos de producción	60 minutos
Fecha	6/3/2024	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para comenzar el proceso, se realiza una mezcla de almidón y agua, se calienta y mezcla hasta obtener una mezcla espesa.</li> <li>2. Luego se tritura la cáscara con 1 mm de espesor.</li> <li>3. Se mezcla la cáscara triturada con la mezcla del almidón espesado hasta que toda la mezcla esté húmeda, no se obtiene una pasta, mas bien una arena mojada.</li> <li>4. Se lleva esta mezcla al molde para llevar a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</li> <li>5. Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar.</li> <li>6. Se le aplica a la muestra una capa de la mezcla de almidón espesado y se lleva a horno de secado por 10 minutos</li> </ol>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	6,14 gr		
Agua	88,18 gr		
Almidón	9,77 gr		
Mezcla de almidon espesado	6,7 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Pastilla magnetica			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Varilla de vidrio			
Prensa térmica			
Pipeta pasteur de plástico			
Espátula de metal			
Trituradora			
Horno de secado			
Papel aluminio			

#### Comentarios/ Observaciones

La muestra final es rígida y no se quiebra con facilidad. Se debe mejorar el molde ya que los bordes son la parte más débil de la muestra.

#### Fotos



Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	6	Tiempos de producción	60 minutos
Fecha	13/3/2024	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<p>1. Para comenzar el proceso, se realiza una mezcla de gelatina y agua, se calienta y mezcla hasta obtener disolver.</p> <p>2. Luego se tritura la cáscara con 1 mm de espesor.</p> <p>3. Se mezcla la cáscara triturada con la mezcla del gelatina hasta que toda la mezcla esté húmeda, no se obtiene una pasta, mas bien una arena mojada.</p> <p>4. Se lleva esta mezcla al molde para llevar a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</p> <p>5. Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar.</p>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	6,14 gr		
Agua	88,18 gr		
Gelatina	7 gr		
Solucion de gelatina disuelta	3 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Pastilla magnetica			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Varilla de vidrio			
Prensa térmica			
Pipeta pasteur de plástico			
Espátula de metal			
Trituradora			
Horno de secado			
Papel aluminio			
Comentarios/ Observaciones			
<p>La muestra final es rígida y no se quiebra con facilidad, presenta mejores características y terminaciones que las muestras aglutinadas con almidón de maíz. Se debe mejorar el molde ya que los bordes son la parte más débil de la muestra.</p>			
Fotos			

Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	7	Tiempos de producción	60 minutos
Fecha	20/3/2024	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<p>1. Para comenzar el proceso, se realiza una mezcla de gelatina y agua, se calienta y mezcla hasta obtener disolver.</p> <p>2. Luego se tritura la cáscara con 1 mm de espesor.</p> <p>3. Se mezcla la cáscara triturada con la mezcla del gelatina hasta que toda la mezcla esté húmeda, no se obtiene una pasta, mas bien una arena mojada.</p> <p>4. Se separa parte de la muestra y se le aplica colorante comestible negro.</p> <p>5. Se llevan las mezclas al molde para llevar a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</p> <p>6. . Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar.</p>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	140 gr		
Agua	126 gr		
Gelatina	14 gr		
Solucion de gelatina disuelta	140 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Pastilla magnetica			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Varilla de vidrio			
Prensa térmica			
Pipeta pasteur de plástico			
Espátula de metal			
Trituradora			
Horno de secado			
Papel aluminio			
Comentarios/ Observaciones			
<p>Se prueban por primera vez los moldes realizados en metal con diversas formas. Las dificultades que se presentaron durante el proceso fueron con el papel manteca que se utilizo como superficie protectora de la prensa y desmoldante y utilizar los negativos de los moldes para hacer mayor presión al material, pero al retirarlo de la prensa se adhiere completamente al metal (en la última imagen se puede visualizar en las esquinas como el material esta sobre el metal). La última muestra es la resultante de aplicar color, podemos ver como la cáscara absorbe el colorante y queda un color mas oscuro pero no negro pleno.</p>			
Fotos			

Datos generales		Detalles del proceso	
N° Prueba	8	Tiempos de producción	120 minutos
Fecha	9/4/2024	Granulometría de la cáscara	1 mm
Encargados	Airola, Baptista, Martinez	<p>1. Para comenzar el proceso, se realiza una mezcla de gelatina y agua, se calienta y mezcla hasta obtener disolver.</p> <p>2. Luego se tritura la cáscara con 1 mm de espesor.</p> <p>3. Se mezcla la cáscara triturada con la mezcla del gelatina hasta que toda la mezcla esté húmeda, no se obtiene una pasta, mas bien una arena mojada.</p> <p>5. Se lleva la mezcla al molde para llevar a la prensa térmica por 10 minutos a 140 grados.</p> <p>6. . Se retira la muestra de la prensa y se deja enfriar.</p>	
Materiales y maquinaria utilizada			
Material	Cantidades		
Cáscara de arroz	140 gr		
Agua	126 gr		
Gelatina	14 gr		
Solucion de gelatina disuelta	140 gr		
Maquinaria			
Plancha calefactora			
Pastilla magnetica			
Balanza			
Vaso de bohemia			
Varilla de vidrio			
Prensa térmica			
Pipeta pasteur de plástico			
Espátula de metal			
Trituradora			
Horno de secado			
Papel aluminio			
Comentarios/ Observaciones			
<p>Se prueban por primera vez los moldes realizados en metal con diversas formas. Para tratar de que el papel aluminio o el papel manteca no de adhieran a las muestras, se utilizo papel de respaldo. Para disponer todo en la prensa se hace una capa de papel aluminio, una capa de papel de respaldo, el molde, la mezcla y nuevamente papel de respaldo y papel aluminio. En la primer muestra realizada se visualiza como el papel de respaldo se adhiere a la muestra, se determino que sucede ya que se espera a que enfie el molde y la mezcla. En las siguientes muestras se retira el papel de respaldo enseguida que el molde sale de la prensa, obteniendo el resultado deseado.</p>			
Fotos			