



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**Propuesta para la fabricación de tableros para tabiquería  
utilizando cascara de arroz en la Provincia y Departamento de  
Tumbes, 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Gonzales Hidalgo, Christian (ORCID: 0000-0003-2339-8579)

Monasterio Zapata, Edgar Rodrigo (ORCID: 0000-0001-6514-7191)

**ASESOR:**

Msc. Ing. Castillo Chavez, Juan Humberto (ORCID: 0000-0002-4701-3074)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO — PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A Dios por la salud y bienestar de todos nosotros, a mis padres Carmen y Oscar por la oportunidad de brindarme una excelente educación, y hacerme crecer como persona gracias a su gran inculcación de valores, esfuerzo y dedicación, a mi familia, novia por brindarme el apoyo y aliento necesario para el cumplimiento de mis metas formando parte importante en mi vida, a mis amigos y compañeros por los consejos proporcionados de superación y esfuerzo.

Gonzales Hidalgo, Christian

A mis padres por haberme educado e inculcado valores para ser la persona que hoy en día soy y ser mi soporte para seguir adelante en mis momentos más difíciles, a mi familia, a mi enamorada y a mis amigos por el apoyo que me brindan día a día.

Monasterio Zapata, Edgar Rodrigo

## **Agradecimiento**

A Dios primeramente por sus infinitas bendiciones que todos nuestros logros se lo debemos a él.

A nuestros familiares por sus deseos de superación, esfuerzo y confianza.

A nuestros docentes y compañeros que brindaron su apoyo en todo momento para seguir creciendo personal y profesionalmente.

A nuestros asesores por su apoyo fundamental con su vasta experiencia para lograr los objetivos académicos propuestos.

A la Universidad Cesar Vallejo y su equipo que la conforma por la oportunidad proporcionada.

A todas las personas y amistades que brindaron de manera desinteresada su apoyo incondicional para el desarrollo de este trabajo de investigación.

## Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2. Variables y operacionalización .....	22
3.3. Población, muestra y muestreo .....	24
3.4. Técnicas de recolección de datos .....	24
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Métodos de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES .....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS .....	47

## Índice de tablas

<b>Tabla 1: Composición química de la cáscara de arroz .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2: Flujograma: Diseño y esquema de trabajo .....</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 3: Operacionalización de la variable .....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 4.....</b>	<b>30</b>
<b>Densidad M1-A .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 5.....</b>	<b>31</b>
<b>Densidad M1-B .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 6.....</b>	<b>32</b>
<b>Peso de tablero.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 7 .....</b>	<b>33</b>
<b>Textura .....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 8.....</b>	<b>34</b>
<b>Capacidad de absorción de agua M1-A.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 9.....</b>	<b>35</b>
<b>Capacidad de absorción de agua M1-B.....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 10.....</b>	<b>36</b>
<b>Comparación de costos de los tableros.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 11 .....</b>	<b>37</b>
<b>Resistencia a la flexión M1-A .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 12.....</b>	<b>38</b>
<b>Resistencia a la flexión M1-B .....</b>	<b>38</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1. Tablero que está afectado por fuerzas de compresión.....</b>	<b>38</b>
---	-----------

## Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo añadir un valor agregado a la cascarilla de arroz que se considera como un desecho orgánico al sembrar y cosechar arroz en muchas regiones de nuestro país, especialmente en nuestra región Tumbes. Por sus propiedades químicas la cáscara de arroz genera contaminación, sea por la disposición inadecuada o por quemarlo en el afán de eliminarlo.

En la industria de la construcción, es posible dar uso a tableros de aglomerados como tabiquería, pues debido a su bajo costo, sus propiedades adecuadas para conservar un ambiente agradable en el interior de los hogares o edificios. En la actualidad se dispone en el mercado tableros de aglomerados, siendo el más común la mapresa, entonces surgió la idea de fabricar tableros haciendo uso básicamente de la cáscara de arroz.

Los resultados obtenidos fueron: del tablero de escala comercial preparado con cascara de arroz, su costo fue de 55,68 soles, el peso del tablero: 16,000 Kg, densidad  $0,358 \text{ g/cm}^3$ , capacidad de absorción de agua: 41,96%, resistencia a la flexión  $1592.23 \text{ Kg/cm}^2$ . Respecto al tablero de mapresa de escala comercial: costo de 63,90 soles, el peso: 32,700 Kg. Densidad  $0,7323 \text{ g/cm}^3$ . Capacidad de absorción de agua es 10,2%, resistencia a la flexión:  $1228,76 \text{ Kg/cm}^2$ .

Por los resultados obtenidos se pueden decir que el tablero de cáscara de arroz es más liviano, su absorción de agua es mayor y su resistencia a la flexión es mayor respecto al tablero de mapresa.

**Palabras clave:** cascara de arroz, aglomerado, tablero.

## Abstract

The present work aims to add an added value to the rice husk that is considered as an organic waste when sowing and harvesting rice in many regions of our country, especially in our Tumbes region. Due to its chemical properties, the rice husk generates contamination, either by improper disposal or by burning it in the effort to eliminate it.

In the construction industry, it is possible to use chipboard as partitions, because due to its low cost, its properties are suitable to preserve a pleasant environment inside homes or buildings. At present, chipboard boards are available in the market, the most common being mapresa, then the idea of manufacturing boards basically making use of rice husk arose.

The results obtained were: of the commercial scale board prepared with rice husk, its cost was 55.68 soles, the weight of the board: 16,000 Kg, density  $0.358 \text{ g / cm}^3$ , water absorption capacity: 41.96%, flexural strength  $1592.23 \text{ Kg / cm}^2$ . Regarding the commercial scale mapresa board: cost of 63.90 soles, the weight: 32,700 Kg. Density  $0.7323 \text{ g / cm}^3$ . Water absorption capacity is 10.2%, flexural strength:  $1228.76 \text{ Kg / cm}^2$ .

From the results obtained, it can be said that the rice husk board is lighter, its water absorption is greater and its resistance to bending is greater compared to the mapresa board.

**Keywords:** rice husk, agglomerate, board.



## I. INTRODUCCIÓN

Las condiciones de vida de los seres humanos ha sido preocupación en el desarrollo de la civilización, y la industria de la construcción la responsable de asegurar las mejoras de esas condiciones de vida, además de ser un factor del desarrollo de un país. Gracias a esta dinámica, se genera la necesidad de disponer diversos materiales para lograr las innumerables construcciones que la humanidad ha creado a lo largo del tiempo. En esta línea de ideas, es la naturaleza la principal proveedora de materia prima, lo cual se evidencia en los diversos materiales que disponemos: cemento, ladrillos, acero, etc., este uso intensivo de materiales sin duda afecta el ecosistema y a largo plazo no es sostenible ni sustentable, es deseable entonces priorizar el empleo de insumos no contaminantes y/o ambientalmente amigables.

Con este panorama descrito, se suma la existencia de un contaminante que, al ser usado como material con ciertas características aprovechable, se planteó el presente estudio de investigación. Según un reporte del Ministerio de Agricultura de Perú en el 2019, se produjeron en el mes de abril 408,970 toneladas de arroz pilado, contando Tumbes con una participación del 1.1% del total (MINAGRI 2019). Un problema generado por la producción de arroz en la región Tumbes y en todas las regiones arroceras, es la incineración de la cascarilla, produciendo contaminación atmosférica por las grandes emisiones de CO<sub>2</sub> con consecuencias tanto para la salud de los habitantes en el área de influencia por la exposición al humo, también como en el sistema de seguridad vial por obstaculizar la visión de los conductores por la cercanía de las arroceras con la vía principal de ingreso a las ciudades, afectando directamente al medio ambiente. Hoy es el único método de eliminación de este residuo utilizado en nuestra región. En la región existe desconocimiento del uso que se puede dar a la cáscara de arroz en la elaboración de paneles para tabiquería, siendo otro componente de la problemática en nuestra región, siendo necesaria su investigación por parte de los Ingenieros civiles.

La justificación para la ejecución del presente proyecto radicó en varios aspectos: el bienestar económico nacional debido a que cada puesto de trabajo en este sector genera cuatro puestos en otros sectores de la industria,

contribuyendo así a disminuir sensiblemente el desempleo en nuestro País. La innovación, implementación y desarrollo de nuevos materiales amigables con el medio ambiente se convierten en una necesidad al reducir la problemática ambiental global existente, luego, la investigación propuesta busca no solo reducir la contaminación preservando el medio ambiente, sino también disponer de un material barato para la construcción, ayudando a sostener la enorme demanda diaria de adquisición de materiales para la construcción por su costo elevado. También se justificó mediante el sustento de su aplicación, al buscar proporcionar un nuevo conocimiento y oferta en la elaboración de tableros para tabiquería como material de construcción utilizando como materia prima la cáscara de arroz, permitiendo conocer y evaluar sus propiedades mecánicas convirtiéndose en una manera diferente y eficientemente ecológica de eliminación de los restos de la cosecha de este grano en beneficio del medio ambiente, incentivando a futuras investigaciones a elaborar productos más amigables con el medio ambiente, económicos y de gran calidad.

Analizando la problemática descrita supra texto, se planteó una pregunta que involucre tanto el problema del uso de la cáscara de arroz, contaminación ambiental, y los materiales costosos empleados para los tableros de Mapresa actuales: *¿Es posible y conveniente fabricar tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz?* Con los problemas específicos: *¿Cuáles son los valores de algunas propiedades físicas de los tableros para tabiquería elaborados con cáscara de arroz? ¿Cómo se compara el costo de los tableros para tabiquería usando la cáscara de arroz con los tableros de mapresa? ¿Cómo se comparan las propiedades mecánicas estudiadas usando la cáscara de arroz con los de mapresa?*

En el presente trabajo de investigación se plantearon como objetivo general: la fabricación de tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz evaluando algunas de sus propiedades mecánicas; como objetivos específicos: Evaluar algunas propiedades físicas de los tableros para tabiquería con cáscara de arroz, comparar el costo de los tableros para tabiquería de cáscara de arroz con los tableros de mapresa, comparar las propiedades mecánicas de los tableros para tabiquería con cáscara de arroz con los de mapresa.

Las Hipótesis consideradas fueron: Hipótesis general, es posible fabricar tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz evaluando algunas propiedades mecánicas. Hipótesis específicas, de la evaluación de las propiedades de los tableros para tabiquería elaborados con cáscara de arroz se tendrá información relevante para su desempeño en tabiquería, los costos de fabricación de los tableros para tabiquería con cáscara de arroz son menores que los de mapresa, los tableros para tabiquería con cáscara de arroz tendrán mejores propiedades mecánicas que los de mapresa.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

#### Internacional

**Caibinagua (2013)**, En su tesis de grado desarrolla una investigación en el cual propone la elaboración de acabados de pisos y cielorrasos para viviendas económicas utilizando cerámica preparada con material reciclado. Su objetivo fue desarrollar, partiendo desde una perspectiva de aporte social y medio ambiental, un sistema que sirva para acabados de pisos y cielorrasos. El sistema busca ser una alternativa en el mercado al cumplir con estándares de calidad, que satisfagan las exigencias técnicas además de ser económicos. Su aplicación fue realizada en la vivienda económica EMUVI.

El producto resultante es una cerámica elaborada con material reciclado, similar en uso a una plancha de papel, que principalmente servirá para aplicaciones de revestimientos sobre pisos y paredes, y cielorrasos, pudiéndose también estudiarse otras aplicaciones, en donde se exploren nuevas alternativas para mobiliario u otros.

**Chacón (2013)** en su trabajo de investigación de pregrado desarrolló un aglomerado a base de residuo orgánico de cascarilla de cacao y bolsas plásticas recicladas con propósitos de utilización en la construcción, además de reducir la contaminación del medio ambiente con residuos plásticos.

En los ensayos realizados, demostró que la manejabilidad del material se incrementa, cuanto mayor sea el porcentaje de plástico presente en el aglomerado, lo que significa que cuando la proporción la cascarilla de cacao aumenta, se dificulta su moldeo manual. En las pruebas de compresión, una muestra que contiene 50% de cascarilla de cacao y 50% bolsa plástica, tuvo mayores resistencias y requirió mayor fuerza en comparación a otra muestra de composición de 30% con cascarilla de cacao y 70% de bolsa plástica. En el ensayo de flexión, la mayor resistencia la tuvo la muestra con mayor contenido de plástico, posiblemente se debe a la densidad y maleabilidad de la bolsa

plástica, por consiguiente, la recomendación pertinente es que el material debe ser usado para la construcción de tejas y pisos.

**Calero F. y Váscquez L. (2012)** llevó a cabo un trabajo de investigación al preparar planchas rígidas con propiedades aislantes de calor, utilizando cascara del arroz y aglutinantes naturales.

Durante la fabricación de las planchas rígidas se observó facilidad de manejo de la mezcla con los componentes indicados porque se mezclan fácilmente de manera homogénea cuando se utiliza 12,5% de aglutinante y 87,5% de cascarrilla de arroz molida. Por cada mg de aglutinante se usó 5-7 ml de agua. Durante los ensayos la presión aplicada en la prueba de compactación fue 1,5 toneladas.

En las pruebas de calidad se verificó que el aislante presentó resultados favorables para el uso en paredes y techos de casas y departamentos, la densidad medida fue de  $0,84 \text{ g/cm}^3$ , la flexión estática (MOR) igual a  $280 \text{ Kg/cm}^2$ .

**Santa Cruz Orellana (2012)** ejecutó un trabajo de investigación en el cual preparó y evaluó paneles menores utilizando la cáscara de maní con un ligante polimérico: el acetato de polivinilo (PVAC).

Los porcentajes de composición del acetato de polivinilo (PVAC) como aglomerante fueron 18, 20 y 22%, las cargas de compactación del material con cada uno de los porcentajes de composición fueron:  $14,163$  y  $28,327 \text{ Kg/cm}^2$  y los tiempos de aplicación de la carga en la compactación fueron 12 y 18 minutos de carga sostenida.

Los resultados y del análisis estadístico indicaron que las mejores propiedades físicas y mecánicas fueron presentadas por los paneles compuestos de 22% de PVAC y compactados a  $28,327 \text{ Kg/cm}^2$  durante 12 minutos. Estos paneles presentaron un peso específico alto, menor efecto ante la humedad por reducción de la permeabilidad y resistencias mecánicas aceptables para los tableros aglomerados de madera.

**Chumo Zambrano, N. & González Velásquez, J. (2017)**, ambos realizaron un trabajo de investigación al preparar ecotableros utilizando cáscara de arroz y

residuos de la caña de azúcar, insumos abundantes en condición de residuos en el Cantón Tosagua, Manabí.

Culminado el estudio se verificó que las muestras de diferente composición, algunas propiedades físicas y mecánicas, tenían diferentes valores entre las muestras de diferentes proporciones de bagazo de caña y de cascara de arroz. Se pudo constatar de estas evaluaciones finales que hubo dos muestras diferentes con las mejores propiedades: el tratamiento 1 compuesto de 20 g de bagazo de caña + 80 g de cascarilla de arroz y 3 mm y el tratamiento 4 compuesto de 20 g de bagazo de caña más 80 g de cascarilla de arroz, poseían las mejores propiedades, además de tener menores costos de producción, haciendo factible la utilización de esta fórmula para la elaboración rentable de ecotableros. En forma comparativa hace mención de la similitud en los valores de densidad con fibranor igual a  $700 \text{ Kg/m}^3$  ( $0,700\text{g/cm}^3$ ), humedad del 35% y la resistencia a la flexión de  $9.50\text{N/mm}^2$ .

## **Nacional**

**Casas (2015)** en su trabajo de investigación evaluó el efecto producido en la resistencia de paneles cuando se usa almidón como ligante en la preparación de paneles de aglomerados para su uso en la construcción.

Se fabricaron tres muestras con diferentes contenidos de almidón, las cuales se sometieron a los ensayos definidos por según las normas ASTM D1037-12 y UNE – EN.

Las pruebas se ejecutaron con el propósito de saber de cada tablero la categoría y su clasificación establecidas en las normas indicadas de acuerdo a sus resultados.

En las conclusiones del trabajo de investigación se menciona que los tableros cumplen las especificaciones de propiedades físicas y mecánicas requeridas para los tableros Tipo P1: Resistencia a la flexión y cohesión interna o Tracción perpendicular a las caras, pero no cumplen los requisitos para tableros de uso en interiores, incluyendo mobiliario Tipo P2, pues la Resistencia al arranque de superficie no cumplió el estándar mínimo indicado en la Norma UNE-EN-312:2010.

**Tinoco (2018)** realizó un trabajo de investigación con el propósito de demostrar que tan aplicable es el bagazo de la caña de azúcar en la elaboración de paneles de yeso.

En el desarrollo de la investigación, una vez acondicionado el deshecho de la caña de azúcar, procedió a preparar los moldes de 15 muestras con diferente composición de los componentes. Una vez preparadas las muestras se procedieron a evaluar tres muestras de diferente composición, su resistencia a la flexión y de igual manera tres muestras diferentes su porcentaje de absorción, y con las muestras de mejores resultados obtenidos se determinaron sus densidades.

Los resultados que se obtuvieron fueron que la muestra compuesta con 5% de bagazo y yeso en un 95% con un total de 18 Kg, tuvo un módulo de rotura de 24,1 Kg/cm<sup>2</sup>. La muestra que presentó menor absorción de agua fue la muestra anterior con una absorción de agua de 4% frente a las otras muestras que tuvieron 4,7% y 6.0% de absorción, su densidad promedio fue 0,553 gr/cm<sup>3</sup>, con cierta disminución que las otras muestras.

**Retamoso M. (2005)** llevó a cabo una investigación referida al efecto de la presión como factor importante en la preparación de tableros utilizando cáscara de arroz.

En el trabajo se evaluaron sus características físicas y mecánicas de los tableros preparados con distintas presiones y tiempo de prensado.

Cabe mencionar que la pulpa elaborada a partir de la paja de arroz producido en la región Lambayeque tiene un rendimiento ligeramente superior al reportado en la literatura, 81.36%.

Además, se determinó un incremento de su volumen por hinchamiento en 50% y su masa en un 62% por absorción de agua, superando los valores mínimos en un tablero de fibra. Los valores de presión inicial en caliente 46,90 kg/cm<sup>2</sup> y de presión final en caliente 23,45 kg/cm<sup>2</sup>, generan estratificación vertical de la densidad del tablero, ocasionando la disminución en sus propiedades.

Considerando las propiedades mecánicas de los tableros: humedad 7,2%, densidad: 0.84 gr/cm<sup>3</sup>, módulo de ruptura (MOR): 280 kg/cm<sup>2</sup>, módulo de

elasticidad (MOE): 80,0 kg/cm<sup>2</sup>, tracción perpendicular al grano (TPG): 3,2 kg/cm<sup>2</sup> y dureza 200 Kg/cm<sup>2</sup>, los tableros son considerados como tableros de fibras de servicio.

**Gamarra L. (2016)** realizó un trabajo de investigación al determinar qué tan aptas son las fibras de la palma aceitera con propósitos de elaboración de tableros de fibrocemento.

El trabajo se inició evaluando las propiedades físicas y químicas de la fibra, fabricándose posteriormente los tableros. Luego se procedió a la elaboración de los tableros evaluando sus propiedades físicas y mecánicas para finalmente determinar la mezcla apropiada para la obtención de tableros de buena resistencia mecánica para ser usados en remplazo de los tableros de fibrocemento comerciales.

Los resultados mostraron que las fibras del mesocarpio de la palma son apropiadas para la elaboración de tableros equivalentes a los de fibrocemento, convirtiéndose en un material con características similares a la norma alemana DIN 1101, con un índice de esbeltez adecuado para incrementar la resistencia a la compresión y no adecuado para aumentar la resistencia a la flexión estática del tablero, Se encontró que si se reduce el porcentaje de fibras en la mezcla de los tableros, pueden ser considerados de alta densidad y que las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y a la flexión estática aumentan.

**Espinoza A. (2010)** desarrollo un trabajo de investigación donde evaluó la conveniencia técnica de utilizar las fibras de bambú como material de refuerzo en la fabricación de tableros de fibrocemento y de este modo promocionar el uso del vegetal.

En los ensayos se determinaron que las fibras del bambú son adecuadas para la producción de tableros aglomerados con cemento, presentando un fraguado con características de acuerdo con la norma DIN 1101, los valores de compresibilidad de los tableros están muy por debajo de los límites máximos señalados en la norma alemana. Los tableros tienen valores de compresión que directamente proporcional con el porcentaje de haces de fibras empleado para cada tipo de tablero, el hinchamiento en espesor a las 2 y 24 horas, varía



inversamente proporcional con el porcentaje de fibra en el cemento, respecto a la absorción de agua mayor porcentaje de fibras, mayor cantidad de agua absorbida, observándose de este modo que la cantidad de haces fibrosos determina las propiedades del producto final, siendo la variable más importante al momento de diseñar una mezcla.

## **Local**

En cuanto a referencias Locales, no se han encontrado hasta el momento.

## **Bases teóricas**

### **Descripción de la materia prima**

Según ANGLADETTE, (1969) La clasificación taxonómica del arroz es:

- División: Embryophitas
- Sub división: Angiospermas
- Clase: Monocotiledónea
- Orden: Glumiflorales
- Familia: Gramineae
- Sub familia: Poacoidea
- Tribu: Oryceae
- Género: Oryza
- Especie: Oryza sativa L. (Campos, 2008)

Según Toribio (1965), el arroz es una especie anual de tallos redondos, huecos, con nudos y con una panoja terminal; sus hojas opuestas y alternas están adheridas directamente a los nudos del tallo; las raíces son fibrosas, blancas y robustas en los primeros estados de crecimiento, pero poco ramificadas. Conforme crece la planta las raíces se alargan y adelgazan; el fruto es una cariósida donde la semilla se encuentra adherida a la pared del ovario maduro o pericarpio. (Campos, 2008).

## **Cascarilla o cáscara de arroz**

Es un recubrimiento natural del grano sirve de protección del ambiente. Su longitud es de 0,5 a 1 cm según la especie; es de estructura áspera. En estado natural es muy abrasiva, teniendo 6 en la escala Mohs. Tiene un volumen de vacío por sus poros del 54%. Sus cavidades se encuentran obturadas si no se somete el grano a un proceso de combustión.

Esta fibra es incomburente, es decir no combustiona fácilmente, al quemarse no produce flama. Posee alta estabilidad bioquímica y un comportamiento ignífugo debido a su alta concentración de óxido de silicio (90 al 97% SiO<sub>2</sub>). Es muy estable a las altas temperaturas, a temperaturas mayores de 750°C, empieza a experimentar transformaciones químicas, garantizando estabilidad térmica. (Calero & Vásconez, 2012).

Según (Tapia, 2010) la cáscara de arroz es un desecho presente en la producción de arroz, siendo el 20 % en peso su contenido. Su composición está determinada por fibras de celulosa, y principalmente minerales; 96% de sílice, óxidos de potasio, magnesio y calcio. (Chumo & Jose, 2017).

Según (Cevallos, 2015), sus componentes estructurales no permiten que pueda ser usada para la alimentación animal por su bajo nivel nutritivo. Tampoco es recomendable su uso como abono porque no posee elementos nutrientes. (Chumo & Jose, 2017).

Según (Gonzáles, 2010) la disposición final genera problemas de espacio al tener un peso específico aproximado de 100 Kg/m<sup>3</sup>, encareciendo su transporte. Generalmente los productores optan por quemarlo. (Chumo & Jose, 2017).

## **Propiedades de la cascarilla de arroz**

Según (Fonseca y Tierra, 2011) la cascarilla es de quebradiza, abrasiva y su color es pardo rojizo. Al apilarse ocupa grandes espacios debido a su baja densidad. El peso específico es de 125 kg/m<sup>3</sup>, su calor calorífico es de 3.281,6

Kcal/kg. Es difícil que combustione debido a su forma cerrada y, por el alto porcentaje de sílice: 20 %, no es biodegradable en condiciones ambientales. La temperatura cuando combustiona varía de acuerdo con su condición de humedad: 970°C, cuando combustiona produce 17.8 % de ceniza rica en Sílice. (Chumo & Jose, 2017).

Según Peña y Zambrano (2001) la cascara de arroz no es nutritiva debido a su composición de alto contenido de Dióxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>). Contiene bajo contenido de celulosa, 40% aproximadamente (Chumo & Jose, 2017).

**Tabla 1** Composición química de la cáscara de arroz

COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	12,93
Cenizas	23,84
Proteína	8,98
Extracto con éter	2,97
Fibra	51,28

Fuente: Sagarpa, 2015 (Chumo & Jose, 2017)

### **Procesos industrialización de utilización de la cascarilla de arroz**

#### a) Como aislante térmico

La cáscara del arroz es aislante térmico y se puede usar para la fabricación de tableros en las habitaciones, evitando la transferencia de calor en ambientes cálidos o muy fríos. Su bajo costo y fácil acceso la perfilan como un material de interés industrial (Casas, 2015).

Cadena, C. y Bula, A. (2002) observaron desde la perspectiva de la reducción del impacto ambiental, la necesidad de desarrollar alternativas tecnológicas de

modo que se evite la contaminación atmosférica al quemar la cascara del arroz, o también la contaminación del suelo al manejarlo como basura. Además de poder ser utilizado como materia prima en procesos productivos para aprovechar su potencial, sobre todo por su propiedad de ser aislante térmico, pudiendo reemplazar a los productos derivados del petróleo (Casas, 2015).

b) Como adición para el concreto

Villegas (2012) realizó investigación sobre el uso de la cáscara del arroz determinando que, pulverizado en medio húmedo a temperatura ordinaria, reacciona con el hidróxido de calcio, formando una mezcla cementante que sirve para la elaboración de prefabricados destinados a la construcción de viviendas baratas. Recomendó buscar alternativas tecnológicas de preparación de mezclas cementantes, reduciendo el consumo del cemento que puedan cumplir con las propiedades físicas y mecánicas que indican las normas técnicas. (Casas, 2015).

### **Polímeros de vinilo para adhesivos**

Las colas de base vinílica son los adhesivos más efectivos para encolar madera y papel. Existen varios tipos de adhesivos a base de polivinilo, tales como el acetal polivinilo, éter de polivinilo y acetato de polivinilo, recomendados en la fabricación de aglomerados de partículas, particularmente el adhesivo de PVAC o acetato de polivinilo. (Santa Cruz, 2012).

#### **Adhesivos a base de PVAC**

El PVAC o acetato de polivinilo es un plástico vinílico fabricado a partir del acetileno y ácido acético. En aplicaciones de encolar madera se utiliza agua como disolvente. El proceso de fraguado es físico y la unión es incolora.

Para la aglomeración y encolado de partículas de madera, son los adhesivos más utilizados, por sus buenos resultados en cuanto a fuerza de

unión, inalterabilidad o resistencia a la descomposición bacteriana o a otro medio, resistencia a la humedad, resistencia mecánica, rapidez de secado y facilidad de aplicación.

Las colas de acetato de polivinilo, cuando secan en el material, son incombustibles, por lo que evitan la propagación del fuego entre los materiales encolados, pues la cola forma un sistema aislante ignífugo. Básicamente el PVAC forma una emulsión con agua, y cuando la mezcla se deja secar, el agua se evapora, y la cola endurece. El adhesivo más común formulado a base de PVAC es la cola blanca. (Santa Cruz, 2012).

### **Recubrimientos para madera**

Son productos que proporciona a la superficie de la madera un acabado estético y de larga duración, con resistencia a la luz solar y radiación ultravioleta, acciones químicas, mecánicas y agentes microbianos. Los recubrimientos para madera pueden ser (Díaz, 2018):

Lacas: La laca es un líquido viscoso que forma una película sintética termoestable en la superficie de la madera pulida, se encuentra disuelta en solventes orgánica que seca por evaporación. Estos recubrimientos brindan una textura lisa y suave sobre los materiales que se aplican. El contenido genérico de una laca son los siguientes: (Díaz, 2018)

- a) Resina
- b) Solventes
- c) Aditivos
- d) Niveladores Pigmentos (Díaz, 2018)

### **Yeso**

El yeso es sulfato de calcio hidratado de color casi blanquecino, puede pulverizarse fácilmente, se encuentra en la naturaleza en forma abundante, no

es tóxico por consiguiente no altera el medio ambiente, sus residuos son biodegradables, por estas razones, este mineral es apto para su uso en la industria como un material ecológico (Tinoco, 2018).

#### Propiedades y beneficios:

Es un mineral higrométrico, esta propiedad hace que sea un agente regulador del contenido de vapor de agua atmosférico y que se puede ubicar en interiores de edificaciones debido a su propiedad de absorber humedad ambiental y a la vez cuando hay sequedad o demasiado calor en el ambiente, el yeso libera el contenido de humedad que absorbió.

Debido que es un material con propiedades elásticas y poroso, puede darnos la característica de isonorización, o sea que evita el eco producido, sirve para mejorar las condiciones acústicas de las edificaciones.

Otra propiedad es que el yeso es incomburente y es también resistente al fuego, el agua de cristalización que tiene protege del incremento de la temperatura en interiores y no emana sustancias tóxicas causantes de muerte y asfixia en incendios.

El yeso mezclado con agua puede moldearse y puede emplear en decoración ya que se adhiere fácilmente a materiales como madera, papel, concreto, etc. (Tinoco, 2018)

### **Tableros aglomerados**

#### Definición

El tablero aglomerado es el producto conformado con partículas de madera unidas entre sí mediante resinas sintéticas tales como el urea-formaldehído y el fenolformaldehído.

#### Ventajas

- a) Aprovechamiento de maderas de baja calidad o residuos resultantes de ellas.

- b) Tienen una mejor estabilidad dimensional.
- c) Al utilizarse material de desecho, se reduce el desperdicio en su procesamiento. (Chumo & Jose, 2017).

### **Tipos de tableros**

Por su fabricación, pueden ser prensado plano, por cilindro, de extrusión macizos y tubulares.

Por su superficie: no lijado, lijados o cepillados, revestidos con chapas, papeles decorativos, placas de estratificados, decorativos, láminas (Chumo & Jose, 2017).

Por su forma: planos, con superficie moldurada.

Por la forma de sus componentes pueden ser tableros de partículas, de fibras, contrachapados.

Por la estructura del tablero: tablero monocapa, multicapa, con distribución progresiva de capas y de extrusión tubular.

### **Propiedades de los tableros de partículas**

Las propiedades cambian de acuerdo a las características de fabricación y especificaciones de calidad. (Chumo & Jose, 2017).

#### Densidad

Según Fibranor (2008) su densidad varía de acuerdo tipo de partícula, oscila entre 600 a 680 kg/m<sup>3</sup>. (Chumo & Jose, 2017).

#### Hinchazón

Según Fibranor (2008) los tableros poseen el carácter higroscópico de la madera que lo constituyen, haciendo que su contenido de humedad siempre permanezca en equilibrio con la de humedad y temperatura del medio dando lugar a variaciones de dependencia ambiental, lo que va a requerir controlar las condiciones ambientales en los interiores. Cuando se conoce que las condiciones ambientales no son las adecuadas, afectando al tablero, entonces

se recomiendan tableros de partículas resistentes a la humedad (Chumo & Jose, 2017)

#### Resistencia

Según Fibranor (2008), debido a su porosidad y a su constitución, la resistencia del tablero es relativamente baja, pudiéndose mejorar, en el caso que se requieran de tableros resistentes a la humedad se tendrá que incorporar materiales especiales en su fabricación. No resisten la intemperie sin protección adecuada (Chumo & Jose, 2017).

### **Propiedades físicas de los tableros**

#### Resistencia a la flexión

Este tipo de resistencia permite determinar el comportamiento esfuerzo-deformación de un material sólido. Este ensayo se hace cuando el material es demasiado frágil para ser ensayado por deformación. Flexión se define como la deformación que presenta un elemento estructural alargado cuando se aplica una fuerza perpendicular a su eje longitudinal, por ejemplo, las vigas se diseñan para trabajar, principalmente, por flexión. (Tinoco, 2018).

#### Densidad

Es la relación que existe entre la masa del material y su volumen. Si en vez de la masa se considera el peso, entonces se denomina peso específico. La densidad puede ser real o aparente. La densidad real es la propiedad intrínseca del cuerpo, sin considerar las cavidades que lo rodean al almacenarse.

La densidad aparente toma en cuenta al sólido y las cavidades que lo rodean al almacenarse, por lo que depende de la densidad real y del tamaño, forma y del estado de compactación del sólido en el recipiente (Santa Cruz, 2012).



## Absorción de agua

Es la propiedad de aumentar la masa de los cuerpos cuando incorporan agua por sus poros. Se informa en porcentaje de la masa seca y el índice de la porosidad del material. (Tinoco, 2018).

## **Definición de términos básicos**

### Arroz

El arroz es un cereal de color blanco amarillento, existe en muchas variedades en todo el mundo, este producto es el segundo después del maíz, en producirse a nivel mundial. (Ramos & Solórzano, 2018).

### Agua potable

El agua potable es un compuesto químico indispensable para la vida, en su composición están presentes iones que son necesarios para la fisiología humana (Delgado & Falcón, 2019).

### Cola sintética

La cola sintética o acetato de polivinilo (PVAC), es un plástico vinílico que se fabrica a partir de acetileno y ácido acético. Para encolar madera se utiliza agua como disolvente. El proceso de fraguado es físico y la unión es incolora. (Santa Cruz, 2012).

### Cáscara de arroz

Es una cubierta del grano de arroz que lo protege del medio ambiente, es ondulada y superficie irregular. (Calero & Vásconez, 2012).

### Densidad

Es la cantidad de masa del material que ocupa una unidad de volumen. Para los materiales sólidos, la densidad puede ser real y aparente. (Santa Cruz, 2012).

### Reaprovechamiento de residuos

Es la obtención de un beneficio de un material que se considera residuo. Son técnicas de reaprovechamiento el reciclaje, la recuperación o reutilización (MINAM, 2016).

#### Tablero

Producto laminado más o menos rígido conformado de partículas, fibras de madera prensada, de varias chapas o encoladas, etc. (NTE).

#### Hinchamiento

Es el aumento en el volumen de un material debido al incremento en su contenido de humedad hasta las condiciones de sus componentes materiales. Se expresa como porcentaje del volumen de la madera seca. (NTE).

#### Tabique

Es un muro delgado que se usa en obras de albañilería, no es un componente estructural. (NTE).

#### Tabique de madera

Es el entramado de muro, interior o exterior, de altura variable, cuyas funciones principales son soportar cargas y dividir o limitar espacios. (NTE).

#### **Tablero de fibra de densidad media (MDF)**

Es un producto de madera compuesto por residuos de madera dura o blanda, conformado por cera y resina (Spence, 2016).

Los residuos de madera son aglutinados con resinas sintéticas mediante fuerte presión y calor, en seco, hasta alcanzar una densidad media.

Son uniformes y homogéneos, con textura fina con caras y bordes que tengan un acabado perfecto. De la misma forma que la madera maciza se puede fresar y tallar. Sirve de base para las chapas de madera, se puede lacar o pintar (De la Rosa, 2020). Es un tablero de bajo costo en el mercado actual.

Su uso no se recomienda en exteriores ni en condiciones húmedas, por sus propiedades higroscópicas.

### **Tablero de partículas lignocelulósicas**

Está compuesto por una resina, con fibra o ripio de madera. Estos tableros tienen altas resistencias mecánicas, se pueden fabricar piezas de grandes dimensiones y de formas irregulares, su fabricación requiere de un menor consumo energético con menores producción de CO<sub>2</sub> (López, 2010).

En este tipo de tablero se utiliza el bambú, el algodón, lino, cáñamo, yute, henequén, abacá, piña, coco, ramina, cascara de arroz son utilizados para elaborar aglomerados con aplicaciones en la industria del automóvil y la aeronáutica (Gaitan, Fonthal, Ariza-Calderón, 2016).

En Latinoamérica, se han hecho estudios sobre aglomerados con fibras naturales como la guasca de plátano sin resina, la vena de la hoja del plátano; la cascara de arroz, el cisco del grano del café; guadua; residuos de productos agrícolas y caña brava.

Los análisis mecánicos se realizan de acuerdo a normas internacionales. La Norma ASTM 143 (1992) permite evaluar la resistencia a la deformación mediante los ensayos de flexión. Los ensayos de compresión y de absorción de agua se realizan con la norma ASTM D 1037 (1992). La prueba y análisis de la dureza a la penetración se hizo basado en la norma ASTM F 1306 (1990).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Por buscar desarrollar un nuevo producto, este proyecto se considera de innovación tecnológica. En efecto, mediante pruebas y evaluaciones de la performance del producto, se comprobará si satisface los requerimientos para considerarse una alternativa ecológica de producto para el proceso constructivo de edificaciones.

##### **Nivel de investigación**

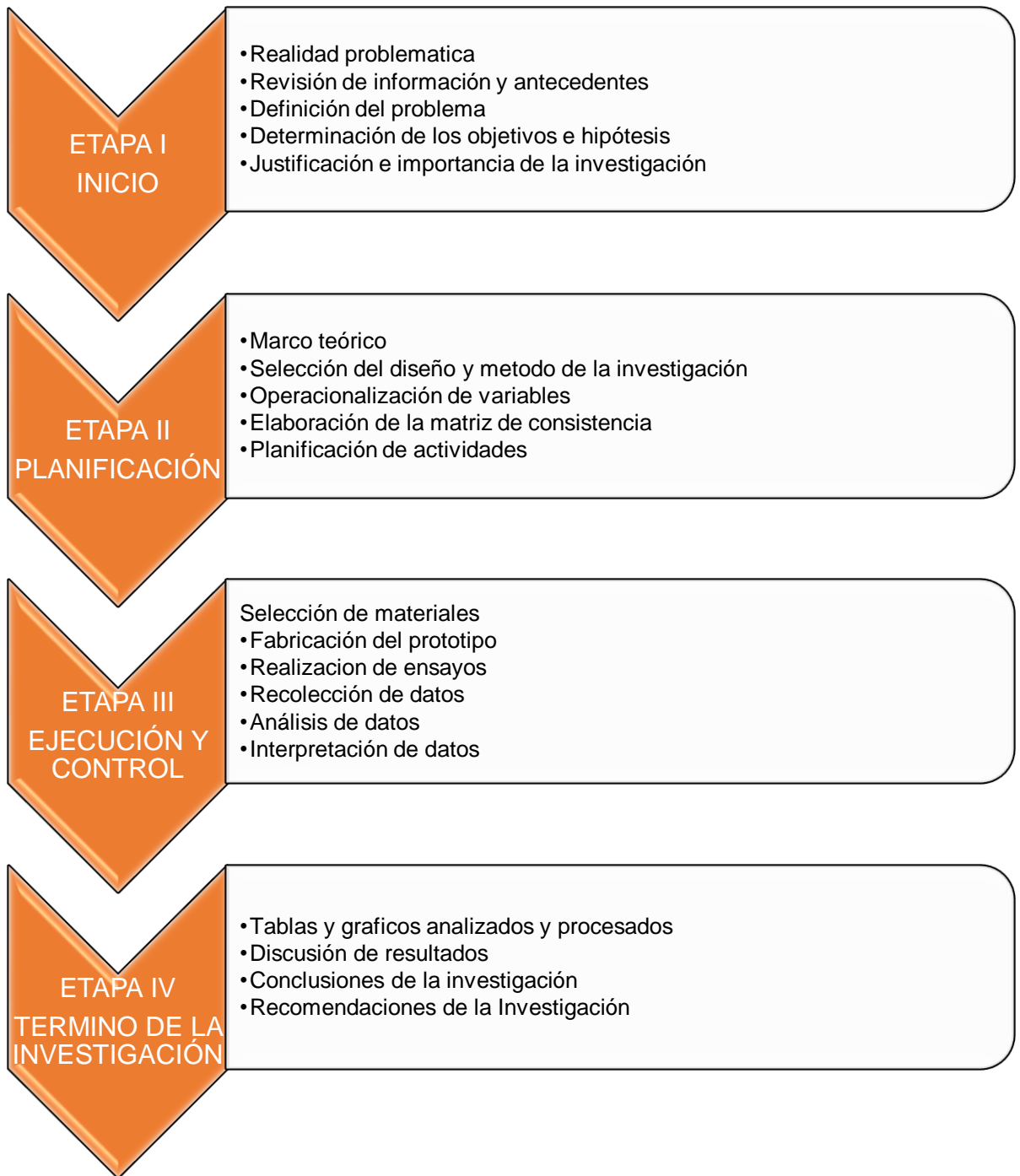
Este estudio es considerado de nivel descriptivo-explicativo, al aplicar una conveniente recolección de información de una realidad existente, con el objetivo de poder analizar y explicar las características y propiedades de la cáscara de arroz para la fabricación de tableros para tabiquería.

##### **Métodos de investigación**

El método a aplicar en la investigación tiene enfoque cualitativo y cuantitativo. De acuerdo a las actividades señaladas en la página 7, la metodología a emplear empieza con la recolección, limpieza de cáscara de arroz y adquisición la cola sintética para luego pasar a la fabricación del molde del tablero y continuar con su elaboración, secado y desensamblado.

Posteriormente se aplicarán los ensayos al prototipo obtenido, recopilando la información de las propiedades mecánicas de los tableros organizándola en un catálogo. Con los datos mecánicos consolidados, se procederá a cuantificar los gastos de elaboración del tablero, consultar los costos de los tableros de mapresa para tabular la información, y así realizar la comparación de los costos de ambos. Asimismo, se compararán los pesos del prototipo con el de mapresa.

**Tabla 2: Flujoograma: Diseño y esquema de trabajo**



Fuente: Elaboración Propia

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable**

La investigación es univariable: Fabricación de tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz.

*Definición conceptual:*

Cáscara de arroz: Es un desecho agroindustrial que pasa por un proceso de pilado después de la cosecha de arroz.

Tableros para tabiquería: Producto en forma de lámina semirrígida compuesto de partículas el cual no cumple una función estructural en muros divisorios.

*Definición operacional:*

La variable se operativizará mediante una ficha de observación. En la tabla 5 se describen conceptos respecto a la operacionalización de las variables.

**Tabla 3: Operacionalización de la variable**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDAS
Fabricación de tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz	Es un desecho agroindustrial que pasa por un proceso de pilado después de la cosecha de arroz.	La variable se operativizará con una ficha de observación	Propiedades mecánicas	Resistencia a la flexión	Kg/cm <sup>2</sup>
				Absorción de agua	%
	Producto en forma de lámina semirrígida compuesto de partículas el cual no cumple una función estructural en muros divisorios.		Costos	Costo de transporte	S/
				Costo de materia prima	S/
				Costo de preparación de la mezcla	S/
			Características físicas	Densidad	g/cm <sup>2</sup>
				Peso	Kg
				Textura	Cualidad

Fuente: Elaboración propia.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

Criterios de inclusión

Elegir pajilla de arroz seca -un deshecho en los molinos de arroz de la ciudad de Tumbes.

Criterios de exclusión

Se excluye del presente trabajo de investigación la pajilla mojada, con hongos, y/o cualquier signo de no idoneidad.

### **3.4. Técnicas de recolección de datos**

#### **Técnicas**

- **Observación:** Básicamente esta técnica permitirá registrar el procedimiento y mediciones necesarias, sobre todo los resultados de las pruebas mecánicas descritas en el instrumento de recolección de datos.
- **Ensayos de laboratorio:** Los ensayos se ejecutarán en la última etapa del estudio. Una vez obtenido el prototipo, se llevará al laboratorio para evaluar algunas propiedades físicas y mecánicas. De estas pruebas se podrán determinar la calidad de los tableros.
- **Experimentación:** En la ejecución se utilizará como técnica la experimentación, mediante la cual se verificará si la hipótesis planteada en el estudio es verdadera o no. Es así como se experimentará con el tablero propuesto: cascará, acetato de polivinilo, agua, yeso y laca. Se espera conseguir de esta manera un tablero para tabiquería a base de estos componentes, del cual se extraerán diferentes muestras que serán sometidas a ensayos de laboratorio.



## **Instrumentos**

En esta investigación se hará empleo de los siguientes instrumentos para la recolección de datos:

- **Ficha de observación:** Permitirá la recolección de datos del estudio a realizar para su posterior análisis e interpretación de este material de construcción ecológico propuesto.
- **Fichas de ensayos normados:** Estos instrumentos proporcionados por el laboratorio, permiten recolectar los datos fijados por las Normas Técnicas Peruanas que se efectuarán al tablero.

### Validez y confiabilidad

La comprobación de los instrumentos se realizará mediante criterio de Expertos, donde un profesional colegiado validará cada instrumento señalado anteriormente. Los resultados de los ensayos están validados por experto. Los formatos de reporte de los resultados validados se encuentran en anexo 3.

## **3.5. Procedimientos**

### Preparación de las muestras

#### **A) Recolección y tratamiento de la cascara de arroz**

##### *Recolección y limpieza de la fibra:*

Como primer paso a seguir se procederá con la recolección y limpieza de la cascara de arroz, la cual se recogerá estando la cascara en un estado libre de humedades u otra fibra en mal estado, por lo consiguiente se continuará con la revisión de forma manual y minuciosa de la cascara de arroz para eliminar cualquier impureza u objeto que pueda afectar perjudicialmente a la mezcla a preparar (Fotos de anexo).

#### *Adquisición de cola sintética y recubrimiento para madera laca:*

El requerimiento de los siguientes materiales a emplear en el proceso de fabricación de la muestra es: cola sintética (Acetato de polivinilo) y laca (Recubrimiento para madera) de los cuales la cola sintética es la encargada de adherir todas las fibras de cascara de arroz y la laca será la encargada de proteger a la muestra de la humedad y otros agentes que le puedan repercutir negativamente al tablero una vez elaborado.

#### *Adquisición de yeso:*

El último componente a adquirir para la preparación total de la mezcla es el yeso, el cual le brindara una mayor resistencia al fuego, gran versatilidad, regulación de la humedad ambiental y un mejor acabado al tablero a elaborar.

### **B) Proceso de preparación de las muestras**

#### *Elaboración del molde:*

En la preparación y obtención de la muestra del tablero a realizar se emplearon planchas metálicas como molde, siendo sus medidas de 60.5 cm de largo por un ancho de 30.5 cm con un espesor de 15mm completamente escalado de una plancha comercial de mapresa las cuales cuentan con medidas de 244 cm de largo por un ancho de 122 cm contando con un espesor de 15mm. Todo el molde debe estar completamente sellado para evitar pérdidas de la mezcla durante el llenado y compactado, y así evitar que afecte desfavorablemente en la elaboración de la muestra.

#### *Mezclado de los materiales:*

- La etapa de preparación de los tableros con base de cascara de arroz, toma como punto de partida el llenado de todo el molde con pura cascara de arroz ya seleccionada y limpia de impurezas para observar y obtener la cantidad

necesaria que se va a utilizar de fibra, posteriormente se continua a vaciarlo en un recipiente donde estará listo para llevarse a cabo la mezcla con cola sintética, agua y yeso, y así poder elaborar nuestra muestra a base de esta fibra.

- El siguiente paso que se realizara es la preparación del molde, el cual constara en hacerle un forrado con papel aluminio alrededor y en el centro de este, para evitar que la mezcla de cascara de arroz con cola sintética, agua y yeso se adhiera al molde metálico una vez que se realice el vaciado de esta misma en la probeta.
- Posteriormente continuando con los pasos de la preparación del tablero, constara de la disolución de la cola sintética con agua, la cual se mezclara en un recipiente realizando movimientos circulares por un tiempo promediado de 30 min para que la cola sintética se pueda diluir completamente en el agua y obtener una mezcla la cual tenga una consistencia sumamente liquida, para que la mezcla se pueda adherir a todas las fibras, y de lo cual podrá cumplir con el objetivo de aglutinar todas las fibras de cascara de arroz al momento del mezclado, y así conseguir nuestro tablero a base de este desecho orgánico.
- Prosiguiendo con el proceso de elaboración del tablero, una vez ya obtenida la mezcla de cola sintética con agua, se procederá a la mezcla total de esta con la cascara de arroz y yeso en un recipiente libre de impurezas, realizando un mezclado de forma manual y contando con el tiempo aplicado en el mezclado para que la cola sintética se pueda adherir a todas las partículas de cascara de arroz y los demás materiales se puedan mezclar correctamente al mismo tiempo, de lo cual el mezclado tendrá una duración promediada de 30 min y así poder obtener una mezcla más homogénea y adecuada para que así se pueda proseguir al vaciado de toda la mezcla a nuestro molde para poder brindarle la forma de una plancha de mapresa a escala de una plancha de tamaño comercial de mapresa.

*Vaciado y compactado de la mezcla en el molde:*

- Una vez preparada la mezcla de todos los materiales, se proseguirá con el vaciado y acomodo de toda la mezcla de manera manual en todo el molde evitando que queden vacíos, posteriormente terminado el llenado de todo el molde con la mezcla se realizara un compactado con una plancha de triplay seccionada con las mismas medidas del molde las cuales son de 60.5 cm de largo con 30.5 cm de ancho, de la cual se colocara encima del molde donde esta vaciada la mezcla, y con la aplicación de prensas G colocándolas en las esquinas del molde y en el centro del mismo se realizara el compactado aplicando una presión promediada por un tiempo determinado de 1 hora, pasado el tiempo de prensado se retira las prensas y la plancha de triplay, para dejarlo reposar por 72 horas en ambiente.

*Desmolde de las muestras:*

- ❖ Como parte final de la elaboración de la muestra y de toda la experimentación, una vez de haber reposado la muestra por 72 horas en ambiente pasaríamos al siguiente paso que sería el desmolde de la muestra, de lo cual se realizara con mucho cuidado para evitar algún daño o lesión que repercuta negativamente a la muestra y de igual manera se realizara el retiro del papel aluminio de esta misma manera, después de haber realizado el desmolde exponemos la muestra a la luz del sol por 8 horas durante 4 días teniendo en cuenta que el promedio de la temperatura normal para la región Tumbes es de 26° Centígrados, siendo esta una región soleada y calurosa de lo cual se aprovecha la luz solar para que sea parte del secado de la muestra, luego de esta exposición al sol se deja secar al aire fresco por 20 días para su secado final, de lo cual después de este proceso de secado final se le empleara un recubrimiento de madera como lo es la laca que se aplicara de manera manual por toda la muestra con la ayuda de una pequeña herramienta como lo es una brocha para poder así brindarle su total protección frente a la humedad u otro agente que afecte negativamente al tablero ya elaborado, después de su aplicación de la laca se le dejará

reposar por 12 horas para la culminación de todo el proceso de elaboración del tablero a base de cascara de arroz.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Para el análisis estadístico se emplearán las funciones de Microsoft Excel y la técnica de la observación de estadígrafos con su presentación tabulada.

### **3.7. Aspectos éticos**

La esencia fundamental ética en investigación busca respetar normas y compromisos que permiten una adecuada ejecución de protocolos de investigación. El nuestro caso, no se realizarán pruebas con humanos ni animales vivos, sino con material agrícola de deshecho, ligantes y pruebas de laboratorio. Igualmente se deja constancia de que:

- a. La idea original de la investigación es propia.
- b. Los procedimientos son propios, complementados por asesores
- c. Los resultados a obtener serán fieles y no se ajustarán para beneficiar la investigación.
- d. No se contravendrán los usos y costumbres de las personas involucradas en la investigación.
- e. Se actuará con responsabilidad en todas las etapas de la investigación.

De igual manera se deberá tomar en cuenta la Constitución Política del Perú (1993) en sus artículos 14 y 18 referidos al derecho a la educación en general, desde nivel básico hasta la universitaria.

#### IV. RESULTADOS

**Objetivo 1.** Evaluar algunas propiedades físicas de los tableros para tabiquería con cáscara de arroz.

**Tabla 4**

Densidad M1-A

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-001- N°01</b>
MUESTRA:	M1-A

CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO
-----------------------------

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPESOR (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)
10.80	11.14	1.5	180.468	60.45

$\rho = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^6$				
DENSIDAD DE LA MUESTRA (gr/cm <sup>3</sup> )			<b>0.33</b>	

Fuente: Elaboración propia.
-----------------------------

**Tabla 5**

Densidad M1-B

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-001- N°01</b>
MUESTRA:	M1-B

CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO
-----------------------------

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPESOR (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)
10.80	11.14	1.5	180.468	60.75

$$\rho = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^6$$

DENSIDAD DE LA MUESTRA (gr/cm <sup>3</sup> )	<b>0.34</b>
---	-------------

Fuente: Elaboración propia.
-----------------------------

**Tabla 6***Peso de tablero*

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-002- N°02</b>
MUESTRA:	M1

CARACTERÍSTICAS DE LOS TABLEROS DE CASCARA DE ARROZ ( <b>ESCALADO</b> )	
ANCHO (cm)	30.5
LARGO (cm)	60.5
ESPESOR (mm)	15
<b>PESO (gr)</b>	1000.010

CARACTERÍSTICAS Y PESO DEL TABLERO DE CASCARA DE ARROZ ( <b>ESCALA COMERCIAL</b> )			
ANCHO	LARGO	ESPESOR	<b>PESO</b>
122 cm.	244 cm.	15 mm.	16000.16

CARACTERÍSTICAS Y PESO DEL TABLERO DE MAPRESA ( <b>ESCALA COMERCIAL</b> )			g.
<b>ANCHO (cm)</b>	<b>LARGO (cm)</b>	<b>ESPESOR (mm)</b>	<b>PESO (gr)</b>
<b>122</b>	<b>244</b>	<b>15</b>	<b>32700.00</b>

<b>PESO DE LOS TABLEROS</b>	
TABLERO DE CASCARA DE ARROZ ( <b>ESCALA COMERCIAL</b> ) <b>(gr)</b>	TABLERO DE MAPRESA ( <b>ESCALA COMERCIAL</b> ) ( <b>gr</b> )
<b>16000.16</b>	<b>32700.00</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA
----------------------------



**Tabla 7**

*Textura*

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-004- N°04</b>
MUESTRA:	M1

CARACTERÍSTICAS DE LOS TABLEROS DE CASCARA DE ARROZ	
ANCHO (cm)	30.5
LARGO (cm)	60.5
ESPESOR (mm)	15
PESO (gr)	1000.010
TEXTURA	<b>RUGOSA (presenta esquirlas que dan cierta deformidad)</b>

Fuente: Elaboración propia
----------------------------

**Tabla 8**

Capacidad de absorción de agua M1-A

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-005- N°05</b>
MUESTRA:	<b>M1-A</b>
Porcentaje de absorción = $\frac{P \text{ sat} - P \text{ seco}}{P \text{ seco}} \times 100$	
P seco= Peso de la unidad seca (gr)	
P sat= Peso de la unidad saturada (gr)	

tiempo:	24h
Muestra	M1-A
Peso seco:	60.45
Peso saturado:	85.82
Peso saturado - Peso seco:	25.37

% Abs=	<b>41.96</b>
--------	--------------

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (24 HORAS)	41.96 %
-------------------------	------------------------------------	---------

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9**

Capacidad de absorción de agua M1-B

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-005- N°05</b>
MUESTRA:	<b>M1-B</b>
Porcentaje de absorción = $\frac{P_{sat} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100$	
P seco= Peso de la unidad seca (gr)	
P sat= Peso de la unidad saturada (gr)	

tiempo:	24h
Muestra	M1-B
P. seco:	50.27
P. sat:	72.83
P.sat - P. seco:	22.56

% Abs=	<b>44.87</b>
--------	--------------

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (24 HORAS)	44.87 %
-------------------------	------------------------------------	---------

Fuente: Elaboración propia

**Objetivo 2.** Comparar el costo de los tableros para tabiquería de cáscara de arroz con los tableros de mapresa.

**Tabla 10**

*Comparación de costos de los tableros*

<b>ANALISIS DE PRECIOS</b>				
MUESTRA: M1				
MATERIALES	UNIDADES	CANTIDAD DE MATERIAL	PRECIO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/)
Cascara de arroz	Kg	0.500	S/ 0.00	0.00
Cola sintética	Kg	0.250	S/ 6.00	1.50
Agua	Lt	0.800	S/ 0.00	0.00
Yeso	Kg	0.100	S/ 5.00	0.50
Laca	Kg	0.125	S/ 11.89	1.48
<b>TOTAL</b>				<b>3.48</b>

OBTENCION Y PREPARACION DE LA MEZCLA	SUB TOTAL (S/)
Costo de transporte	7.20
Costo de materia prima	3.48
Costo de preparación de la mezcla	25.00
<b>TOTAL</b>	<b>3.48</b>

<b>PRESUPUESTO</b>	
<b>Costo Total de la muestra</b>	<b>55,38</b>

<b>COSTO DE LOS TABLEROS</b>	
TABLERO DE CASCARA DE ARROZ (S/)	TABLERO DE MAPRESA (S/)
<b>S/ 55.68</b>	<b>S/ 63.90</b>

Fuente: Elaboración propia

**Objetivo 3.** comparar las propiedades mecánicas de los tableros para tabiquería con cáscara de arroz con los de mapresa.

**Tabla 11**

*Resistencia a la flexión M1-A*

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-003- N°03</b>
MUESTRA:	M1-A

CARGA POR ROTURA (kg)	<b>3899.33</b>
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>3</sup> )	<b>1592.23</b>

<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS TABLEROS</b>
--

ANCHO (cm)	16.00
LARGO (cm)	28.00
ESPESOR (mm)	1.5

Fuente: Elaboración propia
----------------------------

**Tabla 12**

*Resistencia a la flexión M1-B*

FORMATO:	<b>FORMATO G.M-003- N°03</b>
MUESTRA:	M1-B

CARGA POR ROTURA (kg)	<b>3717.49</b>
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	<b>1517.98</b>

<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS TABLEROS</b>
--

ANCHO (cm)	16.00
LARGO (cm)	28.00
ESPESOR (mm)	1.5

Fuente: Elaboración propia
----------------------------



**Figura 1.** Tablero que está afectado por fuerzas de compresión.

## V. DISCUSIÓN

Respecto a las propiedades físicas de los tos tableros, Chumo (2017), Retamozo (2005) en su trabajo titulado efecto de la presión como factor importante en la preparación de tableros utilizando cáscara de arroz; y Calero & Vásconez (2012) en su trabajo de investigación titulado preparación de planchas rígidas con propiedades aislantes de calor, utilizando cascara del arroz y aglutinantes naturales; informan en sus trabajos de investigación el valor de la densidad de los tableros obtenidas son:  $0,7 \text{ g/cm}^3$ ,  $0,84 \text{ g/cm}^3$  y  $0,84 \text{ g/cm}^3$  respectivamente; la densidad del tablero de cáscara de arroz del presente trabajo fue de  $0,34 \text{ g/cm}^3$  posiblemente debido a la calidad del arroz que se siembra en Tumbes, el porcentaje de la cascara de arroz en el tablero y su humedad que son diferentes para cada caso.

Chumo (2017) en su trabajo de tesis relacionado con la preparación de ecotableros utilizando cáscara de arroz en un 85% en peso y bagazo de caña de azúcar en un 20%, informa que la absorción de la humedad fue del 35% y en el presente trabajo de investigación se determinó el 44,87%

En referencia al costo por unidad del tablero de aglomerado, el costo del tablero fabricado en el presente proyecto fue de 55,68 nuevos soles, donde se consideraron los costos de cáscara de arroz, cola sintética, agua, yeso, laca, costo de transporte, costo de materia prima y costo de preparación de la mezcla y el costo del tablero de mapresa en el mercado es de 63,90 nuevos soles, observándose una diferencia notable a favor del tablero preparado por los autores, explicándose que es más barato pues en el mercado se incrementan los precios debido a los gastos administrativos que existen en el proceso de mercadeo.

Cuando se determinaron las propiedades mecánicas del tablero de cáscara de arroz elaborado por los autores y los tableros considerados en los antecedentes se observan gran diferencia; por ejemplo Retamozo (2005) en su tablero de cáscara de arroz determinó una resistencia a la flexión estática (MOR) de  $280 \text{ Kg/cm}^2$ , Chumo (2017) para su tablero de 80% de cáscara de arroz y 20% de bagazo de caña de azúcar determinó un valor de la misma propiedad igual a  $9,50 \text{ N/mm}^2$  ( $96,873 \text{ Kg/cm}^2$ ), Calero & Vásconez (2012) para su tablero de 80% de cáscara de arroz y 12,5% de aglutinante, determinó un valor de MOR igual a  $280 \text{ Kg/cm}^2$ ; y el

MOR determinado por el tablero de cáscara de arroz objeto del presente trabajo resultó tener un valor de MOR igual a 1517,98 Kg/cm<sup>2</sup>, lo que significa que existen factores que están determinando grandes variaciones en los valores de la Resistencia a la flexión (MOR).



## **VI. CONCLUSIONES**

Las densidades de los tableros en los antecedentes se observan poca diferencia en sus valores comparado con la densidad de los tableros fabricados en Tumbes con los insumos de Tumbes, por lo que se consideran la existencia de diferencias en las estructuras de los materiales conformantes de los tableros de los antecedentes y los fabricados en Tumbes.

El costo de la preparación del tablero en el presente proyecto es de 55,68 nuevos soles y el precio de venta de un tablero de mapresa es de 63,90 nuevos soles en el mercado, la diferencia es evidente por el costo del material principal: cáscara de arroz o partículas de madera de la mapresa, otro detalle son los costos por gastos administrativos en el proceso de mercadeo de los tableros de mapresa.

Comparando la resistencia a la flexión (MOR) de los tableros confeccionados por los autores del presente trabajo de investigación, es mucho mayor que los tableros confeccionados por los autores de los antecedentes mencionados líneas arriba lo que nos permite deducir que se debe a las características de resistencia propia de la cáscara de arroz de la región.

En el presente trabajo se constató que el uso de la cáscara de arroz para la preparación de tableros para tabiquería, tuvo resultados convenientes y sus propiedades facilitaron su transformación en un tablero de muy buena calidad. Se confirmó que los tableros preparados si cumplieron con los valores mínimos solicitados por las normas NTP.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1) Se recomienda continuar con este estudio con el fin de obtener una variedad de opciones de uso de la cáscara de arroz preparando otras mezclas con diferentes componentes y otras proporciones, además de variar también el tamaño de la partícula de cáscara de arroz con otros aglutinantes y lograr conseguir, resultados favorables en los ensayos mecánicos.
- 2) Se sugiere realizar otros diferentes ensayos, por ejemplo, la resistencia al fuego, al impacto, evaluación acústica, entre otras y puedan permitir mayores aplicaciones en otros espacios y otras necesidades.
- 3) Se recomienda tomar en cuenta en futuras investigaciones, el tiempo de almacenamiento porque al estar en un ambiente inadecuado y expuesto a diferentes agentes externos como polvo, humedad, insectos, etc., va a alterar la calidad del producto a obtener.
- 4) Se recomienda ampliar el campo de la experimentación usando fibras de otros vegetales de la región agrícola que usualmente son considerados residuos, de modo que se amplíe la materia prima para la fabricación de tablero.

## REFERENCIAS

**Gaitán, A. & Fonthal, G. y Calderón, H. (2016).** *Fabricación y propiedades físicas de aglomerados de Pennisetum purpureum schum, Philodendron longirrhizum y Musa acuminata.* Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN -1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, Vol. 25, No. 1. Instituto Interdisciplinario de las Ciencias, Universidad del Quindío, Colombia. Recuperada de:

<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v25n1/rcta01116.pdf>

**ASTM. (2016).** *Standard terminology relating to wood-base fiber and particle panel materials.* American society for testing and materials ASTM-D 1554-10 (2016), USA. Recuperada de: <https://www.astm.org/Standards/D1554.htm>

**ASTM. (1990):** *Standard Test Method for Slow Rate Penetration Resistance of Flexible Barrier Films and Laminates.* American Society for Testing and Materials ASTM F 1306-21, USA. Recuperada de: <https://www.astm.org/Standards/F1306.htm>

**ASTM. (1999).** *Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.* American Society for Testing and Materials ASTM D 1037 – 99. USA. Recuperada de: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/D1037-99.htm>

**ASTM (2013):** *Standard Test Method for Nonvolatile Content of Urea-Formaldehyde Resin Solutions.* ASTM D1490 – 01, USA. Recuperada de:

<https://www.astm.org/Standards/D1490.htm>

**MINAM (2016).** *Ley general de residuos sólidos.* Lima: Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Ley 27314. Recuperada de:

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos#:~:text=La%20Ley%2027314%20se%20aplica,sociales%20y%20de%20la%20poblaci%C3%B3n.>

**Besednjak Dietrich A. (2005).** Materiales compuestos. Procesos de fabricación de embarcaciones. 1° edición. Ediciones UPC. ISBN 84-8301-820-9. Barcelona España. Recuperada de:

[https://books.google.com.pe/books?id=gMSg5rURr6sC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=true](https://books.google.com.pe/books?id=gMSg5rURr6sC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=true)

**Caibinagua, P. (2013).** Propuesta de acabados de pisos y cielo rasos para viviendas económicas caso (EMUVI). Universidad del Azuay, Facultad de Diseño, Escuela de Diseño de Interiores. Cuenca Ecuador. Recuperada de:

[https://www.academia.edu/29109506/Propuesta\\_de\\_Acabados\\_de\\_Pisos\\_Y\\_Cielo\\_Rasos\\_para\\_Viviendas\\_Econ%C3%B3micas\\_Caso\\_Emuvi](https://www.academia.edu/29109506/Propuesta_de_Acabados_de_Pisos_Y_Cielo_Rasos_para_Viviendas_Econ%C3%B3micas_Caso_Emuvi)

**Calero, F., & Vásconez, L. (2012).** *Desarrollo experimental de un aislante térmico utilizando cascarilla de arroz y aglutinantes naturales, en planchas rígidas.* Sangolqui: EPE. Recuperada de:

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/5500>

**Campos, E. (2008).** *Comportamiento agronómico de cuatro cultivares de arroz (oryza sativa l.) bajo riego en Tingo María.* UNAS. Recuperada de:

<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/82>

**Casas, L. (2015).** *Efecto de la utilización de la cascarilla de arroz y almidón como ligantes en la resistencia de paneles aglomerado de uso en la construcción.* Lima: UNI. Recuperada de:

[https://minio2.123dok.com/dt02pdf/123dok\\_es/pdf/2020/06\\_09/jenhib1591693255.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=LB63ZNJ2Q66548XDC8M5%2F20210130%2F%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20210130T230733Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=d49c2045f809dd465094addc73266e60f43729bafdc7b505917964ff8772f0c2](https://minio2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/pdf/2020/06_09/jenhib1591693255.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=LB63ZNJ2Q66548XDC8M5%2F20210130%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20210130T230733Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=d49c2045f809dd465094addc73266e60f43729bafdc7b505917964ff8772f0c2)

**Chancón, Romero, Andrea. (2013).** *Desarrollo de aglomerado a base de residuo orgánico de cascarilla de cacao y bolsas plásticas recicladas.* Trabajo de grado de la Universidad Piloto de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Mercados. Bogotá. Recuperada de:

<http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00000938.pdf>

**Chumo Zambrano, N. y Gonzales Velasquez, J. (2017).** *Ecotableros a base de residuos agroindustriales de cascarilla de arroz y bagazo de caña de azúcar en el cantón Tosagua, Manabi.* Calceta: ESPAMMFL. Recuperada de:

<http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/673/TMA152.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Espinoza Saavedra, A. (2010).** *Aptitud de guadua angustifolia kunth en la elaboración de tableros aglomerados con cemento.* Lima: UNAM. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Recuperada de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/427/K50.E7-T.pdf?sequence=8&isAllowed=y>

**Gamarra Romero, L. (2016).** *Aptitud de las fibras del mesocarpio de la palma aceitera (elaeis guineensis jacq.) para la elaboración de tableros fibrocemento.* Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ingeniería Forestal. Lima.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2643/K50-G35-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**García, J. J. (2009):** *Influencia de las Fibras Naturales en Composites Biodegradables,* Congreso Cidemco - Tecnali, Madrid, España.

**López, M. L.: (2010):** *Los composites son los materiales que más innovan e Magazines.* Plástico [en línea] 2010, Disponible en:

[www.inte-rempresas.net/Plastico/Articulos/40358-Luis-Lopez-Mateo-Los-composites-son-los-materiales-que-mas-innovan-en-todo-el-mundo.html](http://www.inte-rempresas.net/Plastico/Articulos/40358-Luis-Lopez-Mateo-Los-composites-son-los-materiales-que-mas-innovan-en-todo-el-mundo.html)

**MALONEY, Thomas. (1977):** *Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing,* Miller Freeman Publications. USA.

**MINAGRI. (2019).** *IV censo nacional de arroz en molinos, almacenes y comercios mayoristas 2019.* Lima: MINAGRI.

## MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL DE COLOMBIA

(2007): Cadena productiva forestal, tableros aglomerados y contrachapados, muebles y productos de madera, Informe proyecto transición de la agricultura. Giro Editores Ltda. ISBN: 978-958-97128-5-6. Colombia.

**NTP. (s.f.).** *NORMA TÉCNICA E.010 MADERA.* Lima.

**Ramos, C., y Solórzano, G. (2018).** *Cáscara y ceniza de arroz en la resistencia a compresión y absorción en ladrillos de concreto*, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo filial Trujillo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31441#:~:text=Se%20concluye%20que%20la%20adici%C3%B3n,absorci%C3%B3n%20en%20ladrillos%20de%20concreto.>

**Retamoso, M. (2005).** *Influencia de la presión en la elaboración de tableros de fibra obtenidos a partir de paja de arroz (oriza sativa L.)*. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima. Recuperada de:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/437/K50.R43-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Santa Cruz Orellana, Tania. (2012).** *Evaluación de la utilización de epicarpio de maní (arachis hipogaea, c. linneo) con un ligante polimérico, en la aplicación de especímenes de prueba -paneles menores*. Trabajo de grado para conferírsele el título de Ingeniera Química en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química. Recuperada de:

[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_1226\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1226_Q.pdf)

**Tinoco, G. (2018).** *Uso del residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso*. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Lima – Perú. Recuperada de:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25868/Tinoco\\_PGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/25868/Tinoco_PGA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

### A-1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
“Propuesta para la fabricación de Tableros para Tabiquería utilizando Cascara de Arroz en la Provincia y Departamento de Tumbes, 2021”						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	DISEÑO METODOLÓGICO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General				
¿Es posible y conveniente fabricar tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz?	La fabricación de tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz evaluando algunas de sus propiedades mecánicas	Es posible fabricar tableros para tabiquería utilizando cáscara de arroz evaluando algunas propiedades mecánicas.	Fabricación de tableros para tabiquería utilizando cascara de arroz	*Resistencia a la flexión *Absorción de agua *Costo de transporte *Costo de materia prima *Costo de preparación de la mezcla *Densidad	Kg/cm <sup>2</sup> % S/ S/ S/ g/cm <sup>2</sup> Kg Cualidad	<b>Tipo de investigación:</b> Innovación Tecnológica- Experimental

<b>Problema Especifico</b>	<b>Objetivo Especifico</b>	<b>Hipótesis Especifica</b>			
<b>PE1.</b> ¿Cuáles son los valores de algunas propiedades físicas de los tableros para tabiquería elaborados con cáscara de arroz?	<b>OE1.</b> Evaluar algunas propiedades físicas de los tableros para tabiquería con cáscara de arroz	<b>HE1.</b> De la evaluación de las propiedades de los tableros para tabiquería elaborados con cáscara de arroz se tendrá información relevante para su desempeño en tabiquería	*Peso *Textura		
			*Densidad *Peso de Tablero *Textura *Capacidad de Absorción de agua	g/cm <sup>3</sup> kg Calidad %	<b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo- Explicativo
<b>PE2.</b> ¿Cómo se compara el costo de los tableros para tabiquería usando la	<b>OE2.</b> Comparar el costo de los tableros para tabiquería de cáscara de	<b>HE2.</b> Los costos de fabricación de los tableros para tabiquería con cáscara de	*Costo del tablero prototipo *Costo del tablero Mapresa		<b>Método de investigación:</b> Enfoque: Cuantitativo- Cualitativo



cáscara de arroz con los tableros de mapresa?	arroz con los tableros de mapresa.	arroz son menores que los de mapresa.		S/	
<b>PE3.</b> ¿Cómo se comparan las propiedades mecánicas estudiadas usando la cáscara de arroz con los de mapresa?	<b>OE3.</b> Comparar las propiedades mecánicas de los tableros para tabiquería con cáscara de arroz con los de mapresa.	<b>HE3.</b> Los tableros para tabiquería con cáscara de arroz tendrán mejores propiedades mecánicas que los de mapresa.		S/	
			*Resistencia a la Flexión	Kg/cm <sup>3</sup>	

A-2.

## FORMATOS DE REGISTRO DE INFORMACIÓN

### ANALISIS DE COSTO PARA UN TABLERO

ANALISIS DE PRECIOS				
MUESTRA:				
MATERIALES	UNIDADES	CANTIDAD DE MATERIAL	PRECIO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/)
Cascara de arroz	Kg			
Cola sintética	Kg			
Agua	Lt			
Yeso	Kg			
Laca	Kg			
<b>TOTAL</b>				

OBTENCION Y PREPARACION DE LA MEZCLA	SUB TOTAL (S/)
Costo de transporte	
Costo de materia prima	
Costo de preparación de la mezcla	
<b>TOTAL</b>	

PRESUPUESTO	
<b>Costo Total de la muestra (S/)</b>	

COSTO DE LOS TABLEROS	
TABLERO DE CASCARA DE ARROZ (S/)	TABLERO DE MAPRESA (S/)
S/	S/

Fuente: Elaboración propia

## ENSAYO DE DENSIDAD

FORMATO:	
MUESTRA:	

### CARACTERÍSTICAS DEL TABLERO

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPESOR (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)
$\rho = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^6$				
DENSIDAD DE LA MUESTRA (gr/cm <sup>3</sup> )				

Fuente: Elaboración propia.

## ANALISIS DE LOS PESOS DE LOS TABLEROS

FORMATO:	
MUESTRA:	

CARACTERÍSTICAS DE LOS TABLEROS DE CASCARA DE ARROZ ( <b>ESCALADO</b> )	
ANCHO (cm)	
LARGO (cm)	
ESPESOR (mm)	
<b>PESO (gr)</b>	

CARACTERÍSTICAS Y PESO DEL TABLERO DE CASCARA DE ARROZ ( <b>ESCALA COMERCIAL</b> )			
ANCHO	LARGO	ESPESOR	<b>PESO</b>

CARACTERÍSTICAS Y PESO DEL TABLERO DE MAPRESA ( <b>ESCALA COMERCIAL</b> )			g.
<b>ANCHO (cm)</b>	<b>LARGO (cm)</b>	<b>ESPESOR (mm)</b>	<b>PESO (gr)</b>

<b>PESO DE LOS TABLEROS</b>	
TABLERO DE CASCARA DE ARROZ ( <b>ESCALA COMERCIAL</b> )  (gr)	TABLERO DE MAPRESA ( <b>ESCALA                  COMERCIAL</b> ) (gr)

FUENTE: ELABORACION PROPIA
----------------------------

## ENSAYO DE RESISTENCIA LA FLEXION

FORMATO:	
MUESTRA:	

CARGA POR ROTURA (kg)	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>3</sup> )	

### CARACTERÍSTICAS DE LOS TABLEROS

ANCHO (cm)	
LARGO (cm)	
ESPESOR (mm)	

Fuente: Elaboración propia

## TEXTURA

FORMATO:	
MUESTRA:	

CARACTERÍSTICAS DE LOS TABLEROS DE CASCARA DE ARROZ	
ANCHO (cm)	
LARGO (cm)	
ESPESOR (mm)	
PESO (gr)	
TEXTURA	

Fuente: Elaboración propia

## CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

FORMATO:	
MUESTRA:	
Porcentaje de absorción = $\frac{P \text{ sat} - P \text{ seco}}{P \text{ seco}} \times 100$	
P seco= Peso de la unidad seca (gr)	
P sat= Peso de la unidad saturada (gr)	

tiempo:	24h
Muestra	
P. seco:	
P. sat:	
P. sat - P. seco:	

% Abs=	
--------	--

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (24 HORAS)	
-------------------------	------------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia
----------------------------

## RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
Especialista en Mecánica de Suelos y Servicios Grandes de la Construcción.  
RUC: 10028841090 Dirección: Calle Cahuide Mz .1- Lt 64, Castilla – Piura Celular: 968071802

### ANÁLISIS DE ENSAYOS DE DENSIDAD DE PANEL PARA TABIQUERÍA.

SOLICITANTE: Christian Gonzales Hidaigo.

Edgar Rodrigo Monasterio Zapata.

PROYECTO: TESIS "Propuesta para la fabricación de Tableros para Tabiquería utilizando Cascara de Arroz en la Provincia y Departamento de Tumbes, 2021"

UBICACIÓN: (Departamento de Tumbes - Provincia de Tumbes)

MUESTRA N°: 01

MEDIDAS: Ancho: 10.80 cm Largo: 11.14 cm Espesor: 15 mm

INGREDIENTES DE LA MUESTRA: Cascara de arroz, goma sintética, agua, yeso, laca.

FECHA:

### RESULTADOS DEL ENSAYO DE DENSIDAD

ENSAYO DE DENSIDAD
--------------------

MUESTRA:	M1-A
----------	------

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	M1-A	.....
PESO (gr)	60.45	.....
ESPESOR (cm)	1.5	.....
ANCHO (cm)	10.80	.....
LARGO (cm)	11.14	.....
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	180.468	.....
DENSIDAD DE LA MUESTRA (gr/cm <sup>3</sup> )	0.33	.....

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM 1037
--

EQUIPO	CALIBRADOR VERNIER/SERIE 1108 PULGADAS/MÉTRICO
PROCEDENCIA	sales@insize.com/ Fabricación Alemana e Italiana



LABORATORIO E INGENIERIA  
 MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Manuel Adriano Chunga Purizaca  
 Reg. 10028841090

MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
 Especialista en Mecánica de Suelos y Servicios Grandes de la Construcción.  
 RUC: 10028841090 Dirección: Calle Cahuide Mz .1- Lt 64, Castilla – Piura Celular: 968071802

**ANÁLISIS DE ENSAYOS DE DENSIDAD DE PANEL PARA TABIQUERÍA.**

SOLICITANTE: Christian Gonzales Hidalgo.

Edgar Rodrigo Monasterio Zapata.

PROYECTO: TESIS "Propuesta para la fabricación de Tableros para Tabiquería utilizando Cascara de Arroz en la Provincia y Departamento de Tumbes, 2021"

UBICACIÓN: (Departamento de Tumbes - Provincia de Tumbes)

MUESTRA N°: 01

MEDIDAS: Ancho: 00.00 cm Largo: 00.00 cm Espesor: 15 mm

INGREDIENTES DE LA MUESTRA: Cascara de arroz, goma sintética, agua, yeso, laca.

FECHA:

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE DENSIDAD**

**ENSAYO DE DENSIDAD**

MUESTRA: M1-B

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	M1-B	.....
PESO (gr)	60.75	.....
ESPESOR (cm)	1.5	.....
ANCHO (cm)	10.80	.....
LARGO (cm)	11.14	.....
VOLUMEN (cm3)	180.468	.....
DENSIDAD DE LA MUESTRA (gr/cm3)	0.34	.....

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM 1037

EQUIPO	CALIBRADOR VERNIER/SERIE 1108 PULGADAS/MÉTRICO
PROCEDENCIA	sales@insize.com/ Fabricación Alemana e Italiana



LABORATORIO E INGENIERIA  
 MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
 Ing. Manuel Adriano Chunga Purizaca  
 0968071802



MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
Especialista en Mecánica de Suelos y Servicios Grandes de la Construcción.  
RUC: 10028841090 Dirección: Calle Cahuide Mz .1- Lt 64, Castilla – Piura Celular: 968071802

**ANÁLISIS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANEL PARA TABIQUERÍA.**

SOLICITANTE: Christian Gonzales Hidalgo.

Edgar Rodrigo Monasterio Zapata.

PROYECTO: TESIS "Propuesta para la fabricación de Tableros para Tabiquería utilizando Cascara de Arroz en la Provincia y Departamento de Tumbes, 2021"

UBICACIÓN: (Departamento de Tumbes - Provincia de Tumbes)

MUESTRA N°: 01

MEDIDAS: Ancho: 16.00 cm Largo: 28.00 cm Espesor: 15mm

INGREDIENTES DE LA MUESTRA: Cascara de arroz, goma sintética, agua, yeso, laca.

FECHA:

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

MUESTRA: M1-A

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	M1-A	.....
ANCHO (cm)	16.00	.....
ESPESOR DEL TABLERO (cm)	1.5	.....
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	14.70	.....
CARGA POR ROTURA (KN)	38.60	.....
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1592.23	.....

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM 1037

EQUIPO	PINZUAR-LTDA / MODELO PC - 160 / SERIE 132
PROCEDENCIA	www. Pinzuar.com.co / Bogotá, D.C.- Colombia



LABORATORIO DE INGENIERÍA  
ALUMNO: EDGAR RODRIGO MONASTERIO ZAPATA

MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
Especialista en Mecánica de Suelos y Servicios Grandes de la Construcción.  
RUC: 10028841090 Dirección: Calle Cahuide Mz .1- Lt 64, Castilla – Piura Celular: 968071802

**ANÁLISIS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PANEL PARA TABIQUERÍA.**

SOLICITANTE: Christian Gonzales Hidalgo.

Edgar Rodrigo Monasterio Zapata.

PROYECTO: TESIS "Propuesta para la fabricación de Tableros para Tabiquería utilizando Cascara de Arroz en la Provincia y Departamento de Tumbes, 2021"

UBICACIÓN: (Departamento de Tumbes - Provincia de Tumbes)

MUESTRA N°: 01

MEDIDAS: Ancho: 16.00 cm Largo: 28.00 cm Espesor: 15mm

INGREDIENTES DE LA MUESTRA: Cascara de arroz, goma sintética, agua, yeso, laca.

FECHA:

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

MUESTRA: M1-B

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	M1-B	.....
ANCHO (cm)	16.00	.....
ESPESOR DEL TABLERO (cm)	1.5	.....
LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (cm)	14.70	.....
CARGA POR ROTURA (KN)	36.80	.....
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	1517.98	.....

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM 1037

EQUIPO	PINZUAR-LTDA / MODELO PC - 160 / SERIE 132
PROCEDENCIA	www. Pinzuar.com.co / Bogotá, D.C.- Colombia



MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
Ingeniero Civil  
Ing. Manuel Adriano Chunga Purizaca  
RUC: 10028841090

MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
Especialista en Mecánica de Suelos y Servicios Grandes de la Construcción.  
RUC: 10028841090 Dirección: Calle Cahuide Mz .1- Lt 64, Castilla – Piura Celular: 968071802

ANÁLISIS DE ENSAYOS DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE PANEL PARA TABIQUERÍA.

SOLICITANTE: Christian Gonzales Hidalgo.

Edgar Rodrigo Monasterio Zapata.

PROYECTO: TESIS "Propuesta para la fabricación de Tableros para Tabiquería utilizando Cascara de Arroz en la Provincia y Departamento de Tumbes, 2021"

UBICACIÓN: (Departamento de Tumbes - Provincia de Tumbes)

MUESTRA N°: 01

MEDIDAS: Peso Seco: 60.45 gr Peso Saturado: 85.82 gr

INGREDIENTES DE LA MUESTRA: Cascara de arroz, goma sintética, agua, yeso, laca.

FECHA:

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

ENSAYO DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA

MUESTRA: M1-A

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	M1-A	.....
PESO SECO (gr)	60.45	.....
PESO SATURADO (gr)	85.82	.....
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	41.96	.....

ESPECIFICACIONES: Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM 1037

EQUIPO	BALANZA-MODELO: QUA826/CALIBRADO
PROCEDENCIA	www.balanzasmurguia/ Perú - Piura



LATOS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y SERVICIOS GRANDES DE LA CONSTRUCCIÓN  
Ing. Am. Adriano Chunga Purizaca  
Reg. UITP 2285

MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
Especialista en Mecánica de Suelos y Servicios Grandes de la Construcción.  
RUC: 10028841090 Dirección: Calle Cahuide Mz .1- Lt 64, Castilla – Piura Celular: 968071802

**ANÁLISIS DE ENSAYOS DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE PANEL PARA TABIQUERÍA.**

SOLICITANTE: Christian Gonzales Hidalgo.  
Edgar Rodrigo Monasterio Zapata.

PROYECTO: TESIS "Propuesta para la fabricación de Tableros para Tabiquería utilizando Cascara de Arroz en la Provincia y Departamento de Tumbes, 2021"

UBICACIÓN: (Departamento de Tumbes - Provincia de Tumbes)

MUESTRA N°: 01

MEDIDAS: **Peso Seco:** 50.27 gr **Peso Saturado:** 72.83 gr

INGREDIENTES DE LA MUESTRA: Cascara de arroz, goma sintética, agua, yeso, laca.

FECHA:

**RESULTADOS DEL ENSAYO DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA**

**ENSAYO DE CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA**

**MUESTRA:** M1-B

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	M1-B	.....
PESO SECO (gr)	50.27	.....
PESO SATURADO (gr)	72.83	.....
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	44.87	.....

**ESPECIFICACIONES:** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM 1037

EQUIPO	BALANZA-MODELO: QUA826/CALIBRADO
PROCEDENCIA	www.balanzasmurguia/ Perú - Piura



MANUEL ADRIANO CHUNGA PURIZACA  
Especialista en Mecánica de Suelos y Servicios Grandes de la Construcción.  
RUC: 10028841090 Dirección: Calle Cahuide Mz .1- Lt 64, Castilla – Piura Celular: 968071802

A - 4

GALERÍA DE FOTOS DEL PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



*Recolección de la cáscara de arroz*



*Limpieza manual de la cáscara de arroz*



*Acetato de polivinilo y laca*



*Yeso*



*Molde listo para ser utilizado*



*Molde listo para ser forrado*



*Cáscara ya seleccionada*



*Llenado de molde*



*Molde listo para recibir la mezcla*



*Cola sintética lista para mezclar*



*Mezclado de cola con agua, cáscara, yeso*



*Mezclado manual de todos los materiales*





*Vaciado de mezcla al molde*



*Prensado de la muestra*



*Muestra en reposo por 72 horas*



*Desmolde de la muestra*



*Muestra secando a la luz solar*



*Muestra realizada*



*Muestra final con laca*

## GALERÍA DE FOTOS DE LA ELABORACIÓN DE ENSAYOS



*Midiendo el grosor para determinar la densidad*



*Máquina para medir la resistencia a la flexión*



*Muestra a la que midieron la resistencia a la flexión*



*Registrando datos en medición de la absorción*



*Muestras listas para la medición de la absorción*



*Aparato para medir la absorción*