



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## **FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, FAREM-ESTELÍ**

**Aprovechamiento de la cascarilla de arroz para la elaboración de  
tableros aglomerados en la ciudad de Estelí del II semestre del año 2020**

Trabajo monográfico para optar

al grado de

### **Ingeniero agroindustrial** **Autores:**

Br. Hugo Feliciano Lazo Aviles

Br. José Armando Palacios Hernández

Br. Manyel Ricardo Pineda Tinoco

### **Tutor:**

MSc. Leonardo Antonio Flores Martínez

Estelí, 10 mayo del 2021



## **Valoración del tutor**

Con la monografía “Aprovechamiento de la cascarilla de arroz para la elaboración de tableros de aglomerados en la ciudad de Estelí del II semestre del año 2020”, que tiene como autores a las estudiantes Hugo Feliciano Lazo Aviles, Manyel Ricardo Pineda Tinoco, José Armando Palacios Hernández, con el fin de culminar sus estudios en la carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Se presenta un informe final que reúne los requisitos establecidos en el Reglamento de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN Managua y han cumplido con la metodología propuesta para desarrollar el informe de investigación de seminario de graduación. La estructura del mismo obedece a lo contemplado en la normativa de la universidad.

A través de la presente doy fe de la perseverancia, disciplina y dedicación por parte de las estudiantes, este trabajo de investigación tendrá una gran utilidad en los procesos de innovación relacionados con dicha temática, además de contribuir a posteriores investigaciones que se desarrollen en la carrera de ingeniería agroindustrial.

---

MSc. Leonardo Antonio Flores Martínez

Docente

UNAN Managua – FAREM-ESTELÍ

Estelí, 30 de noviembre del año 2021

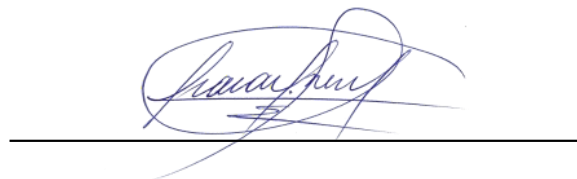
MSc. Wilfredo Van de Velde  
Director Departamento Ciencias  
Tecnológicas y Salud UNAN  
Managua FAREM /Estelí

Estimado maestro Van de Velde:

Reciba un cordial saludo de mi parte.

Me dirijo ante usted para hacer constar que los estudiantes Hugo Feliciano Lazo Aviles, número de carné 16-05811-3, Manyel Ricardo Pineda Tinoco. número de carné 16-05854-2, José Armando Palacios Hernández. número de carné 16-05829-0, incorporaron las observaciones realizadas por la comisión examinadora al trabajo monográfico titulado de Ingeniería Agroindustrial, quienes son autores de la investigación titulada “Propuesta de alternativa para el aprovechamiento del residuo cascarilla de arroz en la producción de aglomerados en Nicaragua”.

Sin otro asunto que abordar me despido de usted.



## **Dedicatoria**

Gracias te damos, Dios mío, gracias te damos, porque tu nombre está cerca de nosotros. ¡Todos hablan de tus hechos portentosos! (Sal 75.1).

El presente trabajo de grado está dedicado primeramente a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de nuestras vidas, permitiéndonos llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional bendiciéndonos y dándonos fuerzas para continuar nuestras metas trazadas sin desfallecer. A nuestros padres por ser nuestro pilar fundamental que, con su apoyo incondicional, amor, consejo y confianza permitieron que lográramos culminar nuestra carrera profesional.

A nuestros hermanos y familiares por el apoyo moral que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas, sus consejos nos permitieron consolidar de diversas maneras nuestros valores principalmente el sentido de la responsabilidad y deseos de superación. A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **Agradecimientos**

“Y todo lo que hagan, ya sea de palabra o, de hecho, háganlo en el nombre del Señor Jesús, dando gracias a Dios el Padre por medio de él” (Col 3:17).

Agradecemos primeramente a Dios por ser nuestra guía en el transcurso de nuestras vidas, brindándonos paciencia y sabiduría para así lograr cumplir nuestros estudios y metas. A nuestros padres por ser nuestro pilar fundamental, por sus sacrificios, amor, comprensión y por estar apoyándonos en cualquier circunstancia de mi vida, por sus grandes sueños de vernos como profesionales.

A nuestros hermanos y demás familiares los cuales han formado parte importante en mi desempeño personal y formación profesional; por motivarnos de manera constante e instarnos a ser mejor cada día. A mis amistades y principalmente a Gissel Karina García Hernández los cuales fueron partícipes a lo largo de mis estudios y ser un gran apoyo.

A nuestro tutor de tesis MSc. Leonardo Antonio Flores Martínez quien con su experiencia y conocimientos nos guio en el transcurso de elaboración de nuestro trabajo investigativo.

## **Resumen**

En la investigación realizada se determina el manejo del residuo como lo es la cascarilla de arroz a través de la elaboración de tableros aglomerados con cola blanca y resina epoxi durante el primer semestre del año 2020. De esta manera demostramos el beneficio de aprovechar residuos no utilizados que nos brinden una disminución a la cantidad de cascarilla generada por cada cosecha anual en Nicaragua. La metodología empleada es de enfoque experimental, nos proporciona información requerida en base a las variables, para la elaboración de un tablero aglomerado con las características de calidad necesaria en la creación del producto. Para obtener toda la información en la elaboración fue necesario utilizar como instrumento la observación en diferentes experimentos que brindaban los parámetros de calidad del tablero aglomerados. Los resultados de la investigación indican los beneficios de la elaboración de tableros aglomerados como método de aprovechamiento de la cascarilla de arroz, especificando los distintos resultados que demostraron los experimentos realizados a los tableros aglomerados, los cuales indican que este producto creado a partir de un residuo no utilizado, posee las características necesarias para ser un producto de alta calidad a un costo de producción muy bajo y brindándole un valor agregado a dicho residuo.

**Palabras Claves:** Cascarilla, Aglomerado, calidad, Productos

## Summary

The research carried out determines the management of waste such as rice husks through the production of agglomerated boards with white glue and epoxy resin during the first semester of the year 2020. In this way, we demonstrate the benefit of taking advantage of unused residues that provide us with a reduction in the amount of husk generated by each annual harvest in Nicaragua. The methodology used is of experimental approach, it provides us with the required information based on the variables, for the elaboration of a chipboard with the necessary quality characteristics in the creation of the product. To obtain all the information in the elaboration, it was necessary to use as an instrument the observation in different experiments that provided the quality parameters of the chipboard. The results of the research indicate the benefits of the elaboration of chipboard as a method of using rice husks, specifying the different results demonstrated by the experiments carried out on the chipboard, which indicate that this product, created from an unused residue, has the necessary characteristics to be a product of very high quality at a very low production cost and providing an added value to this residue.

**Key words:** husk, agglomerate, quality, products.

## INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos de Investigación.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1. Antecedentes de estudios anteriores.....	6
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes Internacionales.....	7
2.2. Marco teórico.....	10
2.2.1. Aglomerados.....	10
2.2.2. Materia prima.....	14
2.2.3. Descripción de la cascarilla.....	15
2.2.4. Conversión de la biomasa.....	17
2.2.5. Proceso de producción.....	17
2.2.6. Adhesivos.....	18
2.2.7. Estructura química y síntesis.....	20
2.2.8. Proceso de fabricación.....	21
2.2.9. Caracterización de los aglomerados.....	24
2.2.10. Degradación Química.....	24
2.2.11. Ensayo de Flexión.....	26
2.3. Hipótesis.....	27
2.4. Operacionalización de Variables.....	29
CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	31
3.1. Localización de la investigación.....	31
3.2. Tipo de investigación.....	32
3.3. Área de estudio.....	32
3.4. Técnicas de recolección de datos.....	33
3.4.1. Observación.....	33
3.4.2. Pruebas de Laboratorio.....	33
3.5. Etapas de la investigación.....	34





## Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de Variable.....	29
Tabla 2. Instrumentos y materia para la elaboración .....	38
Tabla 3.Simbología de diagrama de flujo de proceso.....	42
Tabla 4. Elaboración de Primer Aglomerado .....	44
Tabla 5. Segundo Aglomerado .....	45
Tabla 6. Tercer Aglomerado.....	47
Tabla 7. Prueba de resistencia a tablón de Cola Blanca y cascarilla de arroz. ....	49
Tabla 8. Prueba de Resistencia Resina Epóxica y Cascarilla de Arroz .....	50
Tabla 9. Prueba de Resistencia de tablón aglomerado Resina Epóxica, Cola blanca, Cascarilla de Arroz .....	51
Tabla 10. Prueba de Resistencia a tablón aglomerado comercial.....	52
Tabla 11. Prueba de Densidad de tablón de aglomerado de cascarilla de arroz y cola blanca .....	54
Tabla 12. Prueba de Densidad de tablón de aglomerado de Cascarilla de arroz y Resina Epóxica .....	55
Tabla 13.Prueba de Densidad de tablón de aglomerado de Cascarilla de arroz, Cola Blanca y Resina Epóxica.....	56
Tabla 14. Pruebas del test de la llama.....	58
Tabla 15. Gastos Activos .....	62
Tabla 16. Equipos menores.....	62
Tabla 17. Depresión de Equipos .....	62
Tabla 18. Costos Viables .....	63
Tabla 19. Materia Prima .....	63
Tabla 20. Costos de Producción.....	63
Tabla 21. Costo de aglomerado por espesor .....	64
Tabla 22. Costo de aglomerado cola de blanca.....	64
Tabla 23. Machotes de tablas de pruebas de resistencia.....	75
Tabla 24. Tablas de pruebas de densidad aglomerados .....	76
Tabla 25.Plantillas de prueba de resistencia al agua.....	78

## Índice de Figuras

Figura 1. Estructura química acetato de polivinilo .....	20
Figura 2. Ubicación geográfica.....	31
Figura 3.Diagrama de Flujo de elaboración de tablonos de Aglomerados .....	43
Figura 4. Fórmula de densidad.....	53
Figura 5. Formula del Volumen de un cubo .....	53
Figura 6.Molienda de la cascarilla para disminuir su tamaño. ....	70
Figura 7.Mezcla de la cascarilla de arroz colocada en la prensa. ....	70
Figura 8.Aglomerados elaborados con los diferentes tipos de adhesivos.....	71
Figura 9.Aglomerado 50% cascarilla 50% resina.....	71
Figura 10.Aglomerado 50% cascarilla 50% cola blanca .....	72
Figura 11. Aglomerado 50% cascarilla 40% cola blanca 10% Resina.....	72
Figura 12.Muestra de aglomerado 50% cascarilla 50% cola blanca .....	73
Figura 13.Muestra de aglomerado 50% cascarilla 50% resina .....	73
Figura 14. Aglomerado 50% cascarilla 40% cola Blanca 10% Resina .....	74
Figura 15. Pruebas de resistencia a tablonos aglomerados. ....	74
Figura 16. Test de la Llama a tablonos aglomerados.....	75

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN**

En el presente trabajo de investigación se pretende dar a conocer un método de aprovechamiento para la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) mediante la elaboración de tableros aglomerados dándole uso a este residuo, esta idea nace al observar el desaprovechamiento que se le da a la cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en los beneficios de Nicaragua más específicamente en la ciudad de Sebaco.

Realizamos una investigación de tipo experimental con el fin de encontrar la fórmula óptima para la elaboración de tableros aglomerados a partir de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) para eso realizamos prototipos con diferentes adhesivos a los cuales le realizamos pruebas para determinar los parámetros de rendimiento y calculamos los costos de producir un tablero aglomerado con cascarilla de arroz (*Oryza sativa*).

El fin de esta investigación es promover y reutilizar este residuo como materia prima para generar tableros de aglomerado, los mismos que permitirán fomentar e innovar en nuevos mercados a nivel nacional. Es importante promover la producción y comercialización de este producto hacia una nueva y moderna etapa de manufactura que se enfoque en los nuevos parámetros de consumo nacional.

## **1.1. Planteamiento del problema**

La actual actividad humana en su sediento deseo de producir nuevos productos, para satisfacer nuevas demandas, ha dado paso al aumento considerables de residuos que no reciben un tratamiento adecuado para su reutilización y que su vez tiene un impacto negativo generando toneladas de contaminantes provenientes de industrias, donde el principal afectado es el medio ambiente.

Según el Plan de Plan de Producción, Consumo y Comercio del ciclo 2017-2018, el sector arrocero de Nicaragua se produjo 5.4 millones de quintales de arroz, donde la cascarilla constituye cerca de un 20% del arroz en bruto, y se estima que en Nicaragua se desechó un millón de quintales de desechos solo en el ciclo productivo 2017-2018, dato calculado a partir del informe anual del Plan de Producción, Consumo y Comercio de Nicaragua.

Por las características fisicoquímicas la cascarilla es biodegradable y se convierte en un desecho que por su volumen ocasiona elevados costos de almacenamiento y de transporte para la industria arrocera; además por ser poco digerible, su uso en la elaboración de alimentos concentrados para animales es limitado estos inconvenientes genera que se desperdicie la mayoría de la cascarilla de arroz.

## **1.2. Justificación**

En el presente trabajo de investigación del tipo experimental, se pretende desarrollar una alternativa para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz mediante la elaboración de aglomerados destinado a la industria de muebles o como material liviano para construcciones. Estos aglomerados presentan múltiples beneficios a la sociedad los cuales son reducir el consumo de productos a base de madera preciosa, y a un costo más accesibles en materiales para la construcción.

La cascarilla de arroz como un subproducto del resultado del proceso de transformación para la obtención de un producto final, realizado en los centros de acopio de arroz y que usualmente se descarta por no saber aprovechar los beneficios que tiene este tipo de materia prima para la elaboración de otros tipos de productos como lo son los tablones aglomerados a base de este tipo de residuos. Teniendo en cuenta esto se procura elaborar aglomerados con diferentes adhesivos, donde la principal materia prima será la cascarilla de arroz.

Se realizarán pruebas de laboratorio a los aglomeradores, tales como: Degradación química, Resistencia al agua, Densidad, al igual se realizará el Test de la llama esto con la finalidad de determinar la calidad y saber las características o propiedades obtenidas por los tipos de aglomeradores realizados.

Al igual, se realizará una investigación acerca de la factibilidad de la propuesta que, de paso a la construcción de una empresa dedicada a la producción de aglomerado a base de cascarilla de arroz, esto para un mejor aprovechamiento de los residuos y generar ingresos de algo que normalmente es visto como un desperdicio lo que a su vez generara fuentes de trabajo y aportando con un nuevo producto para el mercado.

Esta investigación de Aprovechamiento de la cascarilla de arroz para la elaboración de tableros de aglomerados se vería beneficiado por eje de Desarrollo Socioproductivo del programa nacional de desarrollo humano, por la aplicación de nuevas Tecnologías aplicadas a la producción y promover el desarrollo de nuevos emprendimientos, así como las inversiones que incrementen las capacidades de producción del país, al igual servirá como referencia para futuras investigaciones al ser un tema de interés y de actualidad, que servirá en gran manera a estudiantes y docentes de la Carrera de Ingeniería agroindustrial por pertenecer a la Línea N° 3 de investigación: Manejo de residuos agroindustriales que tiene como objetivo: desarrollar investigaciones enfocadas a la valoración del manejo de los residuos agroindustriales en función del uso de normativas nacionales e internacionales para que se propongan acciones que mejoren el uso de los residuos e incrementen la producción de productos ambientalmente, planteados por la línea de investigación de la UNAN-Managua, FAREM, Estelí.

## **1.3. Objetivos de Investigación**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Elaborar propuesta de tableros aglomerados a partir de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) y establecer parámetros de diseño y costos de producción en la ciudad de Estelí.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar prototipos de aglomerados con diferentes adhesivos.
- Determinar los parámetros de calidad de los aglomerados obtenidos.
- Realizar un estudio de costos para la producción de un aglomerado.



## **CAPITULO II. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Antecedentes de estudios anteriores**

Para la realización de esta investigación se consultó por medio de sitios web, libros y la biblioteca Urania Zelaya de la universidad FAREM-Estelí, en la cual se identificaron cuatro investigaciones a fines con nuestro tema de estudio, elaboración de tableros de aglomerados a nivel nacional e internacionales, y dentro de las que destacan las siguientes:

#### **2.1.1. Antecedentes Nacionales**

Se realizó una búsqueda detallada de investigaciones que abarcaran sobre la temática de nuestra investigación a nivel nacional y se encontraron las siguientes investigaciones: Según Arias Ortiz & Meneses Cruz (2016),

Elaboraron una investigación acerca de la “Caracterización físico-química de residuos agroindustriales (cascarilla de arroz y cascarilla de café), como materia prima potencial para la obtención de bioetanol, Laboratorios de Química UNAN-Managua I-II semestre 2016” para optar al grado de Licenciado en Química Industrial, y tenía como uno de sus objetivos indagar las cantidades disponibles de residuos agroindustriales cascarilla de arroz y cascarilla de café, producidas por hectáreas en Nicaragua, para la posible producción de bioetanol y llegaron a la conclusión que en Nicaragua produce aproximadamente 2 millones de quintales de café por año, de los cuales el 40% en peso es residuo, siendo 800 mil quintales los que se generan de cascarilla de café en 1400 hectáreas de terreno cultivadas en 2016. Por otro lado, son 5.2 millones de quintales producidos de arroz en 115, 290 hectáreas de terreno cultivadas, de los cuales el 20% es residuo, siendo 1.04 millones de cascarilla de arroz los que se generan.

Según Castillo et al. (2014), realizaron una investigación sobre la elaboración de un Manual de Procesos y Procedimientos de la planta procesadora de arroz AGRICORP San Isidro, segundo semestre del año 2014”, para optar al título de Ingeniero Industrial y Sistemas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua UNAN-Managua Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, FAREM-ESTELI, el cual uno de sus objetivos era recomendar normas, parámetros, procedimientos y funciones consignadas en un manual de procesos y procedimientos que fortalezca el aseguramiento de la calidad en la planta de arroz, donde se concluyó que el estudio permitió determinar que se debe realizar una mejora al desempeño de todos los procesos y subprocesos que conforman el sistema de producción en la planta, estas mejoras en cuanto al tema de calidad son posibles a través del diseño e implementación de normas y parámetros que garanticen la normalización o estandarización obteniendo como meta garantizar la calidad en la ejecución de todo el sistema tanto de producción como el de gestión a la calidad. Lo cual permitirá empezar a experimentar en el corto plazo, los resultados y metas propuestas como objetivos paralelamente y de manera rigurosa, se propenderá a la eliminación de los desperdicios y subutilización de los recursos. (pp14-54)

### **2.1.2. Antecedentes Internacionales**

Se realizó una búsqueda detallada que abarcara sobre la temática de nuestra investigación en el ámbito internacional y se encontraron las siguientes investigaciones:

Según Paredez (2018),

En esta investigación aborda la potencialidad de ejecutar un plan de inversión asociado a la elaboración de aglomerados de cascara de arroz unido por una resina ureica, como parte de su trabajo final en la universidad tecnológica nacional facultad regional de Uruguay. Fue posible obtener placas de aglomerado similares a los están actualmente disponibles comercialmente, a partir de residuos lignocelulósicos como la cáscara de arroz.

Según Jácome Cornejo (2015),

Presento una investigación sobre un “Plan de factibilidad para la producción y comercialización de tablonos de aglomerados de cascarilla de arroz para la elaboración de muebles en los mercados extranjeros” realizado en la universidad católica de Santiago Guayaquil, para optar grado Académico de Magíster en Finanzas y Economía Empresarial, en la cual tenía como objetivo general: Realizar un estudio que permita identificar los posibles mercados donde se pretende comercializar muebles de aglomerado de cascarilla de arroz, y realizar un análisis de mercadeo de tableros de aglomerados llegando a la conclusión siguiente:

*“La producción de arroz, permite que se genere residuo suficiente para la fabricación de tableros de aglomerado de cascarilla de arroz, satisfaciendo el consumo interno o externo de tableros para la elaboración de muebles. Creando un producto con características y beneficios de calidad y resistencia. Con este residuo, se motiva la elaboración de nuevos productos, incrementando así la cadena productiva del Ecuador. Existen mercados internacionales en el cual se puede promover los tableros de aglomerado de cascarilla de arroz, debido al incremento del consumo en adquisición de tableros para la elaboración de muebles, paneles y demás”*

Según Rivarola, Rojo, & Arena (2005),

Hacen mención en el artículo de ASADES donde muestra que la demanda que existente de aglomerados de madera la cual va en aumento exponencialmente, y la cantidad de madera virgen requerida como materia prima en la fabricación de placas de aglomerado ha crecido por la alta demanda que tienen los muebles fabricados con ellas. Esto ha determinado problemas de disponibilidad y de costos, que impulsan a la búsqueda de materiales alternativos para su conformación. En muchos países europeos, el porcentaje de sustitución de materia prima virgen por material reciclado en la fabricación de paneles aglomerados ronda ya el 70 %.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Aglomerados**

Según Maderame (2018), los tableros de aglomerado, también denominados como conglomerados de madera, son un material muy popular y común para la fabricación de toda clase de mobiliario de interior. Se puede afirmar sin riesgo a equivocarnos, que, junto con el MDF, han sustituido a la madera maciza como principal material para la fabricación de muebles.

Las razones las encontramos en su excelente relación calidad/precio; es decir, ofrece unas propiedades o características más que aceptables, que además han ido mejorando gracias a la mejora del proceso de fabricación y la incorporación de nuevos materiales, a un precio comparativamente bajo que es un compuesto formado por partículas o virutas de madera a las que se le añaden colas y resinas termo endurecibles. A este aglomerado se le aplica calor y presión hasta obtener el tablero. El resultado puede variar en función de las maderas utilizadas, los adhesivos y otros aditivos, la presión aplicada, etc.

Una práctica habitual durante el proceso de fabricación es utilizar partículas de madera más gruesas para el interior, y antes de prensar añadir las partículas más finas para conseguir una superficie más lisa antes de aplicar el recubrimiento final.

#### **2.2.1.1. Características:**

En base a Maderame (2018), se pueden usar diferentes maderas para fabricar tableros aglomerados. Las más utilizadas son maderas blandas, principalmente coníferas, como el pino, aunque también se pueden usar otras como el chopo o el eucalipto. Incluso en ocasiones llega a usarse madera quemada en incendios que posiblemente que posiblemente no se hubiese podido aprovechar para otros usos.

✓ **Facilidad para trabajar y mecanizar.**

1. **Estables y Uniformes:** Siempre y cuando no entren en contacto con ambientes húmedos. Se pueden recubrir con melamina u otros productos, lo que permite conseguir cualquier estilo o diseño que deseemos.
2. **Buena resistencia:** Desde luego no es la madera más dura, pero teniendo en cuenta el uso para el que está concebido el tablero de aglomerado ofrecen un muy buen resultado.
3. **Permite un mayor aprovechamiento del árbol:** Se utiliza no solo madera reciclada, también partes que se desecharían. Si a esto añadimos que se pueden reciclar, hay quien lo catalogaría como un material ecológicamente sostenible.

✓ **Existen básicamente 5 tipos de tableros aglomerados:**

Según Maderame (2018), describe 5 tipos de tableros aglomerados, los cuales se describen a continuación:

1. **Estándar:** En este caso haremos mención a aquel que no tiene o no se le han añadido características adicionales. Es decir, no se ha mejorado su resistencia a la humedad o el fuego y no está recubierto.
2. **Ignífugo:** En este caso se añaden aditivos ignífugantes en su composición. Gracias a esto se consigue retardar la acción del fuego. Normalmente se añade también colorante rojo para identificarlos. La demanda suele venir de ámbitos donde la legislación frente a incendios es más exigente: hoteles, oficinas, edificios públicos, feria.

3. **Hidrófugo:** Los tableros aglomerados antihumedad o hidrófugos ofrecen un mejor comportamiento frente a la humedad. Esto no quiere decir ni mucho menos que sean inmunes. Para su fabricación se alteran los porcentajes de madera y aglutinante, y la composición de estos. Es habitual añadir colorante verde para facilitar la identificación. Puede utilizarse como base para suelos y para la fabricación de mobiliario en ambientes húmedos como cocinas y baños.
  4. **Aligerados:** En algunas ocasiones puede ser deseable un tipo de tablero aglomerado más ligero, por ejemplo, para fabricar puertas. Cuando este es el objetivo el aglomerado no solo estará compuesto de madera, también por otros materiales como algunos polímeros sintéticos. Estos deben ser por un lado más ligeros que la madera y por otro no tener efectos negativos sobre la resistencia físico-mecánica del conjunto.
- ✓ **Decorativos o Recubiertos:**

Según la revista científica Maderame (2018), define que los tableros aglomerados melamínicos o recubiertos de melamina representan gran parte de la demanda de este tipo de tableros. Estos se recubren con papeles decorativos impregnados de resinas melamínicas. Se trata de un recubrimiento resistente, impermeable y permite prácticamente cualquier diseño.

Aunque no tan frecuente como el caso anterior, es fácil encontrar aglomerados recubiertos con otros materiales o chapas. Aquí destacan las chapas de madera natural, dando lugar a un tipo de tablero rechapado.

Todos estos tipos de tableros aglomerados se encuentran combinados, es decir, podremos comprar un aglomerado hidrófugo recubierto de melamina.

### 2.2.1.2. Usos de Aglomerados

Conforme a Maderame (2018), se describen los principales usos de los tableros de aglomerado de madera es la fabricación de mobiliario de interior: modulación de cocinas, armarios, cómodas, zapateras, estanterías, muebles de oficina, también carpintería de interior como puertas, encimeras.

En las versiones hidrófugas e ignífuga su uso se extiende a revestimiento de suelos, paredes y techos, tabiques.

Los tableros aglomerados se comercializan en medidas y espesores bastante estandarizados. Esto es relevante de cara a la densidad, ya que al fabricar el tablero en pequeños espesores se le da algo más de densidad para mejorar algo su resistencia. Normalmente según se va incrementando el espesor del tablero de partículas va reduciéndose la densidad.

- En espesores menores de 10 mm la densidad puede estar entre los 720-740 kg/m<sup>3</sup>.
- 10 mm es un espesor bastante habitual, utilizado principalmente para el interior de cajones y traseras de muebles. La densidad media de los tableros aglomerados este caso será de 700 kg/m<sup>3</sup>.
- Los espesores más habituales son los de 16mm y 19mm. En este caso la densidad suele estar entre 675-690 kg/m<sup>3</sup>.
- Entre 25-30 mm la densidad se situará aproximadamente entre 650-670 kg/m<sup>3</sup>.
- A partir de 30 mm la densidad puede bajar hasta 640-650 kg/m<sup>3</sup>. Rara vez baja de este nivel.

A medida que vemos el uso de aglomerados nos hacemos una idea de que las maderas como el fresno, el roble o el abedul tienen esta densidad, y otras como el abeto o el pino la tienen mucho



menor. En esta comparación con maderas naturales hablamos solo de peso por volumen, en ningún caso de resistencia.

También es conveniente mencionar que no todos los fabricantes ofrecen exactamente el mismo producto. Pueden existir diferencias en la composición y por tanto también en la densidad de los tableros aglomerados.

### **2.2.2. Materia prima**

En base a la información recopilada por (INTA, 2018), el arroz de género *Oryza* incluye 23 especies de las cuales 21 son silvestres y dos cultivadas; éstas dos son arroz (*Oryza sativa*), de origen asiático y arroz (*Oryza glaberrima*), originaria del delta interior del río Níger superior, en lo que ahora es Mali.

El arroz es una monocotiledónea, se clasifica en el género *Oryza* de la familia de las Poaceas (*Poaceae*). El arroz tipo grano largo de origen indica, que puede tener entre cuatro y cinco veces la longitud de su grosor, posee una cantidad alta de amilosa y es por esta razón por la que requiere una proporción relativamente alta de agua para su cocción. Es el más vendido en Estados Unidos y el preferido en Nicaragua, ya que no se hace masa al momento de la cocción.

Su cultivo comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. El arroz es originario del extremo oriente, al pie del Himalaya, dando origen por el lado chino a la subespecie *Oryza sativa* japónica y del lado indio (referente a la India) a la subespecie *Oryza sativa* indica. La mayoría de las variedades cultivadas se derivan de la especie *Oryza sativa*.

El arroz se adapta bien en todas las regiones de Nicaragua, principalmente en aquellas zonas bajas con disponibilidad de agua de riego, aunque también se cultiva bajo la modalidad de secano o temporal utilizando variedades adaptadas.

- **Variedades (o especies):** En el cultivo del arroz se presentan algunas variantes dependiendo de la modalidad de cultivo que se escoja:
- **Secano al espeque:** Es netamente de producción de autoconsumo. Se encuentra especialmente en las zonas húmedas y semi húmedas, dispersas en todo el país.
- **Secano no especializado, con bueyes y poco uso de agroquímicos:** Su ubicación principal es en el Valle de Jalapa y la zona húmeda y semi húmeda de Matagalpa, Jinotega, Boaco, Chontales, Río San Juan y RAAS.
- **Secano, no especializado, con bueyes y uso de agroquímicos:** Su ubicación principal es el Valle de Jalapa, en primer lugar, y, en segundo lugar, las zonas más húmedas de El Viejo, Posoltega, Chichigalpa, Diriomo, Masaya, Cárdenas, Sapoa, Nandaime, San Carlos, Boaco.
- **Secano con uso de maquinaria y agroquímicos:** Su ubicación principal es El Valle de Jalapa y Pantasma, en segunda instancia los lugares más húmedos de Chinandega, El Viejo, Sapoa, Malacatoya, San Carlos, Tecolostote y Boaco. Zonas potenciales de arroz de secano en Nicaragua Las principales zonas potenciales por sus características de disponibilidad de agua, suelo y clima se encuentra en la Costa Caribe norte y sur, Río San Juan, Noroccidente de Chinandega, Sur de Rivas y los Valles de Jalapa y Pantasma.

### 2.2.3. Descripción de la cascarilla

Según los autores Vargas, Alvarado, Vega-Baudrit, & Porras (2013), citan al autor Bienvenido (1985) en su investigación que la cascarilla de arroz es un subproducto generado del proceso de molienda del grano de arroz proveniente de los campos de cultivo. Esta se encuentra

en la parte exterior del grano de arroz maduro compuesta por dos glumas denominadas palea y lemma, unidas por dos estructuras que tienen forma similar a un gancho.

#### **2.2.3.1. Materiales lignocelulósicos y su importancia**

La celulosa es un polisacárido compuesto por unidades de glucosa, material rígido e insoluble, y su estructura química se muestra en la siguiente figura.

Dichas propiedades permiten que se encuentre en la naturaleza como soporte estructural para las plantas, su porcentaje de composición en las células vegetales varía dependiendo de la especie.

Al provenir de la glucosa, una aldohexosa, posee varios grupos hidroxilo por molécula, los cuales pueden reaccionar químicamente con grupos funcionales como el isocianato, debido a los pares de electrones libres en cada oxígeno de los grupos hidroxilo.

#### **2.2.3.2. Los usos de la cascarilla de arroz**

La cascarilla de arroz proviene de la espiga y es la cascara que cubre el grano de arroz, en la industria molinera resulta ser excesivo y contaminante por lo cual la utilización de este subproducto en la agricultura y en otras actividades resulta ser una solución a la gran producción de este subproducto. Está compuesto por celulosa, sílice, ceniza, extracto no nitrogenado y humedad. Por su capacidad inerte y porosidad es utilizado en la elaboración de 35 Kathleen, m. (2018). *Salvado de Arroz Estabilizado: Ingrediente Económico y Nutricional para dietas de aves de corral y cerdos*. Mexico. 36 Manterola, H., & Cerda, D. (2015). *Granos de cereales y subproductos: Subproductos del arroz - Afrechillo de arroz*. Chile: Dep. de Prod. Animal, Fac. de Cs Agronómicas, Univ. de Chile. 36 abonos orgánicos, compost, lombriz compost entre otros así también como sustrato en la hidroponía, también se utiliza como fuente de energía debido a su volatilidad Rojas Lozano, (2020).

#### **2.2.4. Conversión de la biomasa**

Se obtienen azúcares que pueden ser convertidos a otros químicos orgánicos, como por ejemplo etanol y furfural. En la elaboración de abonos y material para el cultivo de hongos Obtención de papel y de pulpa (Vargas, Alvarado, Vega-Baudrit, & Porras, 2013).

##### **2.2.4.1. Obtención de productos de silicio.**

La cascarilla de arroz tiene una naturaleza fuerte, leñosa y abrasiva; por lo cual, es resistente a factores ambientales, protegiendo al grano de arroz de sufrir deterioro durante el tiempo de desarrollo de la planta de arroz, a causa del ataque de insectos o de hongos. (Vargas, Alvarado, Vega-Baudrit, & Porras, 2013)

Según Echandi (1975), la cascarilla de arroz no es apta para el consumo humano debido a su alto contenido de sílice, aunque en algunos casos, se usa para la alimentación de animales de granja. La cascarilla casi no aporta fibra a la dieta de los animales, y provoca la irritación de los tractos digestivos de los animales que la consumen por el alto contenido de sílice.

Por consiguiente, en algunos países no se permite incluir más del 5% al 25% de este desecho en las dietas con que se alimentan los animales de granja.

#### **2.2.5. Proceso de producción**

El proceso comienza con la recepción de la materia prima e insumos, en nuestro caso cáscara de arroz y resina epóxica.

Una vez que la documentación es revisada y con los productos recibidos, se efectúa la descarga de la cáscara de arroz, la cual es transportada para su acopio en los silos correspondientes en el caso de las resinas éstas son descargadas directamente desde el camión hasta el tanque correspondiente.

Lista para su uso, la cáscara es movida para la etapa de encolado, que consiste en recubrir la cáscara con resina y aditivos químicos.

Una vez realizado el encolado se lleva hasta la etapa de formación, donde se encuentra la máquina moldeadora. El proceso consiste en depositar la cáscara encolada hacia donde un rodillo cumple la función de prensar el colchón de cáscara de arroz quitando el aire interior y optimizando la distribución de partículas en su interior.

El siguiente paso es la etapa de prensado, donde se somete el preparado de cáscara de arroz encolada y pre-prensada, a un ciclo de presión de 6 kg/cm, temperatura de 130 ° C y tiempo aproximadamente 13 minutos que hace reaccionar y formar los enlaces o cadenas a nivel molecular de la resina. De manera que, al solidificar, conforma firmemente lo que se denomina un master panel semi elaborado. Este proceso se desarrolla en una prensa hidráulica semi-industrial, cuyos platos superiores e inferior se calientan gracias a un aceite de transferencia térmica, que obtiene el calor de una caldera cuyo quemador al igual que la cámara de combustión de secado opera con polvo de madera obtenido del proceso mismo.

En esta etapa los tableros semi elaborados son procesados en un sistema de lijadora de bandas en tándem, que liján las caras superior e inferior en forma simultánea obteniéndose un espesor determinado y una óptima superficie apta. (Francos, 2018)

## **2.2.6. Adhesivos**

### **2.2.6.1. Resina epóxica**

Según la revista (Epoxi, 2018), define que la resina epóxica, porcelanato o cristal líquido es un polímero termoestable que pasa de estado líquido a sólido cuando se le aplica un endurecedor o catalizador. La resina epóxica más utilizada resulta de la mezcla de Bisfenol A y epiclohidrina con formula C<sub>15</sub>H<sub>16</sub>O<sub>2</sub>.

### **2.2.6.1.1. Ventajas de la resina epóxica**

En base a lo descrito por la revista Epoxi, (2018) las características de dureza, brillo y transparencia convierten a este material de cualidades excepcionales en uno de los más utilizados en revestimiento para suelos, los principales motivos son:

- ✓ **Alta resistencia térmica:** La composición de esta resina permite que soporte temperaturas prolongadas de hasta 45° C y ocasionalmente de hasta 70° C.
- ✓ **Gran resistencia a la corrosión:** La resina epóxica es uno de los recubrimientos que soportan una exposición más prolongada a agentes químicos corrosivos.

### **2.2.6.1.2. Uso como adhesivo**

Según Epoxi,(2018) estos pegamentos forman parte de los adhesivos de ingeniería o estructurales, como el cianocrilato, el poliuretano y el acrílico. Su uso está muy extendido para la construcción y reparación de todo tipo de vehículos, como automóviles, motos, bicicletas y aviones.

### **2.2.6.2. Acetato de Polivinilo**

El poliacetato de vinilo, acetato de polivinilo, PVA, PVAC o poli (etanol etonoato), es un polímero sintético gomoso con fórmula abreviada (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>). Pertenece a la familia de los polímeros polivinil éster más fácilmente obtenible y de más amplio uso, con fórmula general (RCOOCH<sub>2</sub>), se trata de un tipo de termoplástico. (Epoxi, 2018)

No se debe confundir con la relación del polímero alcohol polivinílico, que se lo denomina, en muchos casos, también con las siglas PVA (talvez PVAC podría considerarse como una abreviatura técnicamente correcta para el acetato de polivinilo y ayudaría a evitar una confusión de este tipo).

El acetato de polivinilo es un componente de un tipo ampliamente usado de adhesivo, a que se refiere indistintamente como cola para madera, cola blanca, cola de carpintero, cola escolar, cola PVA o cola vinílica. El acetato de polivinilo fue descubierto en Alemania en 1912 por Fritz Klatte.

### 2.2.7. Estructura química y síntesis

Según el autor Seymour, (1995) describe que la estructura química del polímero se compone por sucesiones de grupos vinil-acetato y el acetato de polivinilo es preparado por polimerización vinílica por radicales libres del monómero acetato de vinilo. El monómero de acetato de vinilo, fue a escala industrial producido por primera vez por la adición de ácido acético al acetileno con una sal mercurio (I), pero ahora está compuesta principalmente por la adición oxidativa catalizado con paladio de ácido acético al etileno.

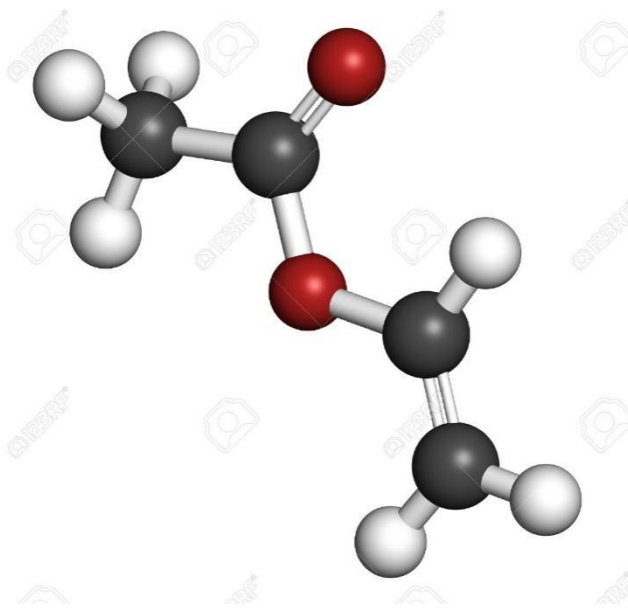


Figura 1. Estructura química acetato de polivinilo Fuente: Tomado de [https://es.123rf.com/photo\\_20143834\\_acetato-de-vinilo-acetato-de-polivinilo-pva-pvac-bloque-de-construcci%C3%B3n-pegamento-pva-se-utiliza-en-.html](https://es.123rf.com/photo_20143834_acetato-de-vinilo-acetato-de-polivinilo-pva-pvac-bloque-de-construcci%C3%B3n-pegamento-pva-se-utiliza-en-.html)

### **2.2.8. Proceso de fabricación**

En la industria de los adhesivos se obtiene el poli acetato de vinilo por los métodos convencionales de polimerización por adición o por emulsión.

Para iniciar la polimerización es común activar la doble ligadura del vinilo ya sea térmicamente, o foto químicamente por reacción con un radical libre iniciador o por reacción con un catalizador iónico. La polimerización de adición industrial para los adhesivos, se inician por lo general, por medio de un radical libre obtenido de la descomposición de agentes oxidantes tales como el peróxido de benceno. Simultáneamente la ligadura de vinilo es activada ya que ahora ella tiene un electrón sin unir en el otro átomo de carbono. Es así como se inicia una reacción en cadena de radicales libres.

El vinil acetato monómero puede ser copolimerizado o terpolimerizado con otros compuestos no saturados y, de esta manera, obtener sustancias poliméricas con diferencias en sus propiedades físicas tales como los sólidos suspendidos, viscosidad, plasticidad y características adhesivas del producto resultante.

El acetato de vinilo puede ser copolimerizado con varios monómeros de vinilo. Son comonómeros comercialmente importantes el cloruro de vinilo, cloruro de vinilideno, dibutilo y otros maleatos y fumaratos de dialquilo, los ácidos crotónicos, acrílico, metacrílico e itacónico y sus ésteres, pirrolidona y etileno de vinilo. Un monómero que no se combina sólo con el acetato de vinilo puede combinarse con el uso de un tercer monómero que se copolimeriza con ambos (terpolimerización). La injerción puede usarse con monómeros como el estireno, que no se copolimeriza con el acetato de vinilo. (Epoxi, 2018)



### **2.2.8.1. Adhesivos de polivinilo acetato**

1. Polimerización del monómero vinil acetato (VAM). El proceso de polimerización se efectúa de la siguiente manera: Inicialmente se adiciona en el reactor de polimerización la solución del coloide protector (sustancia que ayuda a mantener las características de homogeneidad en un sistema polimérico), la cual se calienta a una temperatura promedio de 80°C con el fin de mejorar la solubilidad del monómero de vinil acetato en el agua. Posteriormente se adiciona el o los monómeros, el catalizador y se da inicio a la agitación.

El calentamiento que se debe suministrar inicialmente en el reactor de polimerización se mantiene mediante una camisa de calentamiento, en donde se suministra vapor. La reacción de polimerización es exotérmica, por cuanto una vez iniciada la reacción es necesario retirar el vapor de la camisa y suministrar un suficiente volumen de agua de enfriamiento para mantener la temperatura de reacción, que dependiendo de la tecnología y capacidad de la planta puede variar de 65 a 80°C.

### **2.2.8.2. Condiciones de operación en la etapa de polimerización.**

**Temperatura de reacción:** En la industria el rango de temperatura varia de 65 a 80°C.

**Tiempo de reacción:** 8-14 horas. El tiempo depende de factores tales como la temperatura de reacción y la agitación a la cual es sometida.

- Volumen del agua de enfriamiento: 0.43 m<sup>3</sup>/h.
- Temperatura a la entrada del agua: 24°C.
- Temperatura del agua de salida: 35°C.

Conforme a Palma (2007), para una planta en particular, donde se producen un número indefinido de formulaciones para adhesivos, se puede citar como propiedades típicas para del producto final de la polimerización, una viscosidad promedio de 22000 CPS y un PH entre 4 y 5.

El polímero es envasado en tambores y distribuido a las industrias de pegantes en donde se realiza la etapa de dilución del pegante.

Una vez el polímero ha sido hecho, probado y caracterizado, aún necesita ser sujeto a las pruebas de comportamiento adhesivo. La adhesión a superficies específicas; resistencia de la unión a envejecimiento temperaturas extremas, características de aplicación apropiadas y su economía son unas pocas de las consideraciones importantes. (Epoxi, 2018)

### **2.2.8.3. Dilución y preparación de los pegantes de poliacetato de vinilo**

Con frecuencia las emulsiones se pueden usar con alguna modificación alterando sus propiedades físicas tales como la viscosidad, elasticidad, porcentaje de sólidos y resistencia al agua, para variar características de aplicación tales como la pegajosidad y mecanibilidad, además de reducir los costos de producción de los pegantes, por cuanto se disminuye el consumo de la emulsión.

Es importante conocer el PH y el tipo de coloide protector o emulsificante, con el fin de seleccionar los ingredientes o aditivos modificadores de la emulsión. El PH y el tipo de emulsificante también pueden afectar la aplicación y la fuerza de la unión cuando los adhesivos son aplicados en ciertos tipos de adherentes reactivos.

Los almidones, las soluciones de alcohol polivinílico (PVOH) y las arcillas son agentes reductores de costo. Los almidones proveen una alta viscosidad. El alcohol polivinílico forma viscosidad, mejora la mecanibilidad y la resistencia al agua. Las arcillas mejoran las propiedades de fraguado al controlar la penetración en sustratos porosos.

El rápido fraguado mejorado y las características de pegajosidad se alcanzan con la adición de plastificantes, solventes y agentes de colascencia de la película. También facilitan la velocidad de fraguado al aumentar el contenido de sólidos.

El poliacetato de vinilo y el alcohol polivinílico son materias primas importantes para adhesivos de maderas, al ofrecer gran fuerza de unión, rápido fraguado, tiempos de montaje abiertos y cerrados controlables, líneas de cola incoloras y fácil aplicación a temperatura ambiente.

La operación de dilución consiste en adicionar, a una cantidad determinada de emulsión de poliacetato de vinilo, el espesante y/o plastificante requerido y agitar por un tiempo aproximado de una hora a temperatura ambiente.

Las emulsiones adhesivas de polivinilo acetato ofrecen una rápida pegajosidad, buena adhesión a muchas superficies, resistencia a la grasa, además de ser una sustancia no tóxica. El reactor de polimerización son recipientes herméticamente cerrado, para evitar posibles fugas de los monómeros, disponen de un agitador con eje en el centro del recipiente, control de temperatura y presión. La capacidad del tanque varía de acuerdo a la capacidad instalada de la planta.

### **2.2.9. Caracterización de los aglomerados**

Según Sorenso (1961), hace menciona que el test de la llama permite observar el comportamiento del material ante la llama, consiste en tomar una pequeña cantidad del material y someterlo a la acción de la llama; para esto se puede utilizar un mechero bunsen con la entrada del gas al mínimo y se puede analizar la inflamabilidad del material dentro y fuera de la llama, si se enciende o si se forman vapores

### **2.2.10. Degradación Química**

Para el caso, se ha de estudiar el efecto que tienen diversos agentes químicos (ácidos, bases) sobre las propiedades físicas y químicas de los aglomerados.

Conforme a Sorenso (1961), define que el método más intuitivo para calcular la densidad de un sólido es calcular su masa, su volumen y efectuar el cociente entre ellos. Se puede calcular el volumen del sólido a partir de sus dimensiones si se trata de cuerpos geométricos conocidos, de

lo contrario, es necesario usar el principio de Arquímedes; el cual permite encontrar una relación entre la masa y el volumen de un objeto, mediante la observación de la cantidad de volumen desplazado cuando se sumerge el sólido en un líquido.

Según el autor Seymour (1995), propiedades mecánicas de un modelo de resistencia de materiales establece una relación entre la fuerza aplicada, también llamadas cargas o acciones y los esfuerzos o desplazamientos inducidos por ellas. Típicamente las simplificaciones geométricas y las restricciones impuestas sobre el modo de aplicación de las cargas hacen que el campo de deformaciones y tensiones sean sencillos de calcular.

En base a lo definido por los autores Ardila & Castañeda (2010), que la dureza da una medida de la resistencia de los materiales a la deformación plástica localizada, como puede ser la resistencia a ser rayados por otro material más duro, o a que un penetrador genere una huella superficial cuando se aplica de forma controlada una carga.

Ensayo de compresión Es un ensayo mecánico esfuerzo-deformación. Normalmente se deforma una probeta del material de dimensiones conocidas hasta la rotura, con una fuerza de compresión que aumenta gradualmente, la probeta se contrae a lo largo de la dirección de la fuerza.

Ensayo de Impacto Mide el nivel de resistencia de un material ante un choque o golpe intenso y repentino. Este ensayo se realiza utilizando un péndulo pesado que parte de una altura que gira describiendo un arco, golpea y rompe la probeta, alcanzando una elevación menor al final.

Según OWEN (2010), menciona que, para calcular la energía de impacto del material, se determina la diferencia de elevación inicial y final del péndulo utilizado antes y después de golpear la probeta. Con esta diferencia de alturas del péndulo, se determina la diferencia de energías potenciales que es directamente proporcional a la energía de impacto absorbida por la probeta durante la ruptura. La capacidad de un material para resistir el impacto se denomina tenacidad.

### **2.2.11. Ensayo de Flexión**

Según Miquel Canet (2012), es el efecto o deformación que sufre una viga bajo carga transversal. La resistencia a la flexión o esfuerzo flector se denomina como módulo de rotura; se expresa en kg-f/cm<sup>2</sup> o MPA. El momento flector es el efecto de una carga transversal sobre un punto definido de una viga. Usualmente se designa como M, depende de las distancias de aplicación de cada una de las cargas. Una viga al ser sometida a flexión experimenta tanto esfuerzos de compresión como de tensión en la misma sección transversal. Para vigas de sección prismática y material homogéneo, el eje neutro corresponde al centroide de la sección transversal de la viga y los esfuerzos de tensión y compresión máximos se presentan en la parte superior e interior respectivamente.

### **2.3. Hipótesis**

H<sub>1</sub>: Es posible la elaboración de tablonos de aglomerados a base de cascarilla de arroz y que estas posean características similares a los elaborados a base de residuos de madera, dando como resultado el aprovechamiento de residuo de la industria arrocera brindándole un valor agregado.

## 2.4. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operacionalización de Variable

Objetivos General	Objetivos específicos	variables	Definición	Subvariables	Indicadores	Instrumentos	Técnica
Elaborar propuesta de tableros aglomerados a partir de cascarilla de arroz (Oryza sativa) y establecer parámetros de diseño y costos de producción en la ciudad de Estelí.	Desarrollar prototipos de aglomerados con diferentes adhesivos.	Composición	Según Oxford University Press (2021), la define como: Formación de un todo o un conjunto unificado uniendo con cierto orden una serie de elementos.	Densidad	Gramos	Bascula	Pesar la cascarilla antes de la elaboración del aglomerado.
	Determinar los parámetros de calidad de los aglomerados obtenidos.	Masa	Según Oxford University Press (2021), la define como: Cantidad medible de materia que forma un cuerpo, cuyo valor depende de la resistencia que dicho cuerpo opone a modificar su estado de reposo o de movimiento y de la fuerza	Humedad	Gramos	Bascula	Pesar el aglomerado final con los insumos agregados.

			de atracción que se produce entre ese y otros cuerpos.				
	Realizar un estudio de costos para la producción de un aglomerado.	Volumen	Según Oxford University Press (2021), la define como: Espacio que ocupa un cuerpo.	Costos	Córdobas		Contabilizar El producto final con los costos utilizados.

Fuente: Elaboración Propia



## CAPITULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

### 3.1. Localización de la investigación

La ubicación de la empresa donde se fabricarán este tipo de prototipos estará ubicada en la ciudad de Estelí, que se encuentra a una distancia 147 km de la capital de Managua y 110 km de la frontera El Espino, el cual es un punto fronterizo entre Nicaragua y Honduras, y se conecta a través de la carretera Panamericana con el occidente y septentrión de Nicaragua.

Según Google Earth (2021), las coordenadas geográficas de Estelí son de 13.0833 de Latitud y -86.35 13° 4' 60" Norte, 86° 21' 0" Oeste de Longitud, y por las condiciones climáticas privilegiadas que posee la ciudad, es una de las ciudades más frescas de Nicaragua por su clima templado del tipo monzónico de tierras altas, o subtropical seco, pero bastante fresco. También cuenta en algunas zonas con clima tropical de sabana, modificado por las cordilleras y montañas que rodean a la ciudad. El municipio padece constantes alteraciones debido al avance de la agricultura y la deforestación.

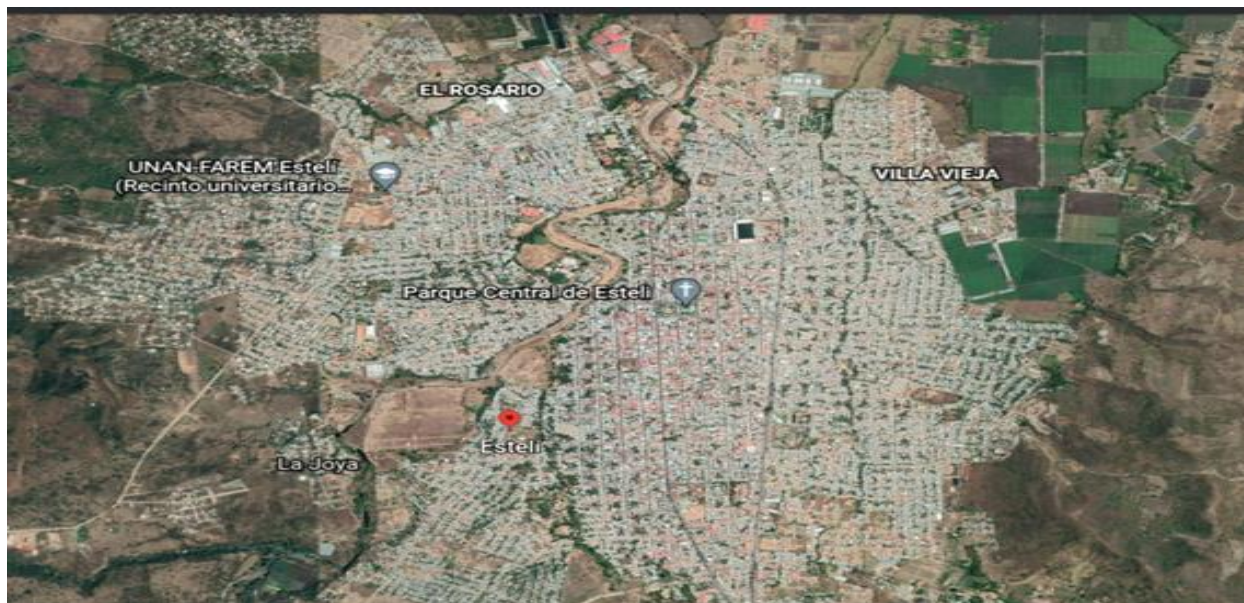


Figura 2. Ubicación geográfica

Fuente: Google Earth

### **3.2. Tipo de investigación**

De acuerdo al método de investigación el presente estudio es Experimental y según el nivel inicial de profundidad del conocimiento es exploratorio-descriptivo (Piura, 2006), porque describe y se registran los pasos de los procesos de elaboración de aglomerados. De acuerdo a la clasificación de Hernández Sampieri, Fernando Collado, & Baptista Lucio (2014), el tipo de estudio es Correlacional. De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es Prospectivo, por el periodo y secuencia del estudio es longitudinal, y según el análisis y alcance de los resultados del estudio es analítico (Canales, Alvarado y Pineda, 1996). En base a sus características particulares, el presente estudio fue establecido por medio de un diseño quase-experimental (Pedroza, 2017).

Según Hernández Sampieri, Fernando Collado, & Baptista Lucio (2014), la investigación se dio desde un enfoque Cuantitativo lo que se busca en un estudio es obtener datos (que se convertirán en información) de personas, seres vivos, comunidades, contextos, o situaciones en profundidad; en las propias “formas de expresión” de cada uno de ellos.

### **3.3. Área de estudio**

En cuanto al área de conocimiento, el área de estudio se relaciona a ingenierías. El área de estudio a la que pertenece el tema de la presente investigación es a la Línea N° 3. Manejo de residuos agroindustriales y responde al tema Producción, productividad y valor agregado, dentro de las líneas de investigación de la UNAN Managua –FAREM Estelí en la carrera de ingeniería Agroindustrial.

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

Las técnicas utilizadas en este trabajo investigativo experimental para la recolección de datos e información con la finalidad de darle salida a nuestros objetivos, se utilizaron las siguientes:

#### **3.4.1. Observación**

Explorar y describir ambientes, comunidades, subculturas y los aspectos de la vida social, analizando sus significados y a los actores que la generan (Hernández Sampieri, Fernando Collado, & Baptista Lucio, 2014)

Para Hernández Sampieri, Fernando Collado, & Baptista Lucio, (2014) No es mera contemplación (“sentarse a ver el mundo y tomar notas”); implica adentrarnos profundamente en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones.

El mecanismo utilizado en esta investigación para la recolección de datos consta de un conjunto de pruebas que mediante la observación nos brindó datos los cuales datan los parámetros establecidos por las variables, que permite la obtención de datos necesarios que reúne los requisitos que se persiguen en los objetivos para demostrar validez y confiabilidad en la investigación realizada.

#### **3.4.2. Pruebas de Laboratorio**

Según Centro de Estudios y Servicios en Salud (2021), define que los laboratorios son lugar que se encuentra equipado con los medios necesarios para llevar a cabo experimentos, investigaciones o trabajos de carácter científico o técnico. En estos espacios, las condiciones ambientales se encuentran controladas y normalizadas para evitar que se produzcan influencias extrañas a las previstas que alteren las mediciones y para permitir que las pruebas sean repetibles.

Esta técnica se utilizó para hacer las pruebas de los tipos de aglomerados con distintos adhesivos, con la finalidad de controlar las condiciones en las que realizaban las pruebas.

### **3.5. Etapas de la investigación**

#### **3.5.1. Etapa 1: Consultas Bibliográficas**

En esta etapa se realizó la búsqueda y consulta de información general necesaria para establecer el marco teórico, que sirvió como apoyo para el desarrollo del estudio crítico dentro de los procedimientos establecidos, y para tener base teórica para aplicación de la investigación,

Se realizaron consultas a diferentes tipos de documentos y libros de sitios web, para darle base sólida a nuestra investigación. También se realizó una investigación exhaustiva acerca de investigaciones realizadas años anteriores acerca de nuestra investigación en la biblioteca Urania Zelaya ubicada en FAREM Estelí y que tengan relación alguna con nuestro estudio.

#### **3.5.2. Etapa 2: Formulación de hipótesis**

Según menciona Hernández Sampieri, Fernando Collado, & Baptista Lucio, (2014), la hipótesis es una respuesta conjetural al problema, dicho de otro modo, es la anticipación de un resultado posible de la investigación experimental. La hipótesis relaciona dos o más variables, éstas deben ser planteadas en términos empíricos, es decir, que se puedan observar o medir. Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente y deben formularse a manera de proposiciones. De hecho, son respuestas provisionales a las preguntas de investigación. Cabe señalar que en nuestra vida cotidiana constantemente elaboramos hipótesis acerca de muchas cosas y luego indagamos su veracidad.

### 3.5.3. Etapa 3: Trabajo de campo

En esta etapa se desarrolló la aplicación de los instrumentos de investigación para recolectar información de la elaboración de los diferentes tipos tablonos de aglomerados a base cascarilla de arroz mezclados con diferentes adhesivos, al igual de la aplicación de las pruebas de laboratorio y test de la llama para conocer las propiedades y la calidad de cada uno de los tablonos de aglomerados realizados.

### 3.5.4. Etapa 4: Recopilación y análisis de datos

En la investigación disponemos de múltiples tipos de instrumentos para medir las variables de interés y en algunos casos llegan a combinarse varias técnicas de recolección de los datos. A continuación, describimos brevemente las más usuales Hernández Sampieri, Fernando Collado, & Baptista Lucio,( 2014).

En este caso las técnicas que se emplearon para la recolección de datos en dicha investigación fueron encuesta y revisión documental.

**Encuesta:** según Tamayo y Tamayo (2008: 24), la encuesta “es aquella que permite dar respuestas a problemas en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida sistemática de información según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida”.

En esta etapa de la investigación se desarrolló la recolección de datos de la aplicación de las pruebas de laboratorio, Test de la Llama, tomando en cuenta las variables contenidas en los objetivos específicos planteados, y que servirán para la recolección de datos necesario para nuestro estudio.

### **3.5.5. Etapa 5: Elaboración informe Final**

En esta etapa se elabora un informe final, donde se reflejarán los resultados obtenidos de la aplicación de todas las pruebas realizadas a los tabloneros para finalmente detallar los resultados en conclusiones y recomendaciones finales de la investigación. Se incluyen aspectos como hasta qué punto y con qué limitaciones queda confirmada la hipótesis experimental, el poder de generalización de los datos obtenidos, la metodología utilizada, coincidencias o desacuerdos con otras investigaciones, implicaciones para la práctica y sugerencias para posteriores investigaciones.

El tipo de investigación a utilizar en el presente estudio será la cuantitativa experimental, para recolectar la información primaria se recurrirá a investigar en diferentes estudios de las propiedades del arroz y prototipos similares a los aglomerados de cascarilla de arroz.

## **CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

### **4.1. Desarrollo de prototipos de aglomerados con diferentes adhesivos**

En comparación a los antecedentes encontrados vemos que la elaboración de los aglomerados es algo innovador en nuestro país dado que no se ha implementado de esta manera.

A través de la realización de este estudio en encuestas logramos recolectar información para demostrar la factibilidad de nuestro proyecto ya que tiene una buena aceptación por el público y el estudio técnico demuestra que tendríamos todo para llevarlo a cabo además del estudio financiero en donde vemos cuanto podría llegar a generar este proyecto si decidiéramos llevarlo a cabo en un futuro no muy distante.

En la elaboración de tableros aglomerados se utilizó como principal materia prima la cascarilla de arroz, esto para ser utilizado como material alterno en las viviendas. El producto tiene como enfoque a ser un sustituto viable de tablonces de madera, y que se ha utilizado para la elaboración de muebles.

En esta etapa se efectuaron las pruebas de elaboración de tablonces de aglomerados donde la principal materia prima que se utilizara es la cascarilla de arroz y dos tipos de adhesivos, tales como: Resina Epóxica, Cola Blanca y la mezcla de ambos adhesivos.

Para el proceso de fabricación de estos tablonces se utilizaron una variedad de herramientas o instrumentos, tales como: Recipientes plásticos, Prensa casera, Bascula, Molino, estos están detallados en la Tabla 2. Cabe mencionar que se utilizaron todos los métodos de seguridad para evitar el contacto directo de la piel con los diferentes adhesivos y así impedir daños a la misma.

Se elaboraron tres tipos de tablonces de aglomerados utilizando diferentes porciones de los adhesivos, y se llevó a cabo un registro de las pruebas laboratorio y de calidad, con finalidad de




saber las propiedades y características obtenidas por cada una de las mezclas preparadas para la elaboración de cada tipo de Tablón.





#### **4.1.1. Instrumentos de Elaboración**


Para la elaboración de los diferentes prototipos de aglomerados utilizando distintos tipos de adhesivos se utilizaron una variedad de herramientas o instrumentos los cuales se describen a continuación.



Tabla 2. Instrumentos y materia para la elaboración

<b>Instrumentos y Materia prima</b>	<b>Descripción o Capacidad</b>	<b>Uso</b>	<b>Imagen</b>
Cascarilla de arroz.	Subproducto generado por medio de la molienda del arroz.	Material principal para la creación del Aglomerado.	
Resina epóxica.	Líquido endurecedor para la decoración de productos de madera.	Material de mezcla para la aglomeración de la cascarilla de arroz.	
Cola Blanca (Adhesivo).	Pegamento Líquido para la unión de Madera y aserrín de Madera aglomerada.	Mezcla para la fabricación del aglomerado.	

<p>Recipiente de plástico.</p>	<p>Recipiente plástico para la elaboración de productos.</p>	<p>Se utilizo para hacer la mezcla de la cascarilla de arroz con la cola blanca y resina.</p>	
<p>Molino</p>	<p>Maquina utilizada para moler todo tipo de granos básicos.</p>	<p>Se utilizo para disminuir la triturar un a la mitad la dureza de la cascarilla de arroz.</p>	
<p>Prensa Casera</p>	<p>Maquina artesanal para la compresión de aglomerados.</p>	<p>Se utilizo para prensar la mezcla de la cascarilla de arroz con cola blanca y resina.</p>	
<p>Bascula</p>	<p>Se utiliza para pesar todo tipo de productos.</p>	<p>Se utilizo para pesar la cascarilla antes y después de su transformación.</p>	

<p>Gata Hidráulica 2TN</p>	<p>Máquina para levantar objetos pesados con dos toneladas de fuerza.</p>	<p>Se utilizó para dar fuerza a la prensa y poder comprimir la mezcla de cascarilla y resina.</p>	
----------------------------	---	---	---

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1.2. Proceso de tratamiento de la cascarilla de Arroz**

El presente diagrama de flujo de proceso describe la secuencia cronológica de todas las actividades realizadas en el proceso de producción de tablonos de aglomerados a base cascarilla de arroz. A continuación, se describirá el proceso realizado para el tratamiento de la cascarilla de arroz para la elaboración de tablonos de aglomerados con adhesivos, tales como: Resina Epóxica, Cola Blanca y la mezcla de ambos adhesivos (Resina Epóxica y Cola Blanca).

##### **4.1.2.1. Recepción de la materia prima e insumos**

El proceso comienza con la recepción de la materia prima e insumos, en nuestro caso cáscara de arroz cola blanca y resina. Una vez que la documentación es revisada y con los productos recibidos, se efectúa la descarga de la cáscara de arroz, la cual es transportada para su acopio en los silos correspondientes en el caso de las resinas y cola blanca éstas son descargadas directamente desde el camión hasta el tanque correspondiente.

##### **4.1.2.2. Pesado**

En esta etapa se pesa toda la materia prima, para conocer las proporciones exactas que se necesitan para la elaboración de los diferentes tablonos aglomerados realizados, al igual se realiza esta acción en los otros elementos necesarios para dicha elaboración.

##### **4.1.2.3. Molido**

Se realiza una trituration de la cascarilla de arroz en un molino, esta acción se realiza con la finalidad de lograr reducir el tamaño de la cascarilla de arroz, esto para lograr mayor uniformidad en el producto final.

#### 4.1.2.4. Mezclado



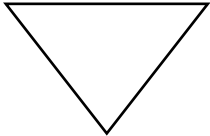
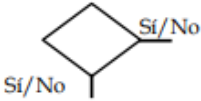
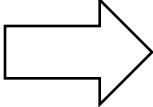
En etapa se añade todos los ingredientes ya procesados y se mezclan hasta lograr obtener una mezcla homogénea entre los ingredientes utilizados.

#### 4.1.2.5. Prensado

Se utiliza un molde y una prensa hidráulica, donde se somete a una presión de 6 toneladas la mezcla homogénea de los ingredientes, este proceso dura aproximadamente 24 horas o hasta lograr que los adhesivos se endurezcan.

#### 4.1.2.6. Diagrama de flujo de proceso de elaboración de tablonces de aglomerados

Tabla 3. Simbología de diagrama de flujo de proceso

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	¿PARA QUÉ SE UTILIZA?
	Inicio o final	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Operación	Representa la ejecución de actividades u operaciones dentro del proceso, método o procedimiento.
	Procedimiento	Constituye la realización de una operación o actividad dentro del flujo. Proceso preestablecido.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en el que es posible seleccionar entre dos o más alternativas.
	Trasporte	Trasladar el material de un lugar a otro

Fuente: Elaborado a partir de la página <http://www.ansi.org>

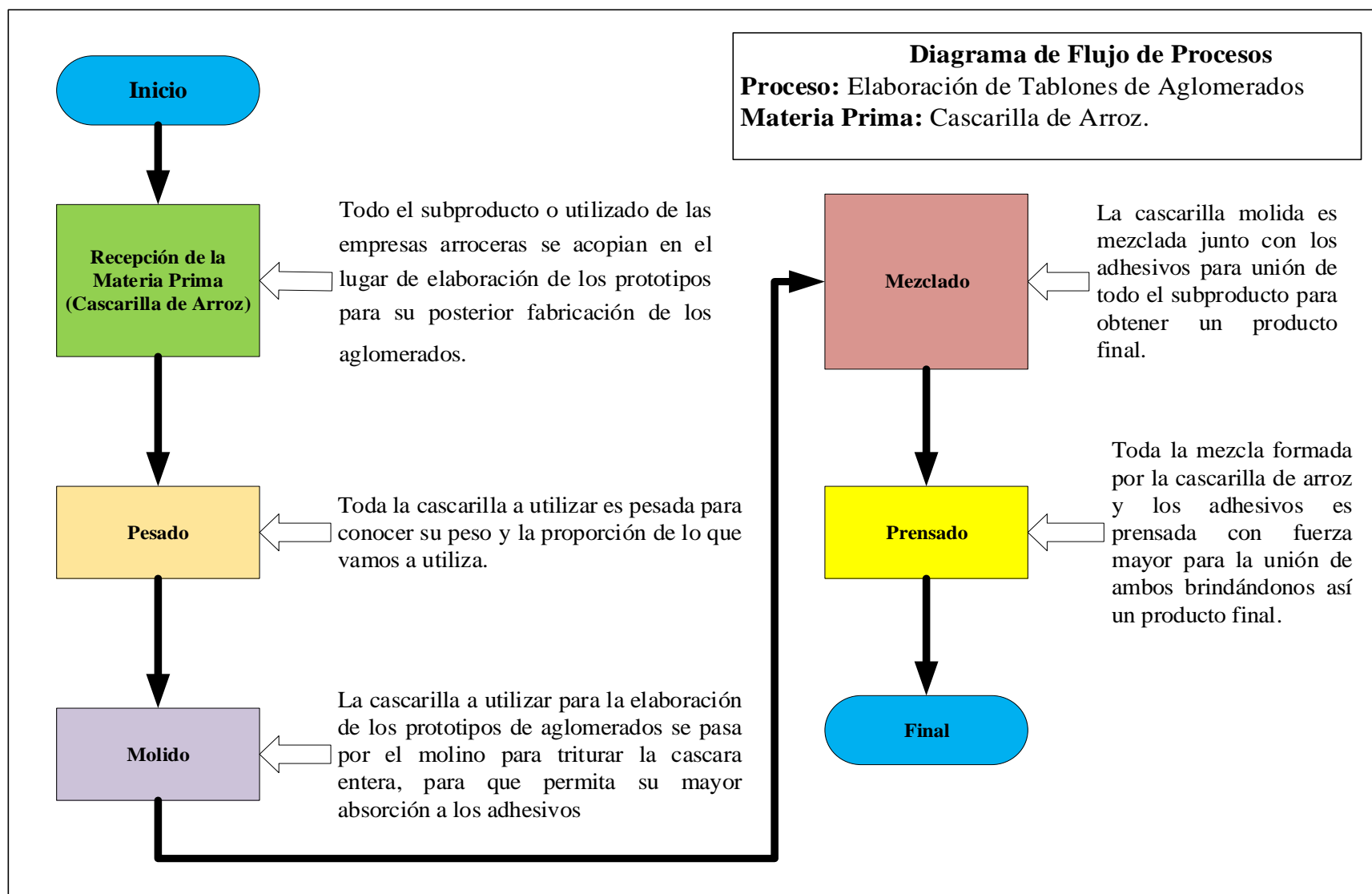


Figura 3. Diagrama de Flujo de elaboración de tablones de Aglomerados

Fuente: Elaboración Propia

### 4.1.3. Elaboración de Aglomerados

Se elaboraron diferentes aglomerados con diferentes mezclas de materiales y porciones y se realizó un registro de cada uno de los resultados de cada prueba realizada. A continuación, se describirán los procesos de elaboración de aglomerados.

#### 4.1.3.1. Elaboración de Primer Tablón de Aglomerado de cascarilla de Arroz y Resina Epóxica

A continuación, se realizó la fabricación del primer tablón de aglomerado utilizando el adhesivo de Resina epóxica en un 50% y utilizando la misma cantidad en cascarilla de arroz, los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Elaboración de Primer Aglomerado

Prueba de Aglomerados			
<b>Numero de Prueba</b>	Primera Aglomerado		
<b>Materia Prima Utilizada</b>	Cascarilla de arroz	<b>Porción</b>	50%
	Resina Epóxica		50%
<b>Proceso de Elaboración</b>	En el siguiente aglomerado tomamos la cantidad de 453.592 gramos de cascarilla, procedimos a moler la cascarilla para disminuir su porosidad, para que permita mayor en filtración a la resina epóxica, para el procedimiento primero mezclamos la resina con su catalizador durante mucho tiempo hasta antes de iniciar su reacción, una vez iniciado su reacción procedemos a verter la resina epóxica en la cascarilla se mezcla mientras se vierte la resina, ya después		

	de haber mezclado rápidamente, ponemos la mezcla en la prensa y tapamos para que sea prensada a una fuerza de dos toneladas durante media hora, después del tiempo transcurrido sacamos el aglomerado de la prensa y toamos muestras para su pruebas a realizarse.
<b>Resultado</b>	Nos dio un producto de grandes propiedades de mucha firmeza y dureza con un peso de un material pesado y de muy alto costo.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.3.2. Elaboración de Segundo Tablón de Aglomerado de cascarilla de Arroz y Cola Blanca

Se realizó la fabricación del segundo tablón de aglomerado utilizando el adhesivo de Cola blanca en un 50% y utilizando la misma cantidad en cascarilla de arroz, los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5. Segundo Aglomerado

Prueba de Aglomerados			
<b>Numero de Prueba</b>	Segundo aglomerado		
<b>Materia Prima Utilizada</b>	Cascarilla de arroz	<b>Porción:</b>	50%
	Cola blanca		50%
<b>Proceso de Elaboración</b>	La elaboración de este aglomerado utilizando el mismo proceso de las anteriores con la 453.592 gramos de cascarilla, agregamos pequeñas cantidades de cola blanca y		



	mezclamos manualmente hasta que la cola blanca recubra bien la cascarilla, habiendo completado el proceso llevamos la mezcla a la prensa donde la acomodamos distribuida para que la prensa abarque la superficie uniformemente al aplicar la fuerza del prensado, prensamos durante una hora y dejamos secar durante 24 horas el aglomerado para su total endurecimiento, una vez terminado sacamos la muestra para pruebas a realizar.
<b>Resultado</b>	Obtuvimos un producto de mejor mezcla entre la cascarilla y la cola blanca que facilita una mejor aglomeración para mejorar el producto, su dureza es más débil que los otros aglomerados, pero con mayor distribución de la cola blanca, de mejor imagen y de muy bajo costo su elaboración.

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1.3.3. Elaboración de Tercer Tablón de Aglomerado de cascarilla de Arroz, Resina Epóxica, Cola Blanca**

Se realizó la fabricación del Tercer tablón de aglomerado utilizando la mezcla del adhesivo de Resina Epóxica en 10 % y Cola blanca en un 40% y utilizando la cantidad de 50% de cascarilla de arroz, los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Tercer Aglomerado

Prueba de Aglomerados			
<b>Numero de Prueba</b>	Tercer aglomerado		
<b>Materia Prima Utilizada</b>	Cascarilla de arroz	<b>Porción:</b>	50%
	Resina Epóxica		10%.
	Cola Blanca		40%
<b>Proceso de Elaboración</b>	<p>En este aglomerado se tomó pesamos la cascarilla y nos dio un peso total de 453.592 gramos de cascarilla, la molimos para disminuir su dureza y así permitir su fácil filtración de los que es la cola blanca, con la cascarilla molida y pesada procedimos hacer la mezcla con la cola blanca mezclando constantemente hasta tener una mezcla correcta procedimos rápidamente a colocar toda la mezcla en la prensa y prensamos a una fuerza de dos toneladas durante dos horas, una vez terminado el tiempo transcurrido sacamos el aglomerado y dejamos secar durante veinte y cuatro horas, con el aglomerado terminado ,procedimos a recubrir todo el producto final con resina epóxica sobre toda su superficie y dejamos reposar durante quince minutos.</p>		
<b>Resultado</b>	<p>El aglomerado comercial que utilizamos como testigo tienen mayores dimensiones y una compresión mejor al ser un producto industrial pero como es a base de aserrín (virutas de madera) tiende a absorber mayor humedad.</p>		

Fuente: Elaboración Propia

## **4.2. Determinación de los parámetros de calidad de los aglomerados obtenidos**

Resultados de pruebas de resistencia en promedio podemos decir que los aglomerados con mayor porcentaje de aserrín poseen una mejor resistencia a la compresión, en otras palabras, serían más seguras de manipular. Si se analiza la resistencia desde el punto de vista de la masa de las briquetas, se puede notar que existe una clara relación entre ambas variables.

Antes de analizar el procedimiento para elaborar los aglomerados se realizó un diseño de experimento con 3 factores (Resistencia, densidad, humedad) en dos niveles diferentes, el cual determinó la cantidad de pruebas y las distintas proporciones en que deben mezclarse los materiales para así determinar las características de un aglomerado con el mejor rendimiento.

### **4.2.1. Determinación de la Resistencia**

Para este experimento se empleó un dinamómetro, con el objeto de evaluar la resistencia que oponían los aglomerados al ser presionado. Para el caso, como el dinamómetro toma una escala desde 1 hasta 25 kg, es notorio que todos los aglomerados presentan dureza intermedia, sin presentarse notoria diferencia entre sí y siendo todos valores importantes considerando que esta propiedad relaciona los materiales con el acabado superficial que han de tener al momento de ser sometidos al mecanizado, puesto que, la dureza de los materiales no debe ser ni muy alta porque existe la posibilidad de que se presenten despieces, ni muy baja porque el material puede deformarse.

Para la realización de esta prueba se procedió a tomar 3 muestras de aglomerados distribuidas según su mezcla, es decir, 1 de mezcla a 50/50 de cascarilla de arroz y resina epóxica 1 de mezcla 75/25 de cascarilla de arroz y cola blanca y una última muestra de una 50/40/10 de cascarilla de arroz, cola blanca y resina epóxica. Se realizaron las pruebas con un dinamómetro,

de manera tal que al colocar las muestras sobre una base y aplicársele presión, este estaba marcando constantemente la presión ejercida y se tomó el registro cuidadosamente hasta el momento en que esta sufriera alguna fisura. Los resultados correspondientes a las pruebas realizadas se muestran a continuación:

Tabla 7. Prueba de resistencia a tablón de Cola Blanca y cascarilla de arroz.

<b>Prueba de Resistencia</b>					
<b>Tipo de prueba</b>	Flexión				
<b>Unida utilizada</b>	Newtons	<b>N° de Pruebas</b>	4		
<b>Materiales</b>	Cola blanca, Cascarilla de Arroz				
<b>Instrumento</b>	Dinamómetro				
<b>Proceso de Prueba</b>	Se sostiene el tablón de aglomerado y se sujeta al gancho del dinamómetro y se procede a ejercer presión vertical hasta lograr que el aglomerado sufra ruptura en su estructura. Este proceso se realizó 4 veces para logra obtener un promedio de la resistencia del tablón que está elaborado a base de la mezcla de un 50% Cola blanca y 50% Cascarilla de Arroz.				
<b>Resultados de pruebas realizas</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Promedio</b>
	58.8399	59.4509	62.4780	57.3649	59.533425
<b>Conclusión</b>	Después de realizar las pruebas de este tablón aglomerado a base cascarilla de arroz y cola blanca se determinó que con este tipo de materiales el tablón, obtuvo poca resistencia al momento de ejercerle fuerza soportando un promedio de 59.533 Newtons.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Prueba de Resistencia Resina Epóxica y Cascarilla de Arroz

Prueba de Resistencia					
<b>Tipo de prueba</b>	Flexión				
<b>Unida utilizada</b>	Newtons	<b>N° de Pruebas</b>		4	
<b>Materiales</b>	Resina Epóxica y Cascarilla de Arroz				
<b>Instrumento</b>	Dinamómetro				
<b>Proceso de Prueba</b>	Se sostiene el tablón de aglomerado y se sujeta al gancho del dinamómetro y se procede a ejercer presión vertical hasta lograr que el aglomerado sufra ruptura en su estructura. Este proceso se realizó 4 veces para logra obtener un promedio de la resistencia del tablón que está elaborado a base de la mezcla de un 50% Resina Epóxica y 50% Cascarilla de Arroz.				
<b>Resultados de pruebas realizas</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Promedio</b>
	294.2	300.5	296.4	297.7	297.2
<b>Conclusión</b>	Después de realizar las pruebas de este tablón aglomerado a base cascarilla de arroz y Resina Epóxica se determinó que con este tipo de materiales el tablón, obtuvo una gran resistencia al momento de ejercerle fuerza soportando un promedio de 297.2 Newtons, al igual obtuvo una propiedad particular que se asemeja al vidrio, al momento de sufrir una ruptura en su estructura.				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Prueba de Resistencia de tablón aglomerado Resina Epóxica, Cola blanca, Cascarilla de Arroz

Prueba de Resistencia					
<b>Tipo de prueba</b>	Flexión				
<b>Unida utilizada</b>	Newtons	<b>N° de Pruebas</b>		4	
<b>Materiales</b>	Resina Epóxica, Cola blanca, Cascarilla de Arroz				
<b>Instrumento</b>	Dinamómetro				
<b>Proceso de Prueba</b>	Se sostiene el tablón de aglomerado y se sujeta al gancho del dinamómetro y se procede a ejercer presión vertical hasta lograr que el aglomerado sufra ruptura en su estructura. Este proceso se realizó 4 veces para logra obtener un promedio de la resistencia del tablón que está elaborado a base de la mezcla de un 10% Resina Epóxica, 40% Cola blanca y 50% Cascarilla de Arroz.				
<b>Resultados de pruebas realizas</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Promedio</b>
	196.13	190.54	199.47	194.56	195.175
<b>Conclusión</b>	Después de realizar las pruebas de este tablón aglomerado a base cascarilla de arroz, Resina Epóxica y Cola Blanca, se determinó que con este tipo de materiales el tablón, obtuvo una resistencia considerable al momento de ejercerle fuerza soportando un promedio de 195.175 Newtons, con una diferencia de 135.642 Newtons, que representa un 70% mayor a la realizaba a base Cola Blanca y Cascarilla de arroz. Al igual obtuvo una resistencia menor en comparación al tablón realizado a base de Resina epóxica y cascarilla de arroz, con una diferencia de 120.025 Newtons, que representa un 66%, menor a la realizada a base de Resina Epóxica y cascarilla de arroz.				

Tabla 10. Prueba de Resistencia a tablón aglomerado comercial

Prueba de Resistencia					
<b>Tipo de prueba</b>	Flexión				
<b>Unida utilizada</b>	Newton	<b>N° de Pruebas</b>	4		
<b>Materiales</b>	Testigo aglomerado comercial (Madera)				
<b>Instrumento</b>	Dinamómetro				
<b>Proceso de Prueba</b>	Se sostiene el tablón de aglomerado y se sujeta al gancho del dinamómetro y se procede a ejercer presión vertical hasta lograr que el aglomerado sufra ruptura en su estructura. Este proceso se realizó 4 veces para logra obtener un promedio de la resistencia del tablón que está elaborado a base de la mezcla de residuos de madera.				
<b>Resultados de pruebas realizas</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Promedio</b>
	311.37	266.89	280.70	293.67	288.1575
<b>Conclusión</b>	Después de realizar las pruebas al tablón aglomerado Comercial, que está elaborado de forma industrial y con materiales estandarizados a base residuos de madera obtuvo una resistencia de 288.1575 Newtons con una diferencia de 9.0425 Newtons, menor a la realizada a base de Resina Epóxica y cascarilla de arroz. Al igual obtuvo una diferencia considerable de 92.9825 Newtons con el tablón realizada a base de Resina Epóxica, Cola Blanca y Cascarilla de arroz. Este tablón demostró ser superior en resistencia en comparación al tablón realizada a base de Cola Blanca y Cascarilla de arroz con una diferencia de 228.6245 Newtons, demostrando ser mejor en calidad y resistencia.				

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2. Determinación de la Densidad

Para conocer la densidad de los tablones aglomerados se procedió a utilizar formulas matemáticas, con la intension de saber la densidad de cada tablon aglomerado elaborado, por lo cual se utilizo la siguiente formula:

$$g/cm^3 \longleftarrow d = \frac{m}{v} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{gramos (g)} \\ \longrightarrow \text{Centímetros cúbicos (cm}^3\text{)} \end{array}$$

Figura 4. Fórmula de densidad Fuente: Elaborado a partir de (López Romero, 2014)

Para encontrar la densidad de un material sólido, es necesario saber la masa y el volumen de este material, por lo cual se procedió aplicar las formulaciones siguientes para encontrar el volumen en:

$$V = l \cdot l \cdot l$$

Figura 5. Formula del Volumen de un cubo Fuente: Tomado a partir (Celeberrina, 2020)

Para conocer la masa de los tablones aglomerados se procedió a utilizar una báscula o pesa, con la finalidad de saber con exactitud el peso o masa de dicho tablón aglomerado. Teniendo todos estos datos se procedió a realizar las pruebas de densidad a cada uno de los tablones aglomerados, y los resultados de estas se presentan en las siguientes tablas.



#### 4.2.2.1. Pruebas de Densidad

Tabla 11. Prueba de Densidad de tablón de aglomerado de cascarilla de arroz y cola blanca

<b>Prueba de Densidad</b>		
<b>Tablón de aglomerado</b>	Cascarilla de arroz	50 %
	Cola blanca	50 %
<b>Datos de cálculos</b>		
<b>Volumen Centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>)</b>		
<b>Formula</b>	$V = l \times l \times l$	
<b>Solución</b>	30 cm x 30 cm x 2.2 cm	
<b>Resultado</b>	1980 cm <sup>3</sup>	
<b>Masa Gramos (g)</b>		
<b>Formula</b>	Se calculo mediante una báscula o pesa	
<b>Medida</b>	453.592 g	
<b>Densidad Gramos x cm<sup>3</sup> (g/ cm<sup>3</sup>)</b>		
<b>Formula</b>	$D = M / V$	
<b>Solución</b>	$D = 453.592 \text{ g} / 1980 \text{ cm}^3$	
<b>Resultado</b>	0.2290 g/ cm <sup>3</sup>	
<b>Análisis del Resultado</b>	Este tipo de tablón aglomerado obtuvo una densidad de 0.2290 g/ cm <sup>3</sup> menor en comparación a la densidad de tabloneros aglomerados a base de residuos de madera que en promedio tienen un 0.72 g/ cm <sup>3</sup> y similar a la densidad de la madera (Pino) que posee un 0.290 y 0.900 g/ cm <sup>3</sup> .	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Prueba de Densidad de tablón de aglomerado de Cascarilla de arroz y Resina Epóxica

Prueba de Densidad		
<b>Tablón de aglomerado</b>	Cascarilla de arroz	50 %
	Resina Epóxica	50 %
Datos de cálculos		
Volumen Centímetros cúbicos (cm <sup>3</sup> )		
<b>Formula</b>	$V = l \times l \times l$	
<b>Solución</b>	30 cm x 30 cm x 2.2 cm	
<b>Resultado</b>	1980 cm <sup>3</sup>	
Masa Gramos (g)		
<b>Formula</b>	Se calculo mediante una báscula o pesa	
<b>Medida</b>	1133.98 g	
Densidad Gramos x cm <sup>3</sup> (g/ cm <sup>3</sup> )		
<b>Formula</b>	$D = M / V$	
<b>Solución</b>	$D = 1133.98 \text{ g} / 1980 \text{ cm}^3$	
<b>Resultado</b>	0.5727 g/ cm <sup>3</sup>	
<b>Análisis del Resultado</b>	Este tipo de tablón aglomerado obtuvo una densidad de 0.5727 g/ cm <sup>3</sup> menor en comparación a la densidad de tabloneros aglomerados a base de residuos de madera que en promedio tienen un 0.72 g/ cm <sup>3</sup> y mayor a la densidad de la madera (Pino) que posee un 0.290 y 0.900 g/ cm <sup>3</sup> con la diferencia de que este tablón adquirió una característica similar al vidrio.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Prueba de Densidad de tablón de aglomerado de Cascarilla de arroz, Cola Blanca y Resina Epóxica

Prueba de Densidad		
<b>Tablón de aglomerado</b>	Cascarilla de arroz	50%
	Resina Epóxica	10%.
	Cola Blanca	40%
Datos de cálculos		
Volumen Centímetros cúbicos (cm <sup>3</sup> )		
<b>Formula</b>	$V = l \times l \times l$	
<b>Solución</b>	30 cm x 30 cm x 2.2 cm	
<b>Resultado</b>	1980 cm <sup>3</sup>	
Masa Gramos (g)		
<b>Formula</b>	Se calculo mediante una báscula o pesa	
<b>Medida</b>	680.389 g	
Densidad Gramos x centímetro cubico m <sup>3</sup> (g/ cm <sup>3</sup> )		
<b>Formula</b>	$D = M / V$	
<b>Solución</b>	$D = 680.389 \text{ g} / 1980 \text{ cm}^3$	
<b>Resultado</b>	0.3436 g/ cm <sup>3</sup>	
<b>Análisis del Resultado</b>	<p>Este tipo de tablón aglomerado obtuvo una densidad de 0.03436 g/ cm<sup>3</sup> menor en comparación a la densidad de tabloneros aglomerados a base de residuos de madera que en promedio tienen un 0.72 g/ cm<sup>3</sup> y mayor a la densidad de la madera (Pino) que posee un 0.290 y 0.900 g/ cm<sup>3</sup>. Sin embargo, este tablón aglomerado obtuvo un resultado intermedio en comparación con los otros tabloneros aglomerados elaborados.</p>	

Fuente: Elaboración propia

### **4.2.3. Test de la llama**

Los aglomerados obtenidos fueron sometidos al contacto directo con la llama para observar los cambios producidos en ellos.

Para realizar este experimento se procedió a someter cada tablón aglomerado a la acción de la llama, como se muestra en la figura 15 del anexo 4. En las dos muestras se observó una llama de combustión amarilla fuliginosa, auto extingible al momento de retirar el aglomerado de la ignición (propiedad de la cascarilla de arroz), se generó humo y se percibieron olores penetrantes como a plástico y madera quemada, sobre todo la mezcla de resina epóxica, donde se podía distinguir el olor del quemado de la resina. Algunos de estos vapores pudieron ser debidos a la presencia de compuestos volátiles generados durante la combustión. Las muestras se fueron calcinando hasta quedar como residuos las cenizas.

Cada tipo de tablón aglomerado se comportó de forma diferente al momento de someterse a esta prueba, donde lo único que varía son las propiedades adquiridas según el material utilizado para su elaboración. A continuación, se presentará en la siguiente tabla los resultados obtenidos.

Tabla 14. Pruebas del test de la llama



Test de la Llama						
Datos Generales						
Objetivo de prueba						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer el tiempo que se tarda en quemarse cada tipo de tablón aglomerado, teniendo en cuenta sus propiedades.</li> </ul>						
Parámetros de Prueba						
Tablones aglomerados	Materiales Utilizados	Masa	Volumen	Densidad	Temperatura (°C)	Duración
	Cascarilla de arroz y Cola Blanca	453.592 g	1980 cm <sup>3</sup>	0.2290 g/ cm <sup>3</sup>	500 °C	No combustión
	Cascarilla de arroz y Resina Epóxica	1133.98 g	1980 cm <sup>3</sup>	0.5727 g/ cm <sup>3</sup>	500 °C	5 minutos
	Cascarilla de arroz, Resina Epóxica y Cola Blanca	680.389 g	1980 cm <sup>3</sup>	0.3436 g/ cm <sup>3</sup>	500 °C	3 minutos
Diagnóstico de Resultados						
<p>En conclusión, por la propiedades estructurales y químicas de la cascarilla de arroz y la cola blanca, lo que hace que la mezcla de estos materiales sea difícil de lograr combustionar. Sin embargo, al momento de realizar la mezcla de cascarilla de arroz con resina epóxica y este material al tener propiedades similares al petróleo por ser un derivado de este, logra combustionar con mayor facilidad.</p>						

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.4. Pruebas de resistencia al agua

Refiriéndose inicialmente al agua y las soluciones acuosas; es lógico mencionar que la resina por ser un material hidrofóbico no es compatible con el agua, por ende, no fueron atacadas por la humedad y no se dio alteración alguna de su estructura al ser expuestas en contacto con esta. Los aglomerados de cola blanca al tener contacto con agua muestran un ligero ataque sin embargo, es posible que con el paso del tiempo el agua pueda llegar a introducirse propiamente en la cascarilla, debilitando la fortaleza de la estructura de los aglomerados, sin llegar a expandirlos; este efecto podría ser contrarrestado completamente si los aglomerados quedaran plenamente recubiertos en su parte más externa por las matrices poliméricas, es decir, sería muy significativo aplicar una capa externa de Resina epóxica sobre c para cubrir cualquier poro que pudiese estar presente en la superficie del material.

Como se puede observar en la tabla 2 la primera muestra A de aglomerado con cola blanca se disolvió por el adhesivo que es de base acuosa y la muestra B que es el aglomerado de resina no sufrió ningún cambio la tercer muestra C solo cambio de color porque al tener una cubierta de resina por el exterior es resistente al agua mientras que la muestra D, se separó y aumento su volumen por la propiedad de la madera para absorber humedad.

Pruebas de resistencia al agua				
Objetivo				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la resistencia al agua de los tablones aglomerados elaborados a base cascarilla y diferentes adhesivos</li> </ul>				
Parámetros de Prueba				
	Muestra	Tiempo de duración	Representación	
			Antes	Después
<b>Tablones</b> <b>Aglomerado</b>	Cascarilla de Arroz y Cola blanca	24 horas		

<p>Cascarilla de Arroz y Resina Epóxica</p>	<p>24 horas</p>		
<p>Cascarilla de Arroz, Resina Epóxica y Cola blanca</p>	<p>24 horas</p>		
<p>Tablón Aglomerado comercial</p>	<p>24 horas</p>		

Fuente: Elaboración Propia



### 4.3. Realizar un estudio de costos para la producción de un tablón aglomerado.

En las siguientes tablas se muestran los costos que representa la obtención de la maquinaria a utilizar para llevar a cabo la propuesta planeada, así como la depreciación de la misma la cual genera gasto que incurren dentro de los de activos.

Tabla 15. Gastos Activos

GASTOS DE ACTIVOS			
Costos de equipos			
Equipos	cantidad	Precio unitario (C\$)	Precio total (C\$)
Gata hidráulica 2 ton	1	C\$650	C\$650
Angular	1	C\$150	C\$150
Lamina galvanizada de 30cm x 30cm	C\$1	C\$300	C\$300
soldadura	libra	C\$40	C\$40
Total de gasto			C\$1,090

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Equipos menores

Equipo menor (herramientas y utensilios)			
Equipo	cantidad	Precio unitario (C\$)	Precio total (C\$)
Recipiente de plastico para mezcla	1	C\$20	C\$20
Cucharon de madera	1	C\$15	C\$15
Total de gasto			C\$35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Depresión de Equipos

Depresiacion del equipo				
Equipo	Costo (C\$)	Vida util (C\$)	Depresiacion	
			Anual	Mensual
Prensa hidraulica	C\$1,090	5	280	18.16
Resipiente de plastico	C\$20	1	20	1.66
Cucharon de madera	C\$15	1	20	1.25
TOTAL				21.07

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los costos de los materiales a utilizar para la fabricación de aglomerados.

Tabla 18. Costos Viables

COSTO VARIABLE			
Costo de materia prima			
Materia prima	cantidad	Costo (C\$)	Costo total (C\$)
Cascarilla de arroz	100 lib	C\$80	C\$80
Resina epoxica	litro	C\$200	C\$200
Cola blanca industrial	unidad 473 cc	C\$150	C\$150
<b>Total de gasto</b>			<b>C\$430</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Materia Prima

Materia prima	C\$430
Agua	C\$2
<b>costo total variable</b>	<b>C\$432</b>

Fuente: Elaboración Propia

En las siguientes tablas se muestran los costos de fabricación por unidad que tienen las tablas de aglomerados.

Costos de producción de 1 aglomerado de 30 cm x 30 cm x 2.54 cm de espesor (resina epóxica).

Tabla 20. Costos de Producción

Producto	Costo por libra/ Litro	Cantidad	Total
Cascarilla de arroz	C\$1.25 lib	6 lib	7.5
Resina epoxica	c\$200 lit	1 lit	200
<b>total</b>			<b>207.5</b>

Fuente: Elaboración Propia

Un aglomerado de 30 cm x 30 cm x 2.54 cm de espesor tiene un costo de producción de C\$207.5 córdobas.

Tabla 21. Costo de aglomerado por espesor

Producto	COSTO	Cantidad	Total
Cascarilla de arroz	C\$1.25 lib	6 lib	7.5
Cola blanca	C\$150	473 cc	C\$150
total			C\$157.50

Fuente: Elaboración Propia

Costos de producción de 1 aglomerado de 30 cm x 30 cm x 2.54 cm de espesor (cola blanca).

Tabla 22. Costo de aglomerado cola de blanca

Producto	COSTO	Cantidad	Total
Cascarilla de arroz	C\$1.25 lib	6 lib	7.5
Resina epoxica	C\$100	0.5 lit	C\$100
Cola blanca	C\$75	237 cc	C\$75
TOTAL			C\$182.50

Fuente: Elaboración Propia

Un aglomerado de 30 cm x 30 cm x 2.54 cm de espesor, de Cola blanca tiene un costo de producción de C\$157.5 córdobas.

Costos de producción de 1 aglomerado de 30 cm x 30 cm x 2.54 cm de espesor (resina epóxica y Cola blanca).

Un aglomerado de 30 cm x 30 cm x 2.54 cm de espesor, de resina epóxica y Cola blanca tiene un costo de fabricación de C\$182.50 córdobas.

## **CAPITULO V**

### **5.1. Conclusiones**

En este trabajo se efectuó un estudio experimental cuyo objetivo general fue elaborar propuesta de tableros aglomerados a partir de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) y establecer parámetros de diseño y costos de producción en la ciudad de Estelí, todas las técnicas aplicadas durante el mismo arrojaron resultados que fueron de gran utilidad para la conclusión y darse paso a la salida de los objetivos específicos planteados.

Por medio de la utilización de herramientas para proceso de elaboración se obtuvieron aglomerados de cascarilla de arroz con diferentes adhesivos con apariencia física exterior muy similar entre sí, livianos, resistentes a la humedad, perfectamente maquinables y buen comportamiento térmico que permite considerarlos como útiles en la construcción de diversos tipos de muebles, al igual sería un sustituto factible del tablón de aglomerados a base de residuos de madera.

En base a la elaboración de los diferentes tipos de tableros de aglomerados se procedió a la realización de las pruebas para determinar la resistencia a la humedad y el fuego arrojando muy buenos resultados además una prueba de resistencia física de peso dando así un producto final de muy buena calidad.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se realizó un estudio financiero para conocer la factibilidad económica de estos prototipos y llegando a la conclusión que gracias al material utilizado y por sus muy bajos costos, principalmente por que la cascarilla de arroz que es considerado un residuo que se desperdicia y constituye más del 50% del producto final, al igual los adhesivos se encuentran a un costo muy bajo, lo que hace que estos prototipos sean factibles para su venta teniendo un costo cómodo que varía según el tamaño y el grosor de estos.

## 5.2. Recomendaciones

La culminación de la presente investigación se realiza se desea sugerir algunas recomendaciones en base a los resultados obtenidos:

- Evitar el desperdicio de grandes cantidades de cascarilla de arroz
- Trabajar en un programa de planeación y control de las actividades para un mejor control
- La utilización de maquinaria más avanzadas para la obtención de mejores resultados
- Mejorar los procesos de tratamientos de la cascarilla del arroz que ayudara a tener mejore resultado.
- La utilización de mejores adhesivos ayudara al aumento de las propiedades.
- Realizar una evaluación de estandarización de los procesos de elaboración de los prototipos de tablonos aglomerados.
- Realizar una comparación de costo financiero con otras investigaciones, con la finalidad de comparar resultados.

### 5.3. Bibliografía

Ardila, L., & Castañeda, M. (2010). *Trabajo de grado Química*. Bucaramanga.

Arias Ortiz, R. A., & Meneses Cruz, J. D. (2016). *Caracterización físico-química de residuos agroindustriales (cascarilla de arroz y cascarilla de café), como materia prima potencial para la obtención de bioetanol, Laboratorios de Química UNAN-Managua I-II semestre 2016*. Managua : Repositorio de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/3793/1/53860.pdf>

Balmaceda Castrillo, B. J., & Gutiérrez , N. A. (2002). *Evaluacion de efectos Fisicos de tres Niveles de urea ( 3,5, y 7%) sobre la calidad nutritiva de la cascarillas de arroz*. Managua: Repositorio de la Universidad Nacional Agraria, Facultad de Desarrollo Rural. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04b194.pdf>

Castillo Barreda, H. M., Hernández Guevara, M. M., & Madriz Castellón, R. P. (2014). *Manual de Procesos y Procedimientos de la planta procesadora de arroz AGRICORP San Isidro, segundo semestre del año 2014*". Esteli: Repositorio de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Managua, Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/1998/1/16421.pdf>

*Celeberrina*. (18 de junio de 2020). Obtenido de Ejemplo fórmula volumen de un cubo: <https://www.celeberrima.com/ejemplo-formula-volumen-de-un-cubo/>

Centro de Estudios y Servicios en Salud. (2 de junio de 2021). *Centro de Estudios y Servicios en Salud*. Obtenido de <https://www.uv.mx/veracruz/cess/vinculacion-y-extension/laboratorio/>

Epoxi, E. e. (julio de 3 de 2018). *ESPECIALISTAS EN RESINA EPOXI*. Obtenido de Expertos en Resina Epoxi: <https://maderame.com/clases-de-tableros/aglomerados/>

Franco, J. L. (2018). *FABRICACION DE AGLOMERADOS DE CASCARILLA DE ARROZ PARA EVITAR EL USO DE MADERA EN LA INDUSTRIA DE MUEBLES*.

Hernández Sampieri, R., Fernando Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

INTA. (2018). *INTA*.

Jácome Cornejo, D. V. (2015). *PLAN DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE TABLONES DE AGLOMERADOS DE CASCARILLA DE ARROZ PARA LA ELABORACIÓN DE MUEBLES EN LOS MERCADOS EXTRANJEROS*. Guayaquil: Repositorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4460/1/T-UCSG-POS-MFEE-30.pdf>

López Romero, J. M. (2014). *Transformación de materiales termoplásticos*. QUITO209. Antequera, Málaga: IC Editorial.

Lozano Rojas, C. L. (2020). *Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (Oriza sativa) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria*. Yopal: Repositorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD, Escuela De Ciencias Agrícolas Pecuarias y de Medio Ambiente- ECAPMA, Programa Agronomía. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33698/cllozanor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MANRIQUE, L. V. (2011). *Fabricacion de aglomerado de cascarilla de arroz*. BUCARAMANGA.

Miquel Canet, J. (2012). *Resistencia de Materiales y Estructuras*. Barcelona: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). Obtenido de [https://portal.camins.upc.edu/materials\\_guia/250120/2012/Resistencia%20de%20materiales%20y%20estructuras.pdf](https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250120/2012/Resistencia%20de%20materiales%20y%20estructuras.pdf)

OWEN, J. (2010). *Reutilización de Acrilonitrilo Butil Estireno*. Bucaramanga.

Oxford University Press. (2021). *Powered Oxford lexico*. Obtenido de Diccionario de inglés y español, sinónimos y traductor de español a inglés: <https://www.lexico.com>

Palma, A. R. (2007). *FORMULACIONES Y CONDICIONES DE OPERACIÓN*.

RAE. (2017). *RAE* . Obtenido de <https://dle.rae.es>

Rojas Lozano , C. (2020). *Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (Oriza sativa) en Colombia para el mejoramiento del sector ´roductivo y la industria*. Colombia.

Seymour, R. (1995). *Química de los Polímeros*. Hattiesburg: Reverté.

Sorenso, W. (1961). *Preparative methods of polymer chemistry*. Londres : Interscience publishers.

Vargas, J., Alvarado , P., Vega-Baudrit, J., & Porras , M. (2013). *Caracterización del subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles*. Heredia.



## 5.4. Anexos

### 5.4.1. Anexo 1. Imágenes del proceso de elaboración de aglomerados



Figura 6. Molienda de la cascarilla para disminuir su tamaño. Fuente: Elaboración Propia



Figura 7. Mezcla de la cascarilla de arroz colocada en la prensa. Fuente: Elaboración Propia



Figura 8. Aglomerados elaborados con los diferentes tipos de adhesivos. Fuente: Elaboración Propia



Figura 9. Aglomerado 50% cascarilla 50% resina.

Fuente: Elaboración Propia





Figura 10. Aglomerado 50% cascarilla 50% cola blanca

Fuente: Elaboración Propia

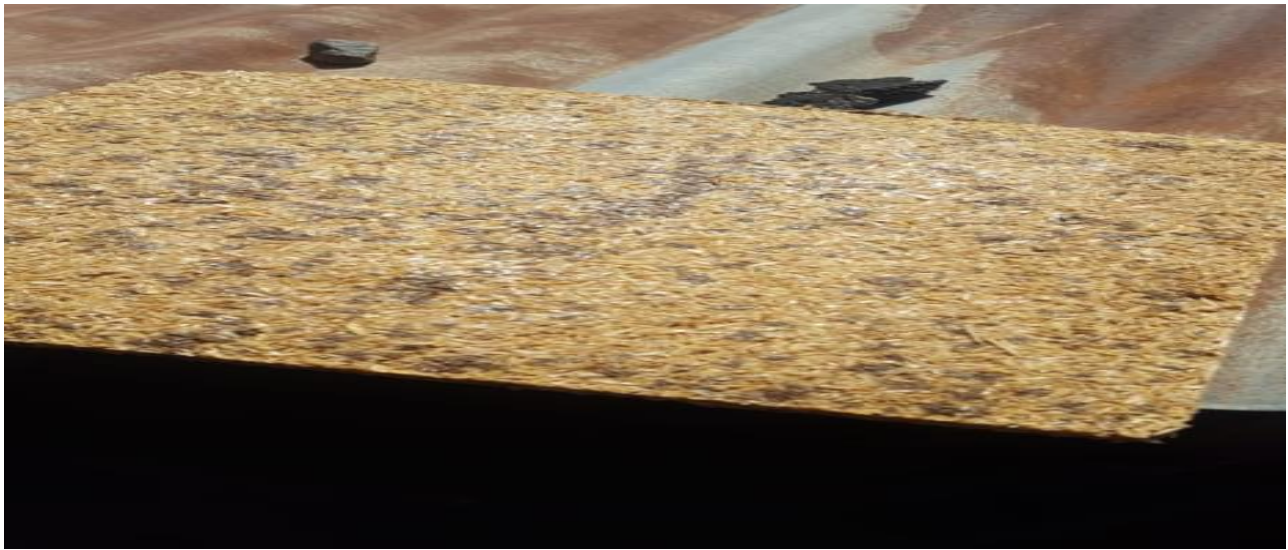


Figura 11. Aglomerado 50% cascarilla 40% cola blanca 10% Resina.

Fuente: Elaboración Propia

**5.4.2. Anexo 2. Muestras de las pruebas realizadas para comprobar la calidad de los aglomerados**



Figura 13. Muestra de aglomerado 50% cascarilla 50% resina Fuente: Elaboración Propia



Figura 12. Muestra de aglomerado 50% cascarilla 50% cola blanca Fuente: Elaboración Propia



Figura 14. Aglomerado 50% cascarilla 40% cola Blanca 10% Resina Fuente: Elaboración Propia

### 5.4.3. Anexo 3. Pruebas de resistencia

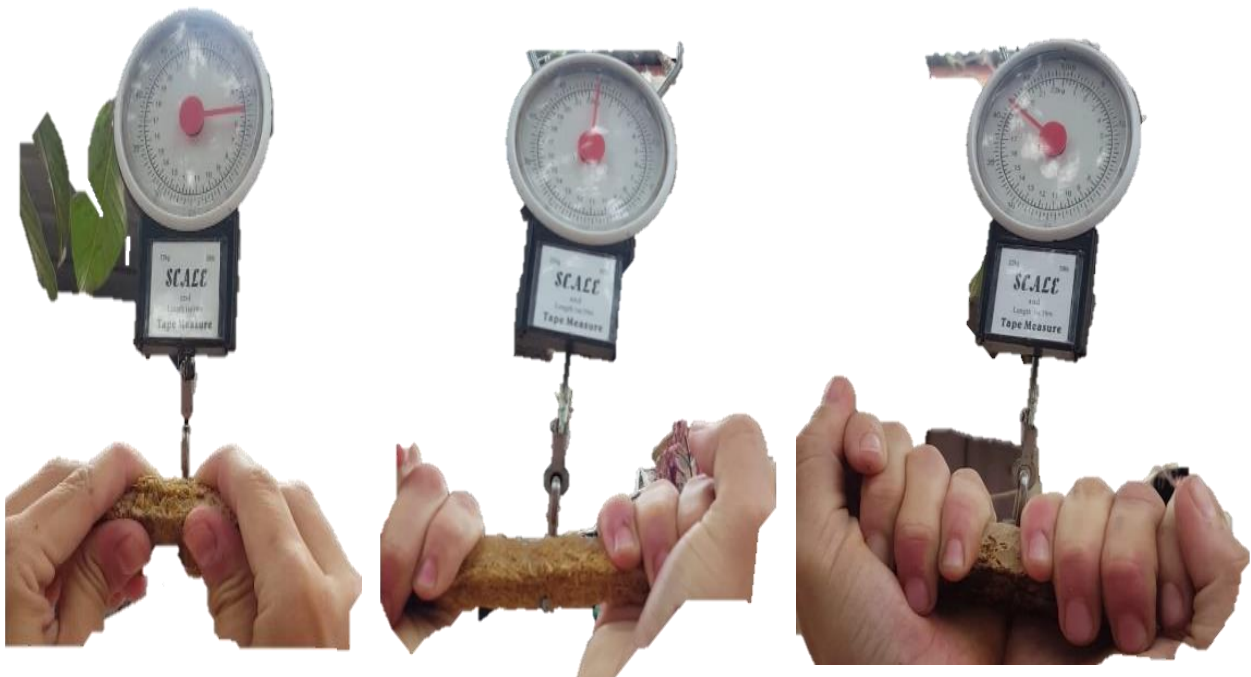


Figura 15. Pruebas de resistencia a tabloncillos aglomerados. Fuente: Elaboración Propia



**5.4.4. Anexo 4. Imágenes de experimento del test de la Llama**



Figura 16. Test de la Llama a tablones

Fuente: Elaboración Propia

**5.4.5. Anexo 5. Tablas de Pruebas de Resistencia**

Tabla 23. Machotes de tablas de pruebas de resistencia

Prueba de Resistencia						
<b>Tipo de prueba</b>						
<b>Unida utilizada</b>		<b>N° de Pruebas</b>				
<b>Materiales</b>						
<b>Instrumento</b>						
<b>Proceso de Prueba</b>						
<b>Resultados de pruebas realizas</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prueba 4</b>	<b>Promedio</b>	
<b>Conclusión</b>						

Fuente: Elaboración Propia

### 5.4.6. Anexo 6. Tabla de pruebas de Densidad

Tabla 24. Tablas de pruebas de densidad aglomerados

<b>Prueba de Densidad</b>	
<b>Tablón de aglomerado</b>	
<b>Datos de cálculos</b>	
<b>Volumen Centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>)</b>	
<b>Formula</b>	$V = l \times l \times l$
<b>Solución</b>	
<b>Resultado</b>	
<b>Masa Gramos (g)</b>	
<b>Formula</b>	
<b>Medida</b>	
<b>Densidad Gramos x centímetro cubico m<sup>3</sup> (g/ cm<sup>3</sup>)</b>	
<b>Formula</b>	$D = M / V$
<b>Solución</b>	
<b>Resultado</b>	
<b>Análisis del Resultado</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**5.4.7. Anexo 7. Tabla de pruebas de Test de la llama**

Test de la Llama						
Datos Generales						
Objetivo de prueba						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el tiempo que se tarda en quemarse cada tipo de tablón aglomerado, teniendo en cuenta sus propiedades.</li> </ul>						
Parámetros de Prueba						
Tablones aglomerados	Materiales Utilizados	Masa	Volumen	Densidad	Temperatura (°C)	Duración
Diagnóstico de Resultados						



### 5.4.8. Anexo 8. Plantillas de tablas de pruebas de resistencia de agua

Tabla 25. Plantillas de prueba de resistencia al agua

Pruebas de resistencia al agua				
Objetivo				
Parámetros de Prueba				
Tablones Aglomerado	Muestra	Tiempo de duración	Representación	
			Antes	Después

Fuente: Elaboración Propia

**5.4.9. Anexo 8. Encuesta Dirigida a la población para la aceptación**



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM Estelí**

**Encuesta**

**Estimada población en esta encuesta se pretende dar a conocer el producto de aglomerados a base de cascarilla de arroz y verificar su aceptación.**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Género:** M \_\_\_\_\_ H \_\_\_\_\_

**Ocupación:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones: Marque con una X y conteste según corresponda**

**1. ¿Usted ha comprado productos a base de aglomerados?**

**O Si**

**O No**

**O Tal vez**

**2. ¿Con que frecuencia suele comprar productos de aglomerados?**

**O Muy frecuente**

**O Poco frecuente**

**O No Compro estos productos**

**3. ¿Compraría usted un nuevo producto de aglomerados a base de cascarilla de arroz?**

**O Si**

**O No**

**4. ¿considera usted que es un producto innovador?**

**O Si**

**O No**

**5. ¿Qué producto compraría a base de aglomerados de cascarilla de arroz?**

**O Muebles**

**O Lamina para pared o divisiones**

**O Accesorios para interiores**

**6. ¿Qué le gustaría de estos nuevos productos?**

**O Calidad**

**O Precio Accesible**

**O Tamaño de los productos**

