



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE

DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y

CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

**PROTOTIPOS DE TABLEROS AGLOMERADOS A BASE DE PINZOTE
Y LIGNINA DE LA PLANTA DE BANANO PARA EL SECTOR DE LA
CONSTRUCCIÓN.**

TUTOR

MSc. MARÍA EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN

AUTORES

LISSETTE FERNANDA MURGUEITIO AGUIRRE

RAÚL OCTABIO TOMALÁ CAICHE

GUAYAQUIL

AÑO

2021

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción.		
AUTOR/ES: Murgueitio Aguirre Lissette Fernanda Tomalá Caiche Raúl Octabio	REVISORES O TUTORES: MSc. María Eugenia Dueñas Barberán	
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil	
FACULTAD: Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Ingeniería Civil	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2021	N. DE PAGS: 111	
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción		
PALABRAS CLAVE: Fibra, Ensayo, Desecho agrícola, Materia prima.		
RESUMEN: Se obtuvieron prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano donde fueron sometidos a pruebas físicas y mecánicas siendo el prototipo 4 el que mejor resultados obtuvo aunque para la norma ecuatoriana de la construcción NEC-SE-MD-ESTRUCTURAS DE MADERA, se encuentra en el grado c es decir de baja calidad. Este prototipo presenta propiedades de elasticidad, ductilidad y resistencia al fuego por el adhesivo Premium para maderas. También se determinó que la lignina funciona como un cemento natural mientras no sea extraída de la planta; la lignina protege al prototipo de la presencia de hongos.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL:		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Murgueitio Aguirre Lissette Fernanda Tomalá Caiche Raúl Octabio	Teléfono: 099-217-1683 098-923-3819	E-mail: lmurgueitioa@ulvr.edu.ec rtomalac@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	MSC. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Decano de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

Visualizador de documentos

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 14-mar-2021 17:30 -05
Identificador: 1532838784
Número de palabras: 13925
Entregado: 1

TESIS Por Lissette Murgueitio

Índice de similitud	Similitud según fuente
5%	Internet Sources: 4% Publicaciones: 1% Trabajos del estudiante: 2%

[excluir citas](#) [Excluir bibliografía](#) [excluir las coincidencias menores](#) modo: ver informe en vista quickview (vista clásica) Change mode [imprimir](#) [actualizar](#)
[descargar](#)

<1% match (trabajos de los estudiantes desde 11-nov.-2019) Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador on 2019-11-11	❏
<1% match (Internet desde 08-nov.-2020) http://revistas.ubiobio.cl	❏
<1% match (Internet desde 26-ene.-2021) http://riuc.bc.uc.edu.ve	❏
<1% match (Internet desde 08-dic.-2020) https://lascientificasuc.wordpress.com/author/lascientificasuc/	❏
<1% match (Internet desde 11-ene.-2008) http://www.pizano.com.co	❏
<1% match (Internet desde 10-oct.-2020) https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/30131/1/80811242.pdf	❏
<1% match (trabajos de los estudiantes desde 20-ene.-2021)	❏



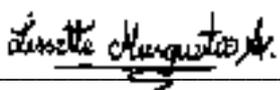
DOCENTE TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

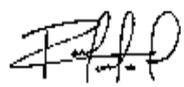
Los estudiantes egresados **MURGUEITIO AGUIRRE LISSETTE FERNANDA Y TOMALÁ CAICHE RAÚL OCTABIO**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma: 
LISSETTE FERNANDA MURGUEITIO AGUIRRE

C.I.0923210694

Firma: 
RAÚL OCTABIO TOMALÁ CAICHE

C.I.0929008928

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción presentado por los estudiantes LISSETTE FERNANDA MURGUEITIO AGUIRRE Y RAÚL OCTABIO TOMALÁ CAICHE como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



Firma: _____

Mg. Dis. MARIA EUGENIA DUEÑAS BARBERÁN

C.I. 1303722365

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias siempre a Dios por lo bendecida que he sido al contar siempre con el apoyo de mis padres, especialmente los de mi mamita querida.

Así mismo agradezco infinitamente a mis hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgullosa de lo que soy. Ojalá algún día yo me convirtiera en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

Agradezco la ayuda de mi tutora la MSc. María Eugenia Dueñas Barberán, quien con paciencia, impartió sus conocimientos y experiencias, para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Me gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo.

¡Muchas gracias!

LISSETTE FERNANDA MURGUEITIO AGUIRRE.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme, por guiarme a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

Gracias a mi madre Brenda Caiche, por ser uno de los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradezco a los docentes de la facultad de Ingeniería Industria y Construcción, Carrera de Ingeniería Civil por haberme compartido sus conocimientos en la preparación de nuestra profesión.

RAÚL OCTABIO TOMALÁ CAICHE.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada en primer lugar a Dios, por haberme permitido llegar a este punto fundamental de mi vida, bendiciéndome con salud y sabiduría sobre todo en estos tiempos difíciles. En segundo lugar a mi madre Francisca Victoria Aguirre Villalba, y a mi padre Manuel Arturo Murgueitio Velastegui, quienes han sido mi fuerza, mi guía y jamás han dejado de creer en mí.

A mis amigos que siempre estuvieron alentándome a seguir y que no bajaré la guardia; porque los tiempos de Dios son perfectos.

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil y a su equipo de docentes de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción por todo lo aprendido, por los consejos que han servido y servirán a lo largo de formación de esta hermosa carrera que es Ingeniería Civil.

LISSETTE FERNANDA MURGUEITIO AGUIRRE.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso.

A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio desde que tengo razón hasta ahora, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo.

A mi hijo RJ quien me inspira a seguir adelante, y que en un futuro siga los mismos pasos.

A todas las personas que me ayudaron, amigos, compañeros de trabajo que me colaboraron y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

RAÚL OCTABIO TOMALÁ CAICHE.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.	3
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del problema.	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. Sistematización del Problema	4
1.5. Objetivos de la Investigación	4
1.5.2. Objetivos Específicos	4
1.6. Justificación.....	4
1.7. Delimitación del problema.	5
1.8. Hipótesis.....	6
1.10. Línea de Investigación Institucional / Facultad.	6
CAPITULO II.	7
2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.	7
2.1. Marco Teórico.	7
2.1. Marco Conceptual.....	11
2.1.2. Tableros Aglomerados.....	18
2.1.2. Fibras	21
2.1.3. Aserrín.....	23
2.1.4. Adhesivos o aglomerantes.	25
2.1.5. Procesos de encolados para Tableros aglomerados	26
2.1.6. Hidróxido de sodio.....	27
2.1.6. Agua	28
2.1.8. Parámetros físicos para tableros aglomerados	30
2.1.9. Parámetros mecánicos para tableros aglomerados.	30
2.2. MARCO LEGAL	33
2.2.1. Leyes.....	33
2.2.2. Normas técnicas.....	34
CAPÍTULO III	38

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.1. METODOLOGÍA	38
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN..	38
3.2.1. Investigación experimental.	38
3.2.2. Investigación Documental	38
3.2.3. Investigación Descriptiva	39
3.2.4. Investigación Cuantitativa	39
3.3. ENFOQUE	39
3.3.1. Cuantitativo	39
3.4. TÉCNICA E INSTRUMENTOS	39
3.5. POBLACIÓN.....	40
3.6. MUESTRA.....	40
3.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	42
CAPITULO IV.....	52
4. LA PROPUESTA.....	52
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	52
4.2. DETALLE DE LA PROPUESTA.....	52
4.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	53
4.4. EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	54
4.4.1. Equipos	54
4.4.2. Herramientas	54
4.4.3. Materiales	57
4.5. FASE DE EXPERIMENTACIÓN.	66
4.5.1. Prototipo 1	66
4.5.2. Prototipo 2	68
4.5.3. Prototipo 3	69
4.5.4. Prototipo 4	71
4.5.5. Prototipo 5	73
4.6. ENSAYOS	77
4.6.1. Ensayo compresión	77
4.6.2. Ensayo de flexión	79
4.6.3. Ensayo de absorción de agua e inmersión total.	82

CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

ÍNDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN FIIC.....</i>	<i>6</i>
<i>TABLA 2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LOS DESECHOS DE LA PLANTACIÓN DE BANANO. ...</i>	<i>9</i>
<i>TABLA 3. COMPOSICIÓN DE RAQUIS O PINZOTE DE BANANO.</i>	<i>11</i>
<i>TABLA 4. VENTAS DE CULTIVACIÓN VS VENTAS DE COMERCIALIZACIÓN DEL BANANO.....</i>	<i>14</i>
<i>TABLA 5. PRINCIPALES MERCADOS EN EL EXTERIOR.....</i>	<i>15</i>
<i>TABLA 6. ESFUERZO ADMISIBLE</i>	<i>36</i>
<i>TABLA 7. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #1</i>	<i>42</i>
<i>TABLA 8. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #2</i>	<i>43</i>
<i>TABLA 9. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #3</i>	<i>44</i>
<i>TABLA 10. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #4</i>	<i>45</i>
<i>TABLA 11. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #5</i>	<i>46</i>
<i>TABLA 12. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #6</i>	<i>47</i>
<i>TABLA 13. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #7</i>	<i>48</i>
<i>TABLA 14. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #8</i>	<i>49</i>
<i>TABLA 15. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #9</i>	<i>50</i>
<i>TABLA 16. RESULTADOS DE LA ENCUESTA - PREGUNTA #10</i>	<i>51</i>
<i>TABLA 17. DOSIFICACIÓN DE PROTOTIPO 1.....</i>	<i>66</i>
<i>TABLA 18. DOSIFICACIÓN PROTOTIPO 2.....</i>	<i>68</i>
<i>TABLA 19. DOSIFICACIONES PROTOTIPO 3</i>	<i>69</i>
<i>TABLA 20. DOSIFICACIONES PARA PROTOTIPO 4.....</i>	<i>71</i>
<i>TABLA 21. MUESTRAS PARA PROTOTIPO 5.</i>	<i>73</i>
<i>TABLA 22. DESCRIPCIÓN DE LAS PROBETAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE.</i>	<i>77</i>
<i>TABLA 23. RESULTADO DE ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE.....</i>	<i>78</i>
<i>TABLA 24. DESCRIPCIÓN DE LAS PROBETAS PARA ENSAYO A FLEXIÓN.</i>	<i>79</i>
<i>TABLA 25. RESULTADO DE ENSAYO DE ROTURA A LA FLEXIÓN.</i>	<i>80</i>
<i>TABLA 26. REQUISITOS MOR Y CH PARA TABLEROS DE PARTÍCULAS.....</i>	<i>81</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>FIGURA 1 PLANTACIONES DE PLÁTANO.....</i>	<i>12</i>
<i>FIGURA 2. FUNCIÓN DE LA CELULOSA EN LIGAMENTOS VEGETALES.</i>	<i>15</i>
<i>FIGURA 3 ESTRUCTURA DE UNA CÉLULA VEGETAL.</i>	<i>16</i>
<i>FIGURA 4: ESTRUCTURA DE LA LIGNINA</i>	<i>17</i>
<i>FIGURA 5: MUESTRA DEL ESPESOR DEL TABLERO AGLOMERADO ESTÁNDAR.....</i>	<i>19</i>
<i>FIGURA 6: TABLERO AGLOMERADO HIDRÓFUGO.</i>	<i>20</i>
<i>FIGURA 7. AGLOMERADO IGNIFUGO.</i>	<i>20</i>
<i>FIGURA 8: DIFERENTES FIBRAS DE ORIGEN VEGETAL.</i>	<i>23</i>
<i>FIGURA 9: DIFERENTE COLOCACIÓN DE ASERRÍN SEGÚN EL TIPO DE MADERA.</i>	<i>24</i>
<i>FIGURA 10: EL ASERRÍN EN LA ACTIVIDAD DE TALA DE ÁRBOLES.....</i>	<i>25</i>
<i>FIGURA 11: PRESENTACIONES DE GOMA TIMERMAN MARCA EDIMCA.....</i>	<i>26</i>
<i>FIGURA 12: PRESENTACIÓN DEL HIDRÓXIDO DE SODIO EN FORMA LÍQUIDA.</i>	<i>28</i>
<i>FIGURA 13: AGUA.....</i>	<i>28</i>
<i>FIGURA 14: MOLDE</i>	<i>29</i>
<i>FIGURA 15: ENSAYO DE COMPRESIÓN.....</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 16: ENSAYO DE FLEXIÓN.</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 17: ENSAYO PENETRACIÓN.....</i>	<i>32</i>
<i>FIGURA 18: BALANZA DIGITAL.....</i>	<i>54</i>
<i>FIGURA 19: PROTOTIPO DE PRENSA HIDRÁULICA CON GATA DE 2 TON.....</i>	<i>54</i>
<i>FIGURA 20: ADHESIVO PREMIUM PARA MADERAS.....</i>	<i>55</i>
<i>FIGURA 21: DESMOLDANTE.....</i>	<i>55</i>
<i>FIGURA 22: PRENSA TIPO C.....</i>	<i>56</i>
<i>FIGURA 23: RESINA</i>	<i>56</i>
<i>FIGURA 24: RECOLECCIÓN DE PINZOTES DE BANANO.....</i>	<i>57</i>
<i>FIGURA 25: PASO 1 – CORTE EN FORMA DE CUADRITOS</i>	<i>58</i>
<i>FIGURA 26: PASO 2 – SECADO AL NATURAL</i>	<i>58</i>
<i>FIGURA 27: PASO 1 – CORTE EN CUBITOS</i>	<i>59</i>
<i>FIGURA 28: PASO 2 – FIBRA LAVADA</i>	<i>59</i>
<i>FIGURA 29: SECADO NATURAL – PASO 2.....</i>	<i>60</i>
<i>FIGURA 30: PROCESO DE MOLIENDA</i>	<i>61</i>
<i>FIGURA 31: EXTRACCIÓN DE AGUA DE LA FIBRA</i>	<i>61</i>
<i>FIGURA 32: FIBRA MOLIDA.....</i>	<i>61</i>

<i>FIGURA 33: FIBRA SECADA AL NATURAL.....</i>	<i>62</i>
<i>FIGURA 34: CORTE DE PINZOTE DE BANANO.....</i>	<i>63</i>
<i>FIGURA 35: COCCIÓN DE PINZOTE DE BANANO.....</i>	<i>63</i>
<i>FIGURA 36: DESFIBRADO DE FIBRA CON TENEDOR.</i>	<i>63</i>
<i>FIGURA 37: FIBRA SECADA AL AMBIENTE.....</i>	<i>64</i>
<i>FIGURA 38: COCCIÓN DE LA CORTEZA DEL PINZOTE</i>	<i>65</i>
<i>FIGURA 39: ENVASADO DE LIGNINA.....</i>	<i>65</i>
<i>FIGURA 40: MEZCLA DE FIBRA Y RESINA</i>	<i>66</i>
<i>FIGURA 41: COLOCACIÓN DE MEZCLA EN MOLDE PARA GENERAR PRESIÓN.</i>	<i>67</i>
<i>FIGURA 42: PRODUCTO FINAL PROTOTIPO 1.....</i>	<i>67</i>
<i>FIGURA 43: PREPARACIÓN DE PROTOTIPO 2.....</i>	<i>68</i>
<i>FIGURA 44: MUESTRA A – PROTOTIPO 3.....</i>	<i>69</i>
<i>FIGURA 45: MUESTRA B – PROTOTIPO 3.....</i>	<i>70</i>
<i>FIGURA 46: MUESTRA TIPO C – PROTOTIPO 3</i>	<i>70</i>
<i>FIGURA 47: MUESTRA D – PROTOTIPO 3.....</i>	<i>71</i>
<i>FIGURA 48: PRODUCTO FINAL MUESTRA M1.</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 49: TABLERO M2 CON FIBRA PICADA.....</i>	<i>72</i>
<i>FIGURA 50: PRODUCTO FINAL DE PROTOTIPO 5 – M2</i>	<i>75</i>
<i>FIGURA 51: MUESTRA M3 DEL PROTOTIPO 5.....</i>	<i>75</i>
<i>FIGURA 52: MUESTRA M4 DEL PROTOTIPO 5.....</i>	<i>76</i>
<i>FIGURA 53: MUESTRA M5 DEL PROTOTIPO 5.....</i>	<i>76</i>
<i>FIGURA 54: MUESTRAS DEL PROTOTIPO 5</i>	<i>77</i>
<i>FIGURA 55: PROCESO DE ELABORACIÓN DE PROBETAS Y ENSAYO A COMPRESIÓN SIMPLE.</i> <i>.....</i>	<i>79</i>
<i>FIGURA 56: ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA.</i>	<i>81</i>
<i>FIGURA 57: ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA.</i>	<i>82</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: VENTA LOCAL EN EMPRESAS COMERCIALIZADORAS COMPRENDIDAS EN LOS AÑOS 2017 - 2019.....	14
GRÁFICO 2: CLASIFICACIÓN DE FIBRAS.....	22
GRÁFICO 3: PRIMERA PREGUNTA DE LA ENCUESTA.....	42
GRÁFICO 4: PORCENTAJES – SEGUNDA PREGUNTA - ENCUESTA.....	43
GRÁFICO 5: DATOS DE LA PREGUNTA TRES DE LA ENCUESTA.....	44
GRÁFICO 6: DATOS DE CUARTA PREGUNTA DE LA ENCUESTA.....	45
GRÁFICO 7: PORCENTAJES DE LA INTERROGANTE #5.....	46
GRÁFICO 8: RESPUESTAS DE LA PREGUNTA 6 DE LA ENCUESTA.....	47
GRÁFICO 9: DATOS DE LA INTERROGANTE #7.....	48
GRÁFICO 10: PREGUNTA OCHO Y SUS RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	49
GRÁFICO 11: RESULTADOS DE LA ENCUESTA PREGUNTA 9.....	50
GRÁFICO 12: RESULTADOS DE LA INTERROGANTE 10.....	51
GRÁFICO 13: DIAGRAMA DE FLUJO.....	53

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA.....	91
ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS.....	95

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación se genera debido a que la fibra de pinzote de banano es un elemento muy versátil, resistente y fácil de utilizar, gracias a estas ventajas nace la idea de probar un sustituto para la madera tradicional. La investigación se centra en el área costera de nuestro país Ecuador, sector donde una vez que la fruta es cosechada y seleccionada, el pinzote y la lignina partes de la planta de banano se pierden completamente generando desperdicios; estos desechos pueden ser utilizados en otros campos de investigación aun no experimentados.

La presente investigación se manifiesta como innovación dentro del ámbito de la construcción, y da paso a que existan alternativas nuevas que permitan reutilizar este desecho de pinzote y lignina de la planta de banano como materia prima, promoviendo la mano de obra artesanal y que los agricultores puedan incrementar sus ingresos y a su vez se disminuirá la contaminación ambiental generada por estos desechos.

Las características esenciales con las que debe contar un tablero para ser de gran utilidad en el área de la construcción y sobre todo tener probabilidades de un estudio más específico, son obtenidas mediante el ensayo de resistencia a la flexión, humedad y densidad. En distintos establecimientos realizan la venta de diversos paneles y aglomerados que ofrecen a los usuarios una importante gama de opciones para cada necesidad.

La importancia de este tipo de investigaciones es que día a día incentiva a más profesionales a interesarse en la obtención de materiales diferentes con el ánimo de mejorar los resultados alcanzados, a su vez se puedan incluir en el sector de la construcción y por otro lado tengan en cuenta el cuidado de nuestra naturaleza para que las nuevas generaciones logren vivir con respecto a su entorno natural.

Esta investigación contiene los siguientes capítulos que se especifican a continuación:

Capítulo I: Está compuesto del tema, planteamiento, formulación y sistematización del problema; también objetivos, justificación y delimitación del problema.

Capítulo II: se describe el marco teórico entre antecedentes, bases teóricas y marco legal.

Capítulo III: se estructura con la metodología, tipos y técnicas de investigación, adicional contiene un enfoque de la investigación, técnicas e instrumentos, población, muestra y análisis de resultados.

Capítulo IV: se define con el informe final de la propuesta, detallando el origen del proyecto; los materiales, equipos y herramientas que usaran para elaborar los prototipos con la descripción del proceso experimental para así obtener conclusiones y recomendaciones.

Y se culmina con las referencias bibliográficas y anexos.

CAPITULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción.

1.2. Planteamiento del problema

Es el banano uno de los principales productos que abarca las actividades económicas del país, pero su actividad agrícola produce una gran cantidad de residuos convirtiéndose en un problema que enfrentan los agricultores de banano para generar compostaje que servirá de abono para otras plantas; pero el pinzote es desechado en grandes cantidades en cada selección del producto, produciendo malos olores y afectando al medio ambiente debido a que es largo el proceso de degradación.

Los productores de banano se concretan en la provincia de El Oro que es la que contiene la mayor parte de pequeños agricultores; siendo el banano un recurso que después de pasar por un proceso de selección se pierde porque no se realiza una buena práctica en su disposición final es por ese motivo que se requiere aprovechar los residuos del pinzote del banano para así reducir la contaminación provocada por el proceso de putrefacción de la misma en un medio no adecuado y sobre todo prevenir los riesgos que estos presentan para la salud y seguridad de este sector.

En este aspecto, el pinzote de banano proporciona una gran cantidad de fibras naturales, que a pesar de que se han realizado varios proyectos de investigación aplicados en la elaboración de papel, artesanías, hormigón, etc., esto no ha sido suficiente para reducir los desechos orgánicos de las bananeras que se producen a diario sin embargo después de un tiempo pasa a ser un contaminante para el medio ambiente captando plagas de insectos que contaminan y generan enfermedades, incluso a los canales de riego ya que no cuentan con un medio adecuado para su degradación.

En la actualidad resulta indispensable poder generar productos que no ocasionen daños al medio ambiente, o más bien sean elaborados a partir de materiales o desechos que se puedan reutilizar con el fin de obtener un entorno más sostenible y sustentable. Esta nueva relación con el entorno hará que la población cree más consciencia sobre los beneficios

de vivir en un ambiente sano tanto en el presente como a futuro para que las generaciones venideras no encuentren devastado nuestro planeta.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo contribuirá en el sector de la construcción la elaboración de prototipos de tableros aglomerados al reutilizar el pinzote y la lignina de la planta de banano?

1.4. Sistematización del Problema

- ¿De qué manera podría afectar el pinzote y la lignina de la planta de banano en la fabricación de tableros aglomerados?
- ¿Cuál sería el proceso experimental para elaborar prototipos de tableros aglomerados a partir del pinzote y lignina de la planta de banano?
- ¿Cómo se podría aprovechar los desechos de banano que por ahora no son utilizados?

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Elaborar prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar las características de la planta del banano como desecho agrícola.
- Diseñar un molde para el prototipo.
- Determinar la dosificación de mezclas consiguiendo el prototipo ideal.
- Definir las características del nuevo producto por medio de pruebas mecánicas.

1.6. Justificación

En vista del gran desperdicio producido por la producción de banano, se desea implementar un material accesible con el medio ambiente en donde se utilice la fibra del pinzote y la lignina de la planta de banano para que a partir de la experimentación se pueda sacar provecho tanto de sus cualidades como ventajas que este material posee y que pueda adaptarse en diferentes ámbitos de la construcción garantizando su aplicabilidad.

Así mismo, se plantea la innovación del presente trabajo por una nueva técnica para elaborar tableros aglomerados que cumplan con las características de un tablero

tradicional a nivel de resistencia y facilidad para trabajar, así como un nuevo negocio considerando los factores como son: social, ambiental y económico, el cual es novedoso en el medio actual y a la vez incita y genera nuevos hábitos de consumo de productos ecológicos y renovables a base de residuos de banano.

La importancia de poder elaborar tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano crea una alternativa distinta y mucho más razonable, de esta manera se evita la continua tala de árboles que provoca deforestación y daño a nuestro planeta, causa que hasta ahora no ha podido ser controlada y mucho menos concientizada por las personas en general debido al aumento que tiene a diario la industria maderera.

Este proyecto puede ocasionar un impacto social al generar nuevas opciones que sean de utilidad para el sector agrícola. Los productores de banano obtendrán ingresos económicos por la venta de sus residuos agrícolas de las cosechas del banano y a su vez generan fuentes de trabajo.

1.7.Delimitación del problema

Campo:	Educación Superior /Pregrado
Área:	Ingeniería Civil
Aspecto:	Investigación Experimental, Descriptiva, Documental y Cuantitativa.
Tema:	Prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción.
Delimitación espacial:	Guayaquil
Delimitación temporal:	6 meses

1.8.Hipótesis

Con la elaboración de prototipos de tableros aglomerados a base de pinzote y lignina de la planta de banano, el sector de la construcción tendrá un nuevo producto con iguales o mejores propiedades que los tradicionales.

1.9.Línea de Investigación Institucional / Facultad.

Tabla 1. Línea de Investigación FIIC.

Dominio	Línea institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de Construcción

Nota: El presente cuadro describe las líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción.

Fuente: (FIIC, 2019)

Elaborado por: Murgueitio &Tomalá (2021)

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

2.1.Marco Teórico.

Según la indagación realizada por Natalia Delgado, planteó incluir un mecanismo útil e innovador que garantice la sostenibilidad y la aplicabilidad del desperdicio de la fibra del banano en nuevos proyectos experimentales, que disminuyen la contaminación ambiental. A saber, el prototipo de teja liviana a base del tallo del banano (pseudotallo), este se define por brindar características similares a la teja tradicional a nivel térmico, acústico y resistente, considerando el factor económico, ambiental y social. (Delgado, 2019).

Por otra parte, los autores Nixon Chumo y José Luis González proponen la manufactura de eco tableros de modo que sea una opción factible, con la finalidad de usar de residuos agroindustriales, y así crear materiales reutilizables para darle un mejor uso a los eco tableros, y así realizar los respectivos análisis y modelos para aplicarlos en comunidades del cantón Tosagua como El Junco, sector Monte oscuro donde hay una extensa cantidad de cultivos. (Zambrano & González, 2017).

Proyectos como el de la elaboración de tableros acústicos con uso en paredes de interiores, profundiza su estudio y sugiere usar un secado mecánico para lograr obtener el tablero en un menor tiempo, indicando además que la importancia de la investigación se fundamenta en promover la continuación de dicho estudio, respecto al uso de materiales reciclados, para obtener nuevos materiales para construcción, a su vez motivar el desarrollo de nuevos emprendimientos. (Hidalgo, 2017).

La propuesta que presenta la siguiente investigación es “Fabricación de prototipo de tablero para paredes en base de mezcla de viruta de madera, yeso y plástico Pet reciclado para viviendas de interés social; en sus análisis demuestra que la obtención de la materia prima fue fácil y menciona que su uso tuvo una buena adherencia, creándose un tablero compacto. Este prototipo fue elaborado para ser usado en exteriores.

Adicional mencionan que el presupuesto para elaborar este tipo de tablero es bastante amigable y de acceso para el público en general, ya que esto ayuda a que muchas personas se involucren y puedan desarrollar nuevos emprendimientos. (Machado, 2018).

Las autoras María José Cedeño García y Joisy Nicole Zamora de San clemente mencionan en sus conclusiones de su investigación, que la costa es el mayor productor de la planta de banano según datos de MAGAP (Ministerios de Agricultura Ganadería Y pesca) teniendo un 70,11%; también dan a conocer que los agricultores de la asociación FENAPROPE dentro de su producción pseudotallo de banano tan solo el 12% es vendido y el 53% lo dejan en las plantaciones y estos no le dan ningún tipo de solución para evitar la putrefacción. (Cedeño & Zamora, 2017).

Por otra parte la siguiente investigación manifestó que el aprovechamiento de los desechos de las plantaciones de banano para la obtención de material como es la fibra de banano no solamente depende de un tema de diseño sino más bien trasciende ya que implica otros campos de acción como son la economía, tecnología e ingeniería de materiales que brinden mayores datos sobre los beneficios de la fibra de banano teniendo en cuenta que es nuestro principal producto agrícola. (Tinajero, 2018).

Dentro de la síntesis de esta investigación indican que el raquis como subproducto en la obtención de cartón, proporciona mejores características tanto físicas como químicas, lo que se traduce a un cartón con baja absorción de agua a pesar de no poseer agentes encolantes, un gramaje promedio ideal de 1048,59, un espesor 2,5331mm, humedad de 13,11% aceptable, y además un pH de 7,81 que está dentro de los rangos que le confieren una vida útil larga y resistente, uno de sus mejores características es la resistencia a la absorción de agua. (Zamora, 2017).

Esta investigación señala que este tipo de fibra procedente del banano brinda oportunidades valiosas para mayores estudios, ya que permite conocer los componentes químicos de la planta de banano, tal como la investigación titulada “Caracterización química de la biomasa procedente de las hojas, pseudotallo, raquis y pseudopeciolo de la planta de banano y su relación con el poder calorífico; en este resalta resultados que indican cantidades aproximadas de lignina con contenido de raquis o pinzote de banano. (Palacios, 2016).

Tabla 2. Caracterización química de los desechos de la plantación de banano.

DESECHO DE BANANO	LIGNINA %	CELULOSA %	HEMICELULOSA %
RAQUIS O PINZOTE	9,85	30,6	15,7
PSEUDOTALLO	5,2	35,3	24,9
HOJAS	8,5	36,3	27,39

Nota: Mediante la siguiente tabla se puede visualizar el contenido de lignina, celulosa y Hemicelulosa de la planta de banano.

Fuente: (Palacios, 2016)

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

El Ingeniero de papel Juan Barbe Arrillaga autor del libro “102 recetas/las plantas y su papel.” publicado en el año 2017 menciona como están compuestas químicamente la fibra de celulosa presentando características de flexibilidad, insolubilidad en agua, hidrofílicas, resistentes a la tracción, son estables químicamente y son capaces de unirse entre sí; mientras que la lignina trabaja como un cemento natural siendo un polímero capaz de comportarse como un material termoplástico.

Este ingeniero también se apoya de tutoriales donde da a conocer todos sus conocimientos sobre el papel, el tipo de fibras que podemos utilizar, el proceso de cocción de filamentos de diferentes plantas y la extracción de la lignina de manera artesanal. (Barbe, 2017)

Los ingenieros de la Universidad de Delaware han desarrollado un material para producir adhesivos sensibles a la presión a la vez que reducen los desperdicios que llegan a los vertederos. Los adhesivos generalmente se crean a partir de un material a base de petróleo que no es bueno para el medio ambiente. Los investigadores encontraron que la lignina, una sustancia que ayuda a mantener los árboles fuertes, se puede utilizar para crear adhesivos sensibles a la presión y limitar el desperdicio de los vertederos. El adhesivo a base de lignina funciona tan bien como cualquier cinta del mercado.

La lignina es barata, abundante y una fuente sostenible. La lignina tiene una estructura similar a los polímeros derivados del petróleo que actualmente se utilizan para crear cintas y otros adhesivos. La madera de desecho que contiene la lignina polimérica natural se

transporta a un vertedero o se quema. Ambas opciones son dañinas para el medio ambiente. Los investigadores descubrieron que esta madera puede reciclarse en materiales pegajosos como adhesivos. En las Industrias que producen papel y pulpa también desechan grandes cantidades de lignina. (Insights.globalspec,Science Daily, 2018)

Dra. María Eugenia indica que el poder de los diferentes tipos de ligninas para ser usado en materias primas poliméricas ha tomado un tiempo de 30 años aproximadamente de investigación; teniendo una extensa reserva en su morfología aromática, así como la diversidad de cambios que se pueden realizar químicamente, y esto la hace llamativa e interesante para los investigadores o científicos en el área de los polímeros. A pesar de que, al usar la lignina en este ámbito es un reto por su compuesto esqueleto macromolecular, donde se conoce que es totalmente dependiente tanto del origen botánico como del procedimiento de aislamiento. (Taverna, 2016)

En otros países como Chile realizaron la investigación de “Bio-panel termo acústico resistente al fuego de acícula chilena” siendo la fibra la principal materia prima ya que se encuentra en abundancia en sus bosques, estos biopaneles se caracterizan por ser absorbentes del ruido debido a su composición porosa y además presentan una gama de cualidades para diseño interiores. (MADERA 21, 2019)

La recolección de acículas se dio en el lugar de San Pedro de la Paz, la misma cuenta con lugares muy boscosas y a partiendo de ello nace la idea de elaborar biopaneles termo acústicos que no sean tóxicos, más bien sea de gran contribución con el medio ambiente.

2.1.Marco Conceptual

2.1.1. Estructura física y composición química del pinzote de banano o raquis

La estructura del pinzote se encuentra constituida por diferentes secciones, cada una de ellas posee un nombre diferente, los mismos serán explicados a continuación:

Cáscara de banano: se caracteriza por tener alto contenido de taninos lo que transforma el sabor de la fruta a un astringente previo a la maduración.

Raquis: se conoce como el residuo que se origina de la cosecha de banano, se ubica en el racimo del fruto y sostiene parte de ellos, comúnmente este es un residuo que al acumularse se convierte en contaminante del medio ambiente. (Ayala, y otros, 2016)

2.1.1.1. Composición química del raquis de banano

De acuerdo con la composición química del raquis, este posee componentes de mayor porcentaje en comparación a la misma pulpa y cáscara, por lo cual este es considerado como uno de los productos con mayores beneficios, ya que posee fibra, vitamina y minerales, mediante la siguiente tabla se puede observar detalladamente:

Tabla 3. Composición de raquis o pinzote de banano.

Componente	Porcentaje
Celulosa	73,5 %
Hemicelulosa	6 – 8 %
Lignina	12,99 %
Cenizas	6 – 8 %
Características	8,7 %

Nota: La presente tabla demuestra la composición química del raquis o pinzote de la planta de banano; también podemos conocer el contenido de lignina que este material posee.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

2.1.1.2. Composición química de la cáscara del banano.

Siendo la cáscara de banano un producto con varias propiedades, este posee aproximadamente un 90% de almidón de azúcares en un periodo de 12 días post cosecha, en estado seco el azúcar disminuye a 14,6%, mientras que la cáscara en si alcanza un 13% en estado seco, adicional a ello se tiene que los componentes más importantes son la lignina que se encuentra presente en un 60% de su composición, la celulosa en un 25% y la Hemicelulosa solo un 15%. (More, 2019).

Con base en el porcentaje de cada componente, es posible indicar que cada uno de esto debe ser estudiado detenidamente, tal como describirá a continuación:

a) Banano

La planta de banano es uno de las siembras más cruciales para la extracción de productos alimenticios a nivel mundial, se trata de un monocultivo tropical, Herbáceo y perenne gigante por su disponibilidad a lo largo del año, perteneciente al grupo de familias *Musácea*, siendo su nombre científico del género *Musa* y especie *Paradisiaca*, el nombre varía de acuerdo al país: en Argentina, Colombia, Perú, República Dominicana, Uruguay y Puerto Rico se lo identifica como plátano; en Ecuador, Panamá y Colombia como banano y en Venezuela es llamado cambur, siendo en Ecuador el primer exportador de banano a nivel mundial por su calidad, posee una demanda constante de este fruto, esto ha incentivado el cultivo orgánico, lo que ha permitido la certificación orgánica de este producto, pues su disponibilidad es durante todo el año por lo que emplea fertirriego con Bioles, conocidos comúnmente como biofertilizante orgánicos. (Martínez, Cayón, & Ligarreto, 2016)



Figura 1 Plantaciones de plátano.

Fuente: (Historia del cultivo de platano o banano., 2017)

Variedades del Banano

Dentro de la diversidad de frutos, los bananos no son la excepción, por lo que estos poseen una amplia gama de tipos que dependen en gran medida de la zona geográfica donde se cultive y de acuerdo varían sus nombres, tal como se describe a continuación:

Gros Michel: Su nombre común es Michel, mide entre 3,3 a 5,3m, esta planta es grande y vigorosa con racimos pesados, frutos grandes de color verde amarillo. La característica más importante de este banano es de ser achatado por sus extremos gracias a esta particularidad es fácil de ser transportado y a su vez exportado a varios países; además, es resistente a la plaga “mal de Panamá”

Cavendish Enana: Su nombre común es enano o canarias, originaria de China, su fruto es de color amarillo oro, mide de 10 a 12 cm de largo, su pulpa es blanda y compacta de sabor dulce, gracias a estas características es el plátano de exportación. (Gómez, 2017).

Sector bananero ecuatoriano:

Es uno de los más destacados productos del sector económico del Ecuador, especialmente en la región costa siendo un generador de empleos, en el exterior es uno de los productos de importación primordiales. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura – (FAO), se proporciona una exportación de 6,64 millones de toneladas dando el 34,86% a nivel mundial que llegó en el 2018 a 19,20 toneladas dejándolo a Ecuador como el primer país exportador de este producto. Estadísticas del Banco Central del Ecuador (BCE) indicaron un incremento interanual del 1,4% en los que se destacaron el café, cacao y por supuesto el banano en un 7,3%.

Venta Local – Empresas de cultivo de banano.

Datos del Servicio de Rentas Internas (SRI) indican un incremento de ingresos en el año 2019 por \$28,4 millones de dólares en el país, las provincias con más venta local son: Guayas \$15,5 millones, Los Ríos \$7,5 millones, El Oro \$3,80 millones y las demás provincias \$3,4 millones.

Tabla 4. Ventas de cultivación vs ventas de comercialización del banano.

AÑO	VENTAS DEDICADAS A CULTIVACION	VENTAS DEDICADAS A COMERCIALIZACION
2016	63	389
2017	67	375
2018	33	381
2019	28	384

Nota: Esta tabla da a conocer las ventas cultivadas desde el 2017 al 2019 y las que se comercializaron.

Fuente: (Sanchez, y otros, 2020)

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá

Venta Local – Empresa comercializadora de banano.

El SRI – Servicio de Rentas Internas proyectaron un ingreso por 384,6 millones de dólares en el país en el año del 2019, además las provincias con mayor venta local son Pichincha 42%, Guayas 29,1%, Imbabura 5,1%, Manabí 4,6% y las provincias restantes un 14,2%.

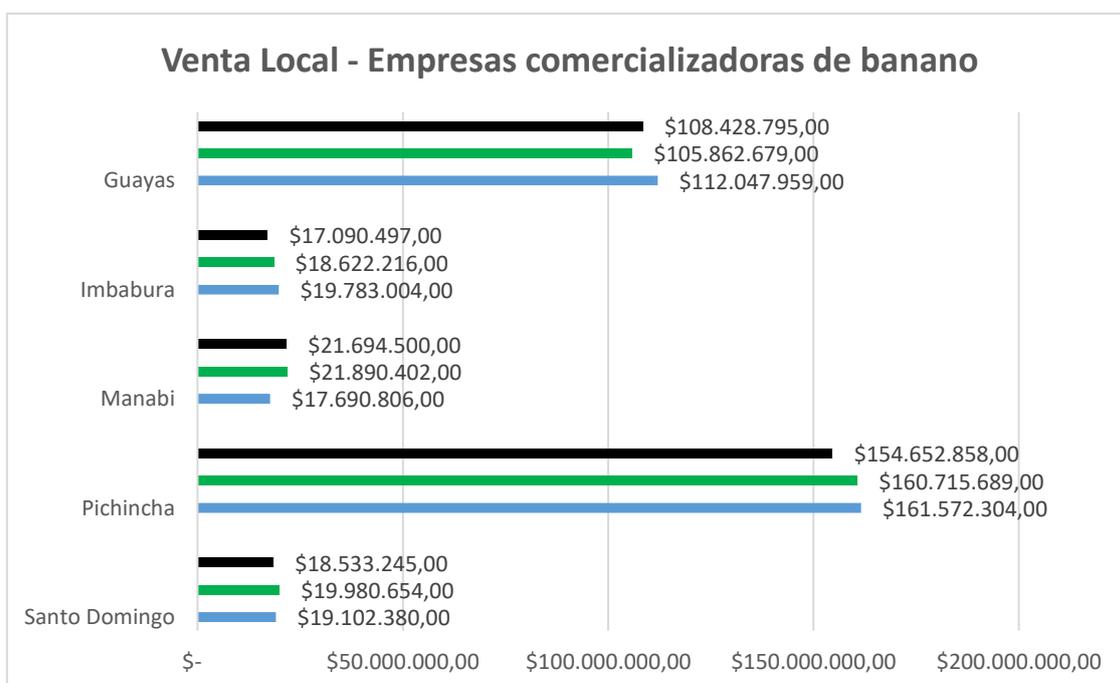


Gráfico 1: Venta Local en empresas comercializadoras comprendidas en los años 2017 - 2019.

Fuente: (Sanchez, y otros, 2020)

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá

Tabla 5. Principales mercados en el Exterior

<i>PAIS</i>	<i>PORCENTAJE %</i>
<i>Unión europea</i>	<i>29,8</i>
<i>Rusia</i>	<i>23,1</i>
<i>Medio Oriente</i>	<i>12,7</i>
<i>Estados Unidos</i>	<i>11</i>
<i>Cono sur</i>	<i>6</i>
<i>Asia oriental</i>	<i>7,7</i>
<i>Europa del este</i>	<i>5,4</i>
<i>África</i>	<i>2,9</i>
<i>Oceanía</i>	<i>0,4</i>
<i>EFTA</i>	<i>1</i>

Nota: Esta tabla describe los diferentes países que compran banano.

Fuente: (Sanchez, y otros, 2020)

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

b) Celulosa

Se conoce como homopolisacárido lineal, compuesto por unidades de glucosa unidas entre sí, este polisacárido se puede encontrar ampliamente en la naturaleza, tanto en plantas primitivas como en plantas complejas, es importante indicar que el tamaño de un polímero de celulosa o macromolécula de celulosa está definido por el grado de polimerización en una cadena simple, que en este caso supera valores de 10000, por ello estas microfibras elementales contienen regiones altamente ordenadas, formando cristales y regiones amorfas ya que dichas fibras son hidrofílicas. (Zambrano R. , 2018)

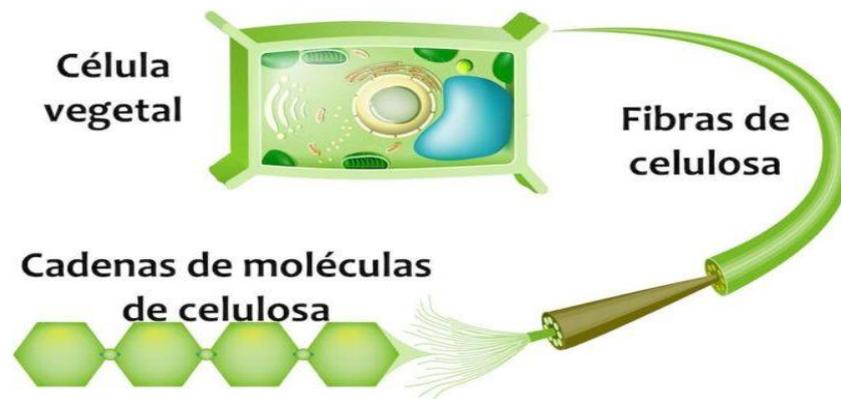
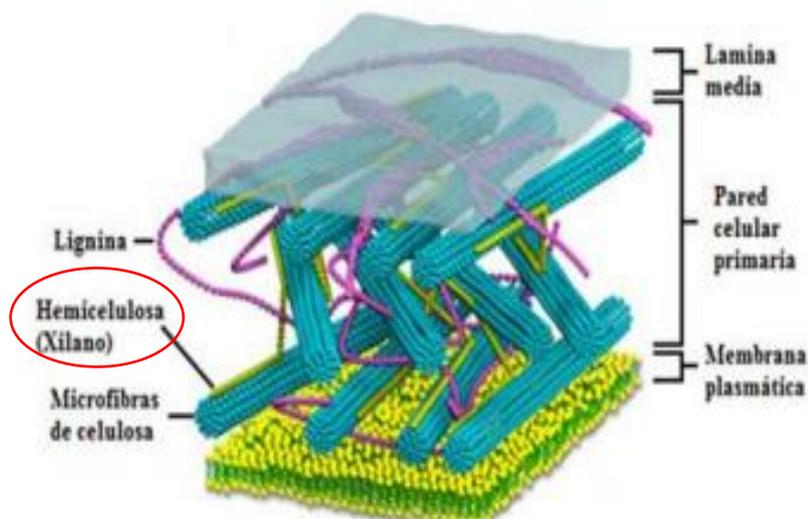


Figura 2. Función de la celulosa en ligamentos vegetales.

Fuente: (Concepto.de, 2020)

c) Hemicelulosa

Se consideran como hetero-heteropolisacárido vegetal, cuya naturaleza química varía entre especies, incluso entre diferentes tipos de célula dentro de la misma planta, su formación se crea a través de varios bloques de azúcares simples como, pentosas, hexosas y ácidos urónicos, según su composición pueden ser hidrofílicas o hidrofóbicas. (Atlas de Histología Vegetal y Animal, 2019)



*Figura 3 Estructura de una célula vegetal.
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)*

d) Lignina

Siendo definido como un polímero, este se encuentra ubicado mayormente en las paredes secundarias de las células y rara vez en las paredes primarias que provienen de las células de la propia planta al ser una sustancia que corresponde a la familia hidrofóbica esta se encarga de sustraer el agua que se sitúa en las paredes celulares, causando así una difusión de manera lateral que brinda un mejor desplazamiento longitudinal, lo que incide en la resistencia mecánica de los propios tejidos antes ataques de bacterias, debido a su composición este tipo de polímero se halla abundantemente en plantas lechosas, lo que lo convierte en el biopolímero más abundante en todo el planeta, secundado por la celulosa, sin embargo se habla de madera la lignina no es mucha por lo que esta disminuye. (Ordoñez & Sepúlveda, 2019)

Ventajas de la lignina

- Por ser de origen natural este es renovable.
- Su origen lo posiciona como el único polímero natural y además de ello se renueva de manera abundante y con aroma.
- Su estructura posee un gran conjunto de hidroxilos.

Dentro de los tipos de lignina que se encuentran, la lignina comercial que posee azufre, de las cuales se conoce la lignosulfonatos y lignina Kraft y la lignina sin azufre no comercial que se obtiene por medio del proceso de sosa, organosol y procesos derivados de la explotación del vapor, además de la hidrólisis de la propia biomasa, en cuanto a su aplicabilidad este es utilizado como copolímeros de resinas de los cuales se tiene el fenol-formaldehído y también el urea formaldehído, un segundo uso se tiene más como dispersante y a la vez emulsionante, por lo que se emplea en la fabricación de neumático, pesticidas e incluso en colorantes.

Por otro lado, también emplea la lignina en producción de resina como poliuretanos, poliésteres, resina epoxi y fenólica, para plastificantes en el grupo de la construcción se emplea con el hormigón o relleno de paneles aislantes, este tipo de polímero es tan diverso que su uso se incrementa cada día más pues también lo utilizan como antioxidante, secuestrante, carbón e incluso en las fibras de carbono.

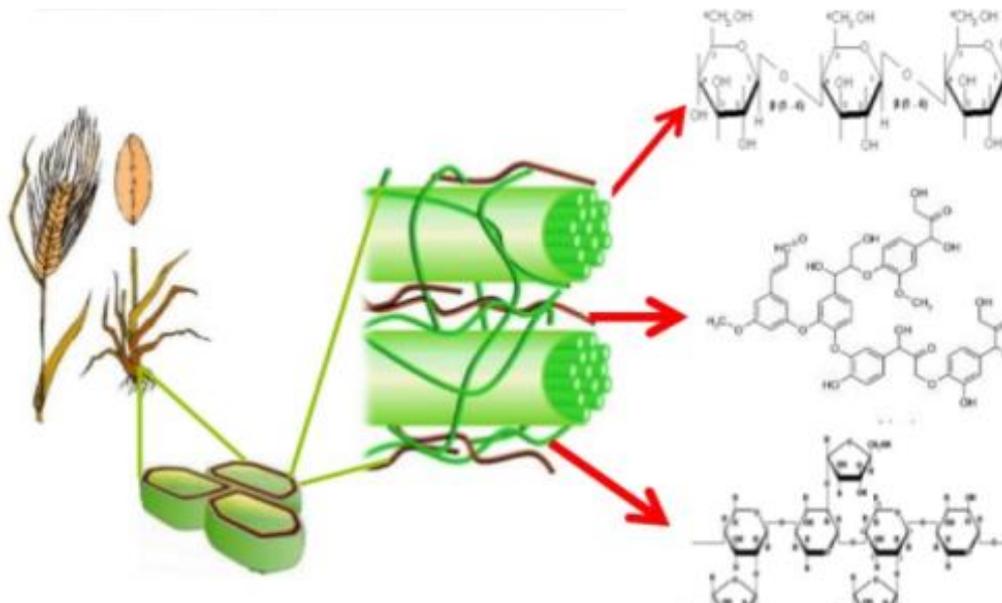


Figura 4: Estructura de la lignina

Fuente: (foresamb21, 2017)

2.1.2. Tableros Aglomerados

El aglomerado es el elemento básico que por excelencia en la industria del mueble se utiliza para la manufactura de los mismos sea cual sea, a través de sus características y las ventajas que posee en el área de construcción es posible utilizar estos tableros en divisiones, cielos rasos, puertas, cocinas, cerramientos de obra, pisos y escaleras, pues parte del privilegio de esta categoría de producto es que se elabora en forma de paneles, exhibidores y baffles e incluso con colocaciones tipo industriales siendo la madera el elemento fundamental, pues es preciso indicar que los tableros aglomerados o paneles son productos forestales, se obtienen mediante un procedimiento industrial y se presenta en el sistema de planchas constituidas de chapas, partículas o fibras. (FAO, 2016)

Estos tableros se forman de algunas capas de desechos de madera, las más grandes se colocan en el centro y las más pequeñas en la parte externa. Se mezclan con resinas para después ser presionadas y verificadas según el tiempo y la temperatura para que la superficie quede lisa y uniforme.

2.1.1.1. Características de los tableros aglomerados

- Poseen facilidad para trabajar y también para realizar actividades mecanizadas.
- Son estables y uniformes lo que permite que los acabados sean prolijos, sin embargo, esto puede cambiar si tiene contacto con algún elemento que le confiera humedad.
- Buena relación calidad – precio.
- Pueden cubrirse con diferentes productos. (Maderame, 2019)

2.1.1.2. Desventajas de los tableros aglomerados

- La resistencia es limitada en lugares húmedos por lo cual es aconsejable que se emplee en áreas secas o preferiblemente en zonas interiores.
- Dependiendo del tipo de material que se utilice para realizar el tablero es posible que la superficie no sea completamente lisa.
- Contienen formaldehído, químico que es nocivo para la salud de acuerdo con la cantidad de concentración, pues este se utiliza como un componente de adherencia al fabricar dichos tableros

- No pueden ser reparados
- Deben ser chapeados o canteados, esto es un proceso en el cual debe colocarse una chapa fija, la misma puede ser de plástico PVC u otro material en el canto de tablero posterior al corte. (Maderame, 2019)

2.1.1.3. Tipos de tableros aglomerados

Dentro de los diferentes aglomerados hay varios tipos y cada uno es diseñado con un fin específico, tal como se describe a continuación:

Tablero aglomerado de partículas - estándar: su composición es de partículas de madera y resinas sintéticas en su proceso se realiza el prensado a altas temperaturas y lijado al final su uso es básicamente en ambientes secos.



Figura 5: Muestra del espesor del tablero aglomerado estándar.

Fuente: (Gabarro, 2019)

Tablero aglomerado de partículas - hidrófugo: este tablero es diseñado para reaccionar frente a la humedad, su formación es igual al de los tableros estándar lo que la diferencia, es por su color verde en el espesor.



Figura 6: Tablero aglomerado hidrófugo.

Fuente: (Gabarro, 2019)

Tablero aglomerado de partículas – ignífugo: Su formación es mediante aditivos ignifugantes esto permite que el fuego tenga un proceso retardado y se lo puede identificar por su tonalidad roja. (Gabarro, 2019)



Figura 7. Aglomerado ignifugo.

Fuente: (Gabarro, 2019)

2.1.2. Fibras

Según a Real Academia Española (2021) describe a la fibra como la composición de tejidos orgánicos, animales o vegetales. Se puede decir que cualquier material compuesto al cual se le incorpora fibras mejora sus características, sus propiedades mecánicas y soportan cargas superiores ya que refuerzan su composición.

2.1.2.1. Clasificación de las fibras.

Las fibras se clasifican según su origen en dos grupos grandes: el primero se clasifica entre las fibras naturales, donde la materia prima es extraída de la naturaleza por la fuerza del hombre; estos a su vez se dividen en animales, minerales y vegetal. Las que provienen del animal son fibras proteicas que se conforman de glándulas y folículos como el pelo que más es usado en la elaboración de tejidos es la lana de oveja porque este material alcanza los 90cm y la seda es la fibra proteínica, insectos y arañas generan seda en sus abdómenes son de origen natural y alcanzan una longitud mayor a los 1000m.; por otra parte, la de origen mineral son inorgánicas pero su uso no es habitual debido a que contienen propiedades cancerígenas. Y por último tenemos la fibra vegetal, esta es obtenida de las frutas, hojas tallos que quedan como residuos en los cultivos.

Entre otras tenemos las fibras químicas las cuales son producidas artificialmente con materias macromoleculares obtenidas a partir de polímeros mientras que las fibras sintéticas se extraen de productos que provienen directamente del petróleo y están conformadas por polímeros de tamaño largo igual a los plásticos en su estructura.

Se han fabricado también fibras sintéticas para usos industriales como tejidos para chalecos antibalas, alas de aviones, aislantes, entre otros. Estas fibras sintéticas pueden fusionarse con ligamentos de carbono, silicio u otros elementos para obtener el aumento de dureza y alta resistencia a elevadas temperaturas.

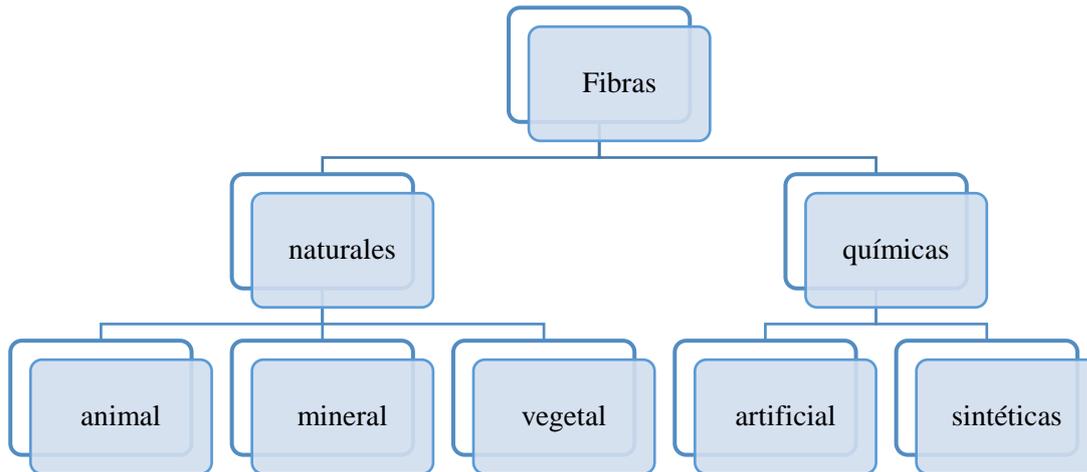


Gráfico 2: Clasificación de fibras.
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Fibra de Origen Vegetal

Este tipo de fibra son la unión de filamentos que tienen buena resistencia mecánica y su contenido principal es la celulosa y la lignina, estas brindan características de sostén en las plantas. Con el pasar de los años estas fibras se han vuelto de gran importancia para el desarrollo de la población. Estas fibras han servido para fabricar vestimenta, diversos artículos para el hogar.

En sus inicios, el hombre extraía las fibras tan solo quitando la corteza o raspando el tallo; sin embargo, estos materiales solo permitían la producción de productos rugosos, duros y mal acabados; Hoy en día, el uso de fibras vegetales son el segundo conjunto mercantil más importante después de los cereales, ya que su cultivo, procesamiento y venta emplea a muchos individuos en la sociedad. (Conabio, 2020)

Se debe considerar que la vida útil de algunas de estas fibras es limitada como, por ejemplo, las tiras de las hojas, las fibras de cáscara de los frutos. La versatilidad de las

fibras permite generar productos como tejidos de buena calidad, otro uso importante es en la elaboración de papel de diferentes tonalidades y texturas.

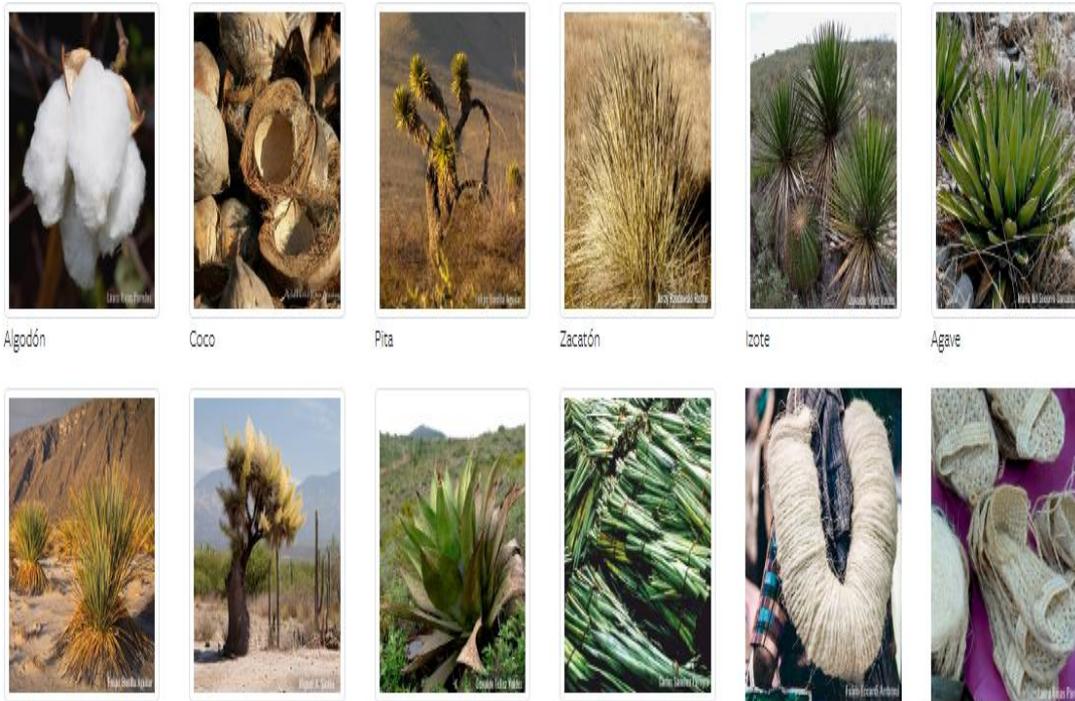


Figura 8: Diferentes fibras de origen vegetal.

Fuente: (Conabio, 2020)

2.1.3. Aserrín

El aserrín o Serrín es un derivado de la madera producto de los procesos a lo que es sometido dando como resultado un desecho de diferente tamaño y color. Este producto se ha utilizado en diferentes materiales de innovación como fabricación de artesanías, tableros MDF, manualidades entre otras.

El aserrín, aunque no se menciona dentro del tema principal, es uno de los materiales que se también se conoce como desperdicio o desecho de la madera.

Su composición es principalmente fibras de celulosa unidas con lignina, presentan propiedades como:

- Forma: Partículas medianamente gruesa de formas irregulares.
- Tamaño: Partículas menores de 3mm.
- Aspecto: Rugoso, el color depende de la especie de madera.
- Humedad: Tiene un contenido de humedad del 15,5%.
- Resistencia: será máxima cuando sea igual a la fibra.
- Flexibilidad: la madera puede ser doblada por medio calor, presión o humedad.

- Dureza: varía según el tipo de madera y tiene relación directa con la densidad. Si la humedad es elevada la dureza baja.
- Densidad: depende del contenido de agua dividida en densidad aparente está dada por los poros de la madera mientras que la densidad absoluta es determinada por la celulosa. Presenta una densidad aparente de 167 kg/m³.
- Conductividad Térmica: La madera en estado seco está conformada por pequeñas burbujas de aire y esto genera un aislante calorífico. (Barrera, 2016)

2.1.3.1. Aserrín - Características generales

Algunas de las características primordiales según (Serret, Giralt, & Quintero, 2016) son:

- El poder calorífico del aserrín se relaciona con la densidad, ligninas y otros extractos de madera.
- Las fibras celulósicas del aserrín están compuestas de lignina.
- El 15 % de volumen de aserrín corresponde a madera procesada.



Figura 9: Diferente colocación de aserrín según el tipo de madera.

Fuente: (Barrera, 2016)

Obtención del aserrín

El aserrín es obtenido mediante cortes de diferentes tipos de maderas, su explotación se genera en varias industrias sobre todo cuando realizan la actividad de tala de árboles, elaboración de muebles, fabricación de tableros de todo tipo y quienes están en riesgo por

exposición es la mano de obra directa, porque son los que realizan el corte, triturado y lijado de la madera.

La madera debe ser procesada mediante cortes transversales y longitudinales obteniendo las virutas que son almacenadas acorde a su especie, diámetro, longitud y uso final.



Figura 10: El aserrín en la actividad de tala de árboles.
Fuente: (Freepikcompany, 2020)

Usos del aserrín en las diferentes Industrias.

Actualmente el aserrín cuenta con diferentes usos los cuales son:

La agricultura: Se usa para la elaboración de compost, relleno sanitario para animales, de uso ganadero, también como abono y fertilizante para plantaciones.

La industria: Sirve como materia prima en la fabricación de hojas de papel,

La construcción: el aserrín obtenido de las industrias es usado para fabricar aglomerados y conglomerados. (Rios, 2016)

2.1.4. Adhesivos o aglomerantes.

Los adhesivos o aglomerantes son materiales que pueden contener poliuretanos, vinil, neoprenos y líquidos como el agua para que se pueda usar en diferentes superficies y así lograr óptimos resultados, se debe colocar adhesivos según sea la necesidad realizando aplicaciones adecuadas teniendo en cuenta tiempos y temperaturas.

- a) **Adhesivos sintéticos:** su composición a base de polímeros resultante del petróleo como, por ejemplo: pegamento de polivinil, colas de poliuretano, pegamento de caucho sintético, entre otros.

- b) **Adhesivo de proveniencia vegetal:** está constituido con féculas, este adhesivo se caracteriza por ser extraído de recursos naturales, además fue el primer pegamento descubierto y que se usó en el pasado.
- c) **Formaldehidos adhesivos:** este tipo de aglomerante está elaborado a base de reacciones formaldehídicas como fenol, urea, melanina o la unión de todos.
- d) **Poliésteres:** se caracteriza por ser de bajo costo y rápido secado ya sea al calor o a temperatura ambiente. (Verdezoto, 2016)
- e) **Goma blanca Timerman:** es un pegante de polímeros sintéticos, de secado rápido, alta resistencia mecánica y su proceso de encolado puede ser en frío. Este material tiene un aspecto espeso líquido blanquecino. Una de sus principales ventajas no es inflamable, de bajo olor, su pH comprende entre 7,5 y 8; por lo que no es toxico. Este material tiene buena resistencia a la adherencia, rigidez, dureza, flexibilidad. (edimca, 2019)



*Figura 11: Presentaciones de goma Timerman marca Edimca.
Fuente: (edimca, 2019)*

2.1.5. Procesos de encolados para Tableros aglomerados

a) En frío:

Se produce mediante la unión de varias laminas que contengan hasta un 15% de agua y estas son secadas mediante aire caliente y luego se coloca el pegante generando presión por medio de prensas manuales o hidráulica.

b) En caliente:

Se mezclan las fibras en altas temperaturas aplicando presión con prensas tipo hidráulicas. Estos tableros mediante este método son fabricados en menor tiempo con relación aproximada de 1 minuto por milímetro de espesor del elemento.

c) Húmedo:

Este tipo de tablero se elabora con la materia prima en estado húmedo, dentro de sus características es factible en el ámbito económico, pero en los resultados de los ensayos mecánicos suelen ser bajos porque disminuye la goma en los tableros y por la humedad que presenta tienden a deformarse.

d) Seco:

Consiste en la forma más eficiente de aglomerar porque se genera usando colas líquidas, además el cuerpo del tablero permite el secado hasta que la humedad disminuya al 12 %. (Verdezoto, 2016)

2.1.6. Hidróxido de sodio.

El (NaOH) hidróxido de sodio o también conocido como sosa caustica o lejía, es un elemento altamente variable que se usa en diferentes procesos de fabricación. Esta sosa caustica es un subproducto de la producción de cloro.

Esta lejía se usa para la creación de muchos productos de uso cotidiano, como aluminio, papel, artículos de limpieza.

En varios procedimientos de fabricación de papel, la madera es tratada con sulfuro de sodio e hidróxido de sodio, eso contribuye a disolver la gran parte de materia no deseada en la madera y se genera la celulosa parcialmente pura, que muestra la base del papel. En el tratamiento de reciclaje de papel, la sosa caustica se la requiere para desprender la lignina de los ligamentos del papel y esto ayuda a la reutilización de las fibras. (American Chemistry Council., 2020)



Figura 12: Presentación del Hidróxido de sodio en forma líquida.

Fuente: (Cloruro de Sodio, 2018)

2.1.6. Agua

El agua es el líquido vital más cuantioso del planeta a tal punto que contiene el 70% presentándose en estado sólido, líquido o gaseoso. Sus características principales son de color transparente, sin olor ni sabor; su composición química está dada por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno. (Significados, 2018)



Figura 13: Agua

Fuente: (Significados, 2018)

2.1.7. Otros conceptos

Molde: Se denomina recipiente o instrumento donde se coloca la mezcla húmeda o blanda que al momento del secado esta toma la forma de la pieza. (Powered by OXFORD LEXICO, 2021)



Figura 14: Molde
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Prototipo: Se define como la representación pequeña del diseño de un producto para seguir experimentando y explorando sus usos. Los prototipos son modelos mas no el producto final. (Universia, 2016)

Materiales de construcción eco amigables: Son insumos generados por ciertas industrias que sirven con materias primas para construir viviendas sin ocasionar un gran impacto ambiental que perjudique al ecosistema. La idea es cuidar el medio ambiente por eso muchas personas han reflejado sus ideas en nuevos proyectos para la construcción siendo los siguientes materiales más usados entre ellos tenemos: bambú, madera, hempcrete, pintura ecológica, paneles sustentables y vidrio. (Masisa lab, 2019)

Prensado: Es la definición de apretar o comprimir una cosa mediante equipos o herramientas.

2.1.8. Parámetros físicos para tableros aglomerados

2.1.8.1. Densidad

Los tableros fabricados con partículas por ejemplo aserrín pueden presentar densidades comprendidas entre 600 – 680kg/m³.

Por otro lado, tenemos los tableros de fibras estos se clasifican en HDF, DM o MDF y LMF.

Los paneles de fibras (HDF) tienen una densidad comprendida entre 850 kg/m³ y 1200 kg/m³.

El tablero de fibras de media (DM o MDF) presentan densidades entre 500kg/m³ y 850kg/m³.

Y por último tenemos los tableros de baja densidad (LMF), este material tiene densidades menores a 500kg/m³ (Maderea Marketing, 2016)

2.1.8.2. Humedad

La humedad suele estar entre el 5 y 13% para tableros elaborados con partículas mientras que para tableros DM o MDF estas poseen humedades de 4 al 10%.

2.1.9. Parámetros mecánicos para tableros aglomerados.

2.1.9.1. Compresión

Mediante este ensayo se determina la carga máxima de compresión y se detiene la carga cuando la muestra presente cualquier indicio o daño como por ejemplo fisura, grietas, roturas entre otros.



Figura 15: Ensayo de compresión.
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

2.1.9.2. Flexión

Se determina la carga máxima de resistencia a la flexión mediante tres puntos: 1 soporte que aplica la carga y 2 soportes de apoyo; este ensayo se detiene cuando se originen rotura en condiciones de flexión.



Figura 16: Ensayo de flexión.
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

2.1.9.3. Penetración

La dureza se trata de la resistencia que la muestra presenta a la penetración de otro; es una medida para verificar si los tableros soportan desgaste o raspaduras, y a su vez un parámetro de cuán difícil puede ser el material para clavar o serruchar.

Método conocido como dureza Janka usado en maderas y con ello se puede saber la fuerza capaz de penetrar un tablero aglomerado. Su unidad de fuerza es (LBF, N).

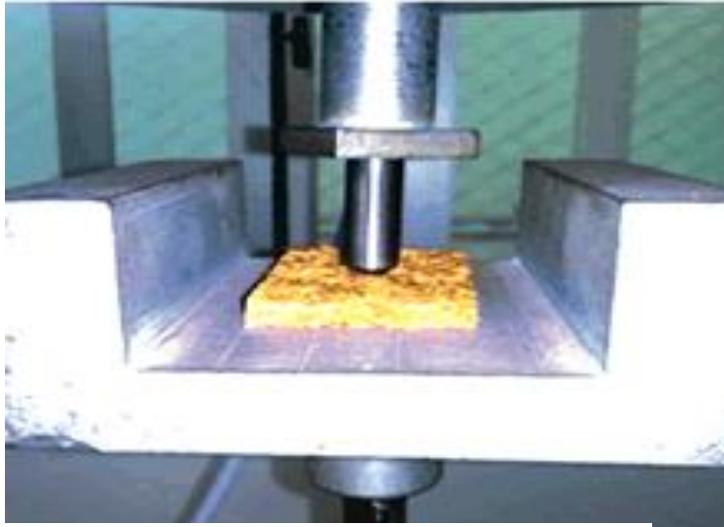


Figura 17: Ensayo Penetración

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

2.2. Marco Legal

En este apartado, se podrá identificar diferentes leyes, artículos y /o norma que se involucra con el tema de estudio para que de esta manera se pueda ejecutar el desarrollo practico bajo los requerimientos necesarios del mismo.

2.2.1. Leyes

2.2.1.1. Constitución del Ecuador (2008)

Siendo la constitución la máxima ley, de este se considera los siguientes artículos:

Art 334: numeral 3: señala “Impulsar y apoyar el desarrollo y la difusión de conocimientos y tecnologías orientadas a los procesos de producción”

Art 337: indica lo siguiente “El Estado promoverá el desarrollo de infraestructura para el acopio, transformación, transporte y comercialización de productos para la satisfacción de necesidades básicas internas, así como asegurar la participación de la economía ecuatoriana en el contexto regional y mundial a partir de una visión estratégica”; por lo tanto, este estudio este sujeto a las políticas planteadas y a la normativa legal ecuatoriana.

Título II: Derechos, Capítulo segundo “Derecho del Buen Vivir”

Sección segunda “Ambiente Sano”

Art 14: indica “se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kaqwsay*”.

Título VII “Régimen del Buen Vivir”, Capítulo primero “Inclusión y equidad”

Sección octava “ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales”

Art 385: literal 3 indica “desarrollar tecnologías e innovación que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad y contribuyan a la realización del buen vivir”.

Título V “Organización Territorial del Estado”, Capítulo cuarto “régimen de Competencia”.

Art. 264: numeral 12 señala “Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentran en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras”

Dentro de la planificación del buen vivir, se plantea la estrategia de transitar de una economía basada en recursos naturales finitos, hacia una economía sustentada en recursos infinitos, esto es la generación y el desarrollo de recurso que permitan sustentar y sostener una economía con nuevos productos, no solo limitar a los que actualmente el Ecuador genera; sino fomentar nuevas ideas de desarrollo.

2.2.1.2. Protección del medio ambiente (2018)

Capítulo V “Instrumentos de aplicación de normas ambientales” Art.33 establece como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento.

Capítulo III “La naturaleza sujeta de derecho(s).” Art.83 dice “Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la constitución y la ley: respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible”. (Constituyente, 2008)

2.2.2. Normas técnicas

2.2.2.1. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 896. Tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (MDF). Determinación del contenido de humedad.

La norma establece el método para determinar el contenido de humedad de los tableros y el porcentaje del contenido de humedad CH, de cada probeta, calculando lo más aproximado a 0,1%, con la siguiente formula:

$$CH = \frac{m_0 - m_1}{m_1} \times 100$$

m_0 = masa de la probeta antes del secado, en gramos;

m_1 =masa de la probeta después del secado, en gramos.

2.2.2.2. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 899. Tableros de madera aglomerada, determinación de hinchazón y absorción de agua por inmersión total.

Señala un método para que se pueda determinar la hinchazón y absorción de agua por inmersión total de tableros de madera aglomerada. Las probetas de ensayo son de forma rectangular de 150mm x 200mm de lado, con sus lados lisos, sin protección y las esquinas cortadas a escuadra y con una superficie mínima de 25 cm²; luego de establecer el equipo necesario (calibrador y recipiente con agua) se enumeran las especificaciones de las probetas, el procedimiento consiste en determinar el espesor de cada probeta antes y después de la inmersión en agua limpia a temperatura y presión ambiente en tiempos de 2 y 24 horas; las probetas deben estar superadas unas de otras, los bordes superiores de las probetas deben estar por debajo del nivel de agua.

La determinación del porcentaje de hinchamiento se lo realiza con la fórmula:

$$Ht = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

HT: Hinchamiento

T1: Espesor de probeta previo a inmersión.

T2: Espesor de probeta luego a inmersión.

2.2.2.3. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 900. Tableros de madera aglomerada.

Requisitos

Esta norma define los requisitos mínimos que deben cumplir los tableros para efectos de certificación

Luego de un marco de definiciones, la normativa establece una clasificación de tableros de madera:

Tipo I: Exterior a prueba de agua y para usos marinos.

Tipo II: Para uso en interiores.

2.2.2.4. Norma ecuatoriana de construcción – NEC-SE-MD – ESTRUCTURAS DE MADERA.

Esta normativa habla sobre los esfuerzos admisibles para la madera y se puede usar como referencia ya sea para madera seca o húmeda. En este capítulo se presenta un cuadro con valores de esfuerzos en Mpa, pero es necesario transformarlos a Kg/cm², esta será la unidad de medida a utilizarse.

Tabla 6. Esfuerzo Admisible

Grupo	Compresión	Flexión
	kg/cm ²	kgf
A	40	210
B	28	150
C	15	100

Nota: La siguiente tabla describe los esfuerzos admisibles permitidos por la norma NEC-SE-MED-ESTRUCTURAS DE MADERA.

Fuente: (Peña, 2016)

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

2.2.2.5. Normativa internacional

a) Normalización española 2010 UNE-en 12871:

Establece los parámetros vinculados en la creación de tableros derivados de la madera, así como especificaciones y requisitos de los tableros estructurales para su utilización en forjados, muros y cubiertas.

b) Normalización española 2010 UNE-en 312:

Esta norma contempla los datos que debe considerar para tableros de partículas.

c) Normalización española 2010 UNE-en 310:

Se basa en los tableros derivados de la madera y la determinación del módulo de elasticidad en flexión y de la resistencia a la flexión.

d) Normalización española 2010 UNE-en 319:

Se fundamenta en tableros de partículas y tableros de fibras, de manera que se determine la resistencia a la tracción perpendicular a las caras del tablero.

e) Normalización española 2010 UNE- en 323

Se ajusta a la creación de tableros derivados de la madera y por ende a la determinación de la densidad.

f) Normalización española 2010 UNE- en 322

Se basa en tableros derivados de la madera y la determinación del contenido de humedad.

g) Norma internacional – ASTM D1037-12 – Ensayo de Tensión

Esta norma permite identificar las propiedades básicas de los materiales que se hallan en paneles de fibra y/o partículas, dentro de este ensayo se evalúa las propiedades físicas, su envejecimiento, su tensión paralela a la superficie, así como perpendicular a la superficie, incluso su flexión es estática y humedad.

h) Norma técnica colombiana – NTC 2261 – Madera. Tablero de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales.

En esta norma se expresa que el módulo de ruptura (MOR) se expresa en N/mm², pero en esta investigación las unidades serán kg/cm². Y se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$MOR = \frac{3 * P * L}{2 * a * e^2}$$

Mor: módulo de rotura

P= carga aplicada

L= distancia entre los apoyos

a= ancho de la probeta

e= espesor de la probeta

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología

En este apartado, se podrá conocer los diferentes aspectos que se involucran con la metodología de esta investigación, dentro de los cuales se tienen el tipo, el enfoque, las técnicas y herramientas que se involucra con este estudio, de manera que se pueda dar mayor comprensión al proceso práctico del cual se plantea el objetivo general.

Una vez realizado el estudio de la materia prima como es el la fibra y lignina del pinzote de banano para la fabricación de prototipo de tablero aglomerado se menciona que investigación se debe usar para este el procedimiento de elaboración del tablero aglomerado. Es decir, se inicia realizando una selección de la forma de la fibra y los aglomerantes que se usaran en conjunto para obtener un buen producto, para analizar los prototipos se usara el método deductivo.

- El método deductivo: se enfoca en la formación de teorías nuevas, por lo general y permite que la conclusión sea válida. (Significados, 2019). Mediante este método podemos dar a conocer que se puede aprovechar los desechos de pinzote de banano y lignina para la obtención de nuevos productos.

3.2. Tipo de Investigación

3.2.1. Investigación experimental

El diseño de la investigación direcciona la categoría a la cual pertenece, de esta manera se puede conocer de forma clara como será desarrollado tal estudio, para este caso en particular, esta búsqueda es de carácter experimental, así lo explica (Arias, 2016) al indicar “Un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente) se denomina investigación experimental” (pág. 34). Mediante esta averiguación se utilizó el pinzote y la lignina proveniente de la planta de banano, esto con el fin de obtener una mezcla que pueda emplearse en lo que respecta a la elaboración de un tablero.

3.2.2. Investigación Documental

Este trabajo de investigación se analiza con una investigación documental, mediante la búsqueda de otros proyectos que contenga las mismas características en este caso que

se haya utilizado fibra de planta de banano y la lignina. Así como también se puede utilizar otros recursos como libros, artículos de revistas que brinden un aporte a la bibliografía.

3.2.3. Investigación Descriptiva

A diferencia de otras investigaciones, la investigación descriptiva se caracteriza por no cambiar o alterar ninguna de las variables, definiendo únicamente lo que se plantea (Mejia Jervis, 2020).

3.2.4. Investigación Cuantitativa

Es un tipo de investigación, en la que se utiliza procedimientos numéricos y estadísticos con el fin de obtener información según (Sanchez H; Reyes C & Mejia K., 2018) por ejemplo, la encuesta realizada para contabilizar datos mediante preguntas que fueron contestadas según la escala del Likert.

3.3. Enfoque

3.3.1. Cuantitativo

En concordancia con la investigación desarrollada y los objetivos plantados, el punto de vista al cual pertenece este, es cuantitativo, esto se debe a la mejora a la recolección de datos y por ende el tratamiento que se aplicó para obtener las debidas mediciones numéricas. Fernández, Baptista, & Hernández (2014) señalan “El método de recolección de datos es para determinar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el propósito de establecer patrones de comportamiento y comprobar teorías” (pág. 4). La particularidad a la cual corresponde este enfoque permitió recabar datos que posterior a su análisis señalara las propiedades físicas y mecánicas del tablero hecho a base de lignina y pinzote de banano.

3.4. Técnica e instrumentos

Para este apartado se usará la técnica de la encuesta que es la recolección de datos para obtener resultados de las diferentes opiniones que tienen los encuestados por el tema de Prototipo de tablero aglomerado a base de pinzote y lignina a base de pinzote y lignina de la planta de banano para el sector de la construcción.

Se preparó la encuesta que contenga preguntas apropiadas para recaudar la información necesaria de esta muestra, fue de carácter anónimo, consto de 10 preguntas

con las que se pretendió promover la capacidad crítica de los fabricantes y usuarios respecto a los desperdicios producidos por el pinzote y la lignina de la planta de banano.

Los criterios bajo los cuales se manejó la Encuesta son de la Escala de frecuencia Likert:

5= Totalmente de acuerdo

4= De acuerdo

3= Ni de acuerdo ni en desacuerdo

2= En desacuerdo

1= Totalmente en desacuerdo

3.5.Población

De acuerdo con esta investigación es preciso indicar que la población de este estudio se ve involucrada con el pinzote, proveniente de la planta de banano, esto con el propósito de identificar las propiedades químicas y físicas.

En este trabajo se propone analizar como población, según censo del INEC 2017, el total de ciudadanos que habitan en el Ecuador, que como resultado del estudio da 16776977 pobladores. Cabe decir que de este total 8 303 168 personas habitan en la costa, 7 504 942 individuos residen en la sierra, 98 547 habitantes viven en el oriente y 36 890 ecuatorianos en la región insular.

3.6.Muestra

La muestra es una pequeña porción que representará a la población. El cálculo de la muestra se realiza con la posterior fórmula estadística elaborada por Murray y Larry en el 2005:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

N=	Población =	16776977
P=	Probabilidad de éxito =	0.50

Q=	Probabilidad de fracaso =	0.50
P*Q=	Varianza de la Población =	0.25
E=	Margen de error =	5.00%
NC (1- α) =	Confiabilidad =	95.00%
Z=	Nivel de Confianza =	1.96

$$n = \frac{16112016,6}{41943,4004}$$

$$n = 384 \approx 385$$

Por ser una tesis experimental la muestra va dirigida a empresas fabricantes de tableros aglomerados que hacen la fabricación del producto y a usuarios que la utilizan; se realizará muestras aleatorias a 385 individuos.

3.7. Análisis de resultados

ENCUESTA DIRIGIDA A PROFESIONALES DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCION, FABRICANTES Y USUARIOS.

Pregunta 1.-

¿Cree usted que existan materiales orgánicos que puedan ser reutilizados para la elaboración de tableros aglomerados?

Tabla 7. Resultados de la encuesta - pregunta #1

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
265	45	47	7	21	385
68,8%	11,7%	12,2%	1,8%	5,5%	100%

Nota: En la tabla 7 se describe los resultados de la pregunta 1 realizada a los encuestados.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

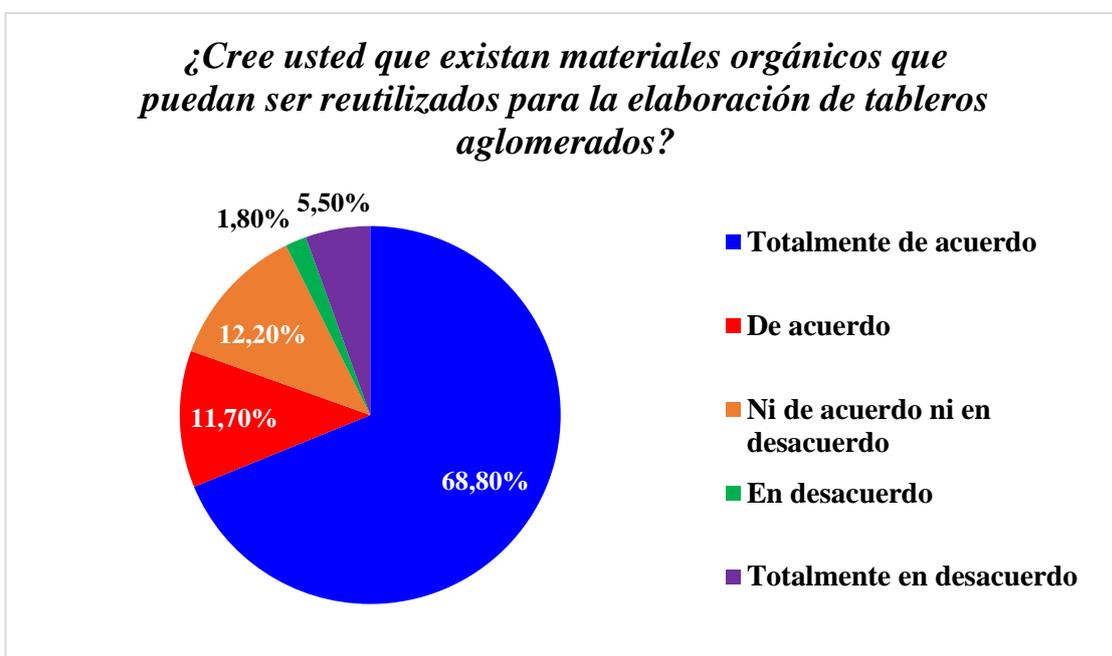


Gráfico 3: Primera pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: siendo esta la información obtenida el 68,8% está totalmente de acuerdo, el 11,70% está de acuerdo, el 12,20% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 1,80% de encuestados está en desacuerdo y por último el 5,5% está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 2.-

¿Piensa usted que los desechos de materiales orgánicos contaminan al medio ambiente?

Tabla 8. Resultados de la encuesta - pregunta #2

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
258	26	29	17	55	385
67%	6,8%	7,5%	4,4%	14,3%	100%

Nota: Mediante la tabla #8 se describe los resultados de la pregunta 2 de la encuesta.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

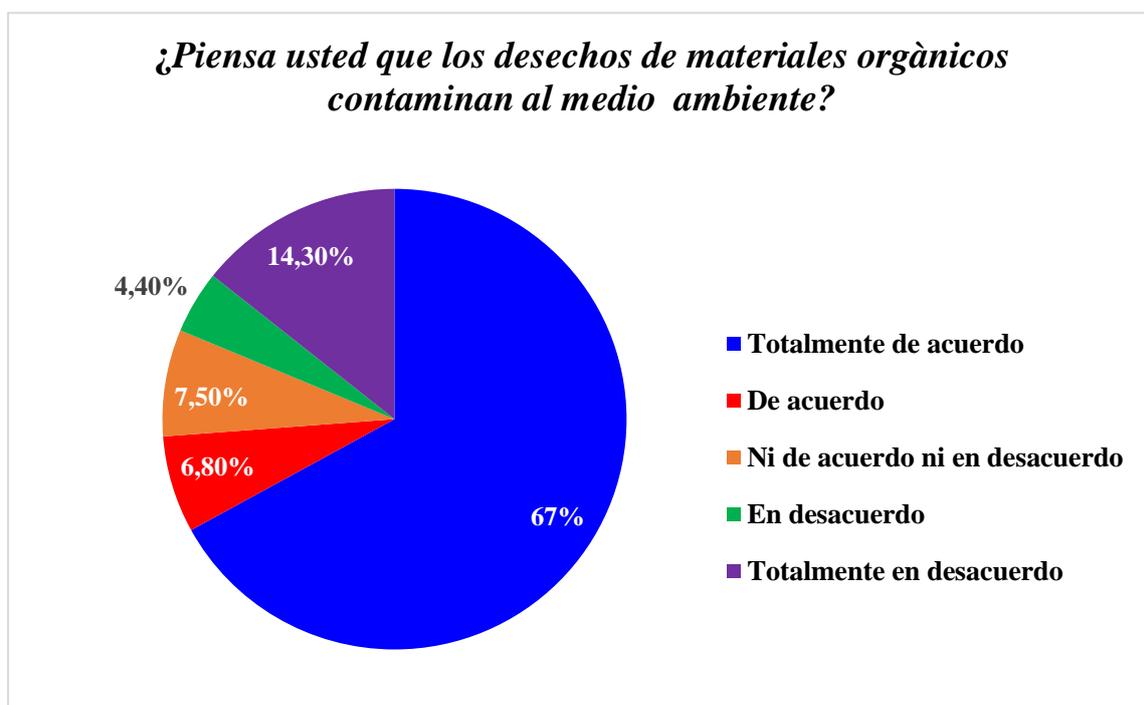


Gráfico 4: Porcentajes – segunda pregunta - encuesta.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: Las encuestas determinaron como un total 258 encuestados, que están totalmente de acuerdo y eso equivale al 67%, el 6,8% están de acuerdo, el 7,5% están ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 4,4% está en desacuerdo y finalmente el 14,30% totalmente en desacuerdo.

Pregunta 3.-

¿Considera usted que la fibra de pinzote de banano serviría para fabricar un tablero aglomerado?

Tabla 9. Resultados de la encuesta - pregunta #3

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
259	43	43	19	21	385
67,27%	11,17%	11,17%	4,94%	5,45%	100%

Nota: En esta tabla se reflejan los resultados de la pregunta 3 realizada a los encuestados.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

¿ Considera usted que la fibra de pinzote de banano serviría para fabricar un tablero aglomerado?

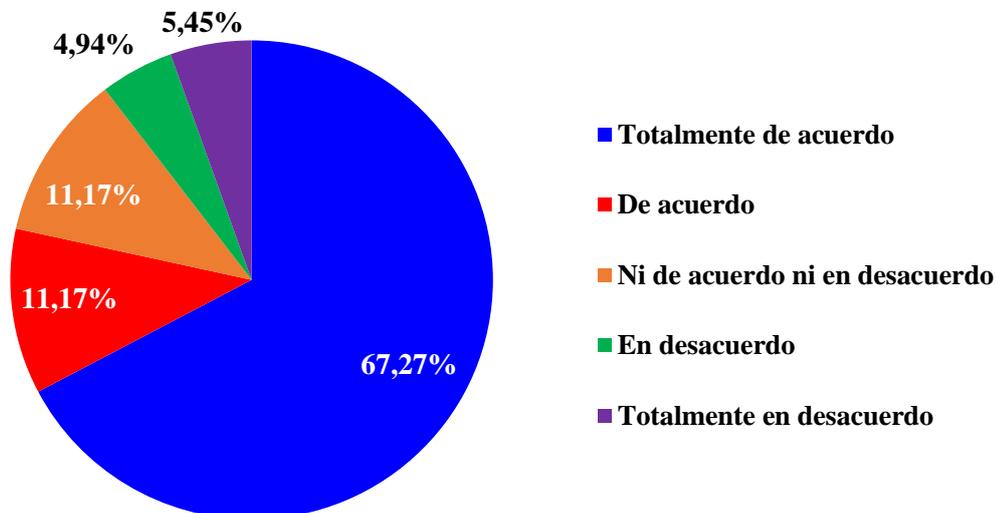


Gráfico 5: Datos de la pregunta tres de la encuesta.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: El 67,27 % de encuestados está totalmente acuerdo, los ítems de acuerdo y ni de acuerdo ni en desacuerdo tienen el mismo porcentaje de 11,17%, el 4,94% está en desacuerdo y el 5,45 % totalmente en desacuerdo.

Pregunta 4.-

¿Estaría dispuesto a comprar un tablero aglomerado a base de fibra y lignina del pinzote de banano?

Tabla 10. Resultados de la encuesta - pregunta #4

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
263	46	43	12	21	385
68,3%	11,9%	11,2%	3,1%	5,5%	100%

Nota: En la tabla #10 se describe los resultados de la pregunta 4 realizada a los encuestados.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

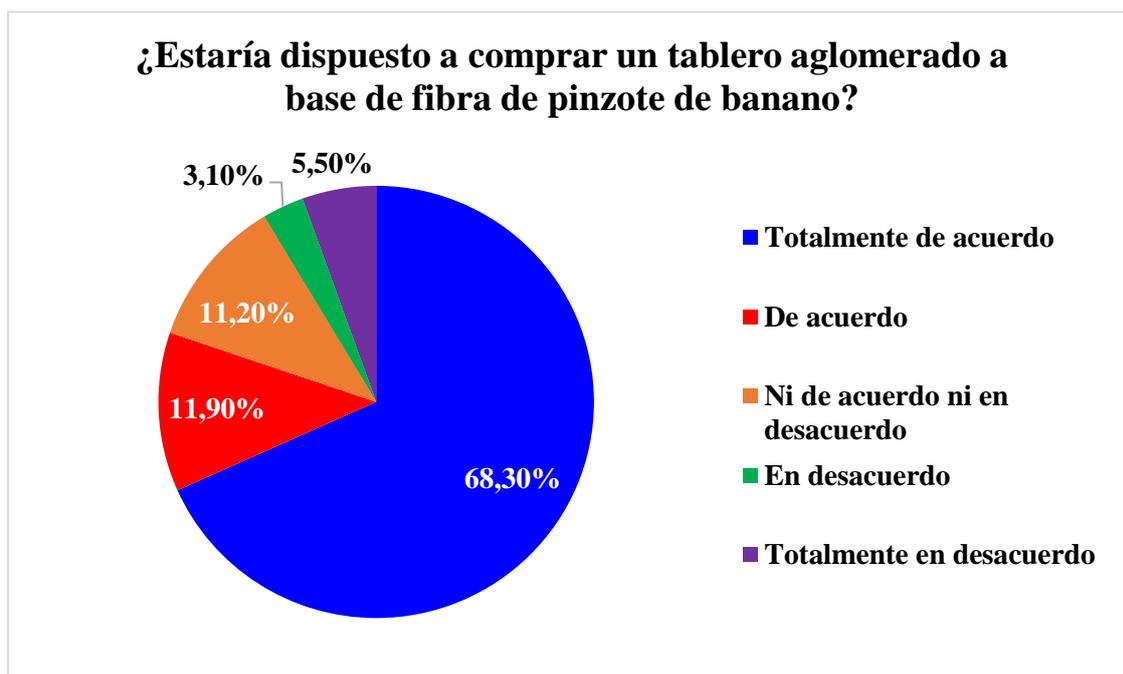


Gráfico 6. Datos de cuarta pregunta de la encuesta.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: como resultado de las encuestas tenemos el 5,5% está totalmente en desacuerdo, el 3,10% está en desacuerdo, el 11,20% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, muy seguido en resultado tenemos el 11,90% que está de acuerdo y el 68,30% está totalmente de acuerdo en comprar un tablero que contenga materia prima del banano.

Pregunta 5.-

¿Considera usted que tiene la posibilidad de elaborar un tablero aglomerado a base de fibra y lignina de pinzote de banano?

Tabla 11. Resultados de la encuesta - pregunta #5

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
248	41	53	21	22	385
64,4%	10,6%	13,8%	5,5%	5,7%	100%

Nota: En la presente tabla se mencionan los porcentajes que corresponde a la pregunta 5.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

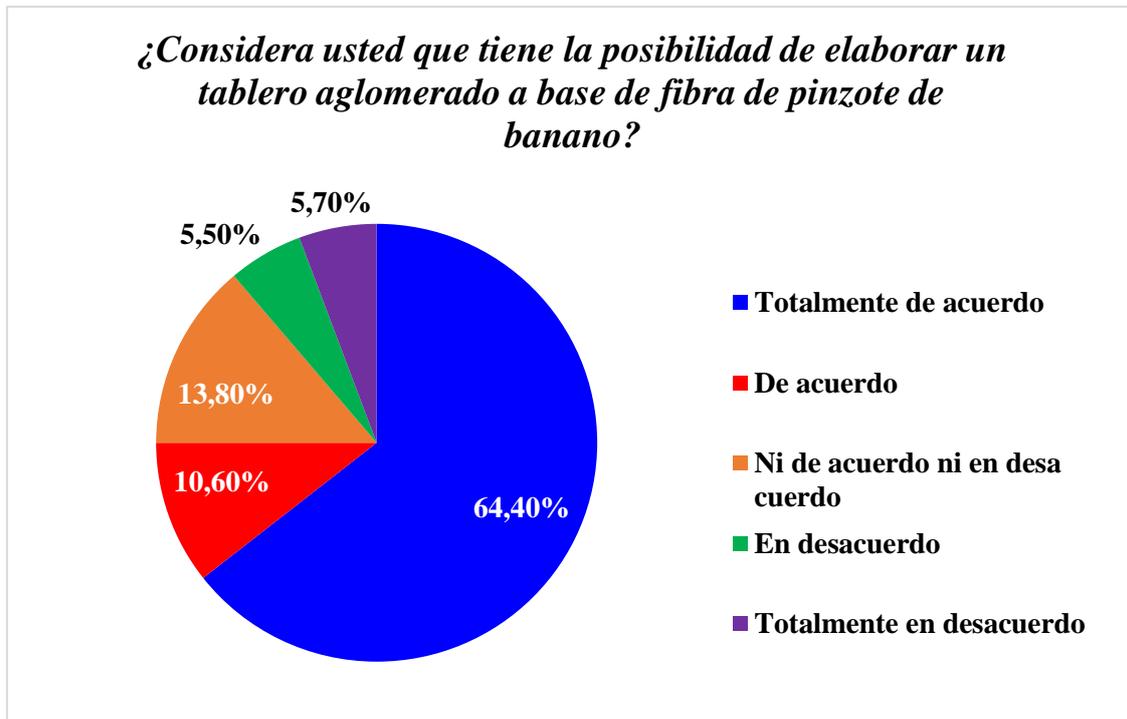


Gráfico 7: Porcentajes de la interrogante #5

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: En esta pregunta el 64,40 % están totalmente de acuerdo en tener la predisposición de elaborar un tablero aglomerado a base de residuos de la planta de banano, el 10,60% está de acuerdo, el 13,8% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 5,5% está en desacuerdo y finalmente el 5,70% está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 6.-

¿Cree usted que la elaboración de un prototipo de tablero aglomerado a base fibra y lignina del pinzote de banano tenga cierto grado de dificultad?

Tabla 12. Resultados de la encuesta - pregunta #6

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	total
250	31	43	33	28	385
64,94%	8,05%	11,17%	8,57%	7,27%	100%

Nota: En la tabla -12 se mencionan los porcentajes que corresponde a la pregunta -6.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

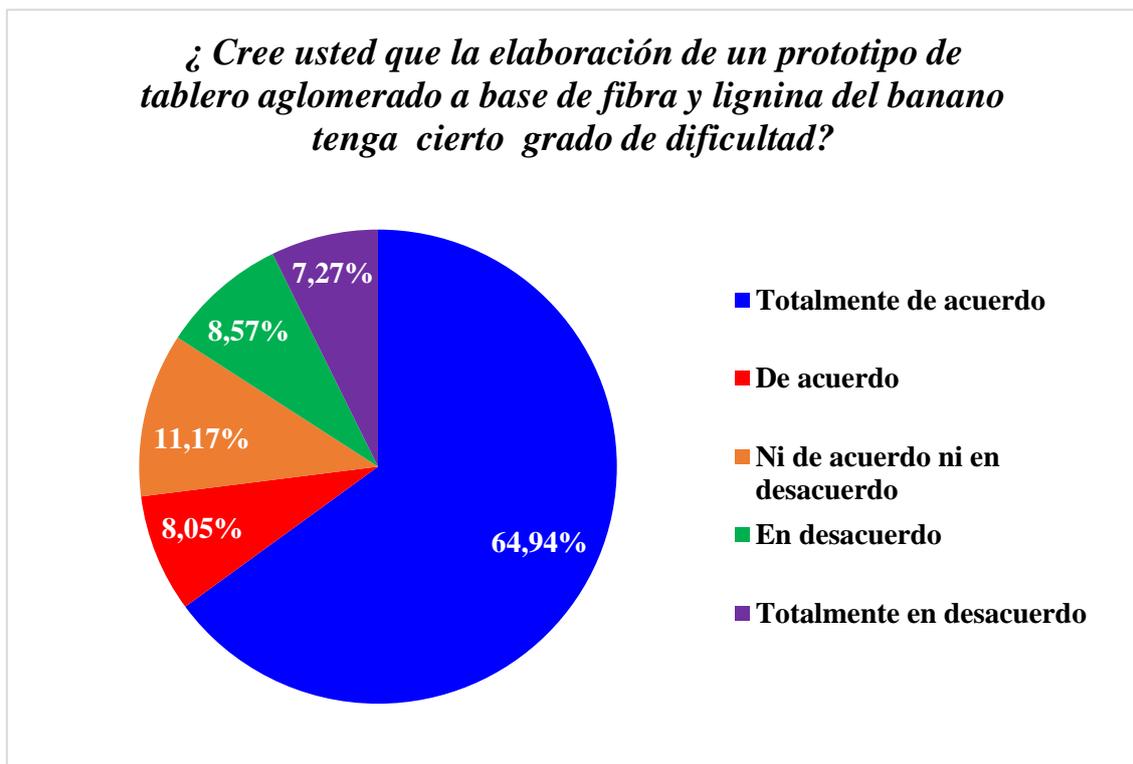


Gráfico 8: Respuestas de la pregunta 6 de la encuesta.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: El 64,94% está totalmente de acuerdo, el 8,05% está de acuerdo, el 11,17% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 8,57% está en desacuerdo y al final tenemos el 7,27% que está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 7.-

¿Considera usted que se puedan utilizar tableros aglomerados a base de fibra de pinzote de banano en el interior de su vivienda como revestimiento de suelos, techos o tabiques?

Tabla 13. Resultados de la encuesta - pregunta #7

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
247	48	45	21	24	385
64,16%	12,47%	11,69%	5,45%	6,23%	100%

Nota: Mediante la tabla- 13 se describen los porcentajes que corresponde a la pregunta 7.

Elaborador por: Murgueitio & Tomalá (2021)

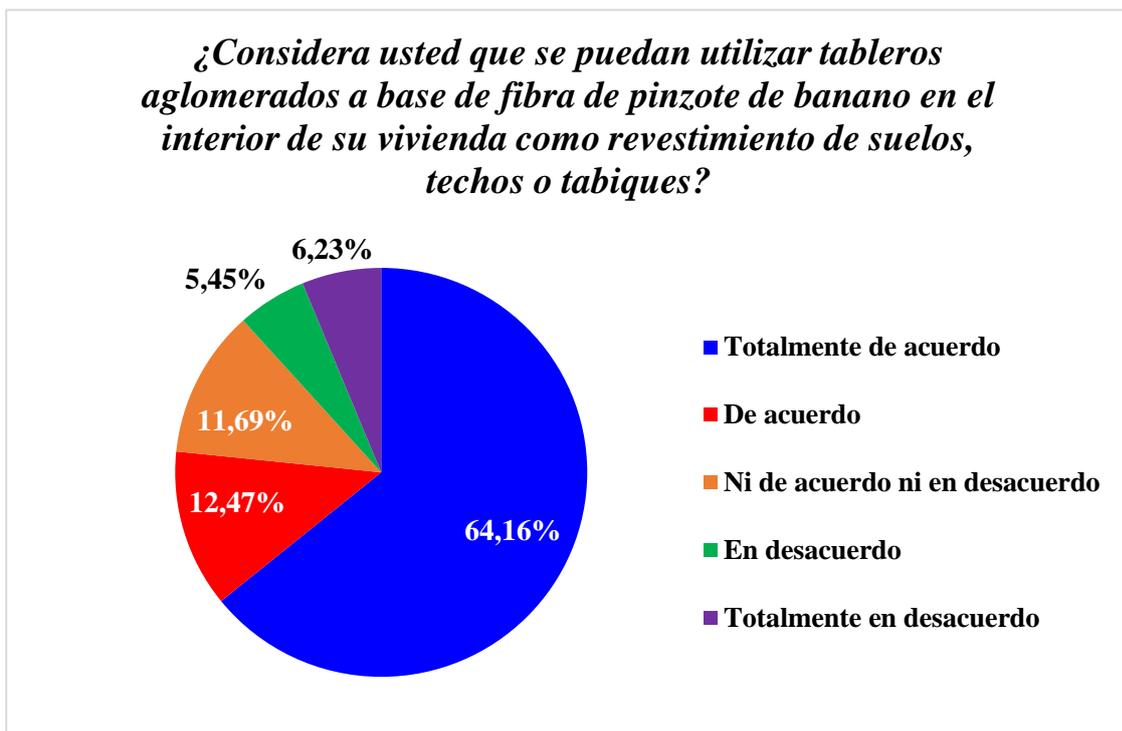


Gráfico 9: Datos de la interrogante #7

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: De la información obtenida el 64,16% corresponde a totalmente de acuerdo, el 12,47% está de acuerdo, el 11,69% está ni de acuerdo ni en desacuerdo mientras que el 5,45% está en desacuerdo y el restante que está totalmente en desacuerdo equivale 6,23%.

Pregunta 8.-

¿Piensa usted que, al utilizar tableros aglomerados a base de fibras de pinzote de banano, estaría ayudando a reducir la contaminación ambiental?

Tabla 14. Resultados de la encuesta - pregunta #8

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
262	51	39	12	21	385
68,1%	13,2%	10,1%	3,1%	5,5%	100%

Nota: Mediante tabla 14. se describen los porcentajes que corresponde a la pregunta 8.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

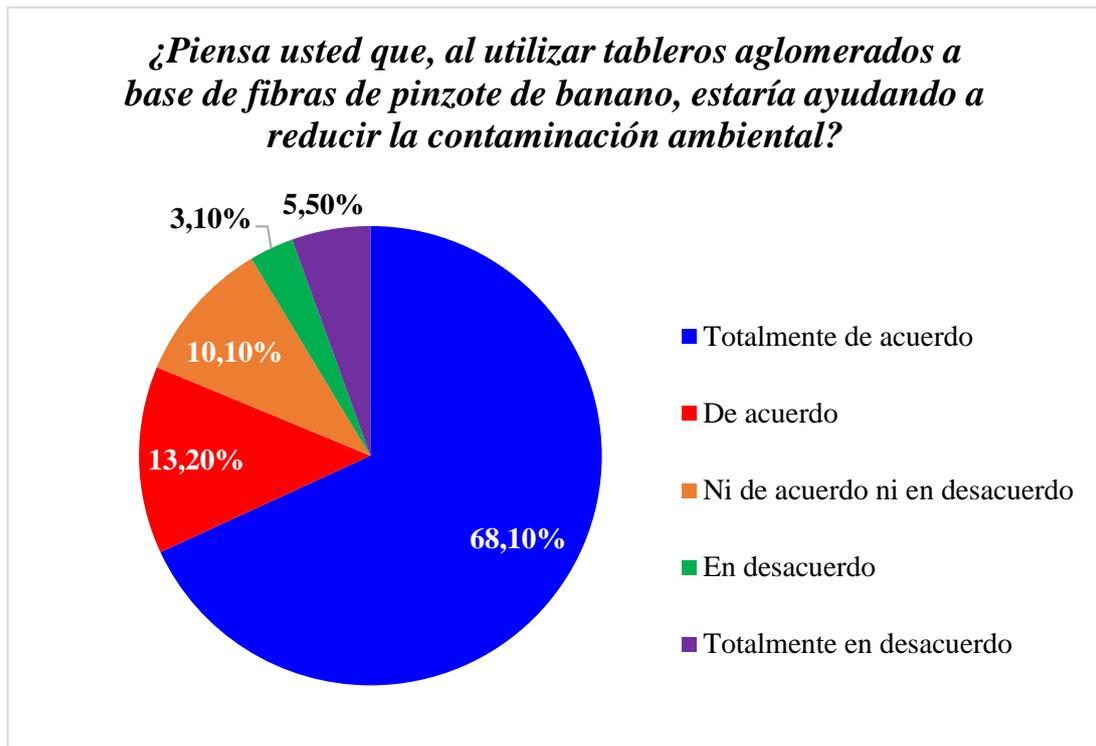


Gráfico 10: Pregunta ocho y sus resultados de la encuesta.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: De la encuesta realizada se obtuvieron los siguientes resultados 68,10 % está totalmente de acuerdo el 13,20% se encuentra de acuerdo mientras que el 10,10% está ni de acuerdo ni en desacuerdo; El 3,10% está en desacuerdo y al final se tiene el 5,50% de encuestados que están totalmente en desacuerdo.

Pregunta 9.-

¿Considera rentable la fabricación de tableros aglomerados a base de fibra de pinzote de banano?

Tabla 15. Resultados de la encuesta - pregunta #9

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
250	48	52	14	21	385
64,9%	12,5%	13,5%	3,6%	5,5%	100%

Nota: Esta tabla-#15 describe los porcentajes de la pregunta 9.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

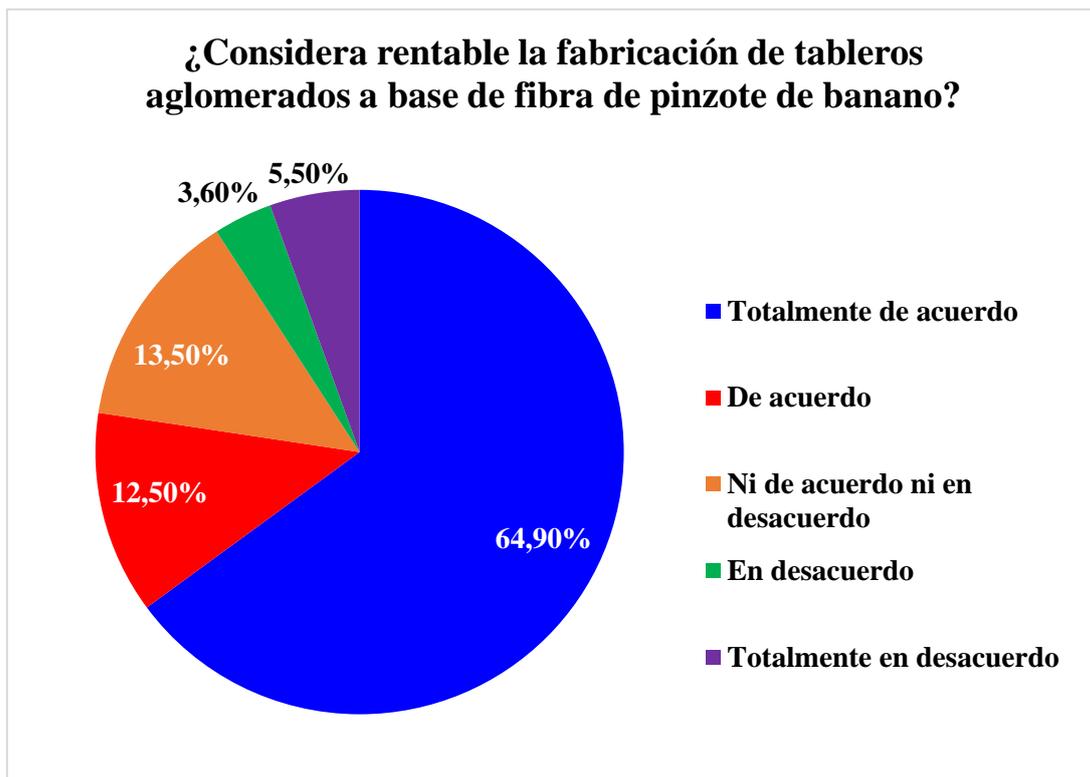


Gráfico 11: Resultados de la encuesta pregunta 9.

Elaborada por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: Las encuestas determinaron que de 385 personas, 250 encuestados están totalmente de acuerdo eso equivale a 64,9%, están de acuerdo el 12,5%, el 13,5% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 3,60% está en desacuerdo mientras que el 5,5% está totalmente en desacuerdo.

Pregunta 10.-

¿Cree usted que los costos de los tableros aglomerados comerciales se reducirían si se utilizara como principal materia prima la fibra de pinzote de banano?

Tabla 16. Resultados de la encuesta - pregunta #10

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
255	51	44	11	24	385
66,23%	13,25%	11,43%	2,86%	6,23%	100%

Nota: Mediante la tabla# 16 se mencionan los porcentajes que corresponde a la pregunta 10.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

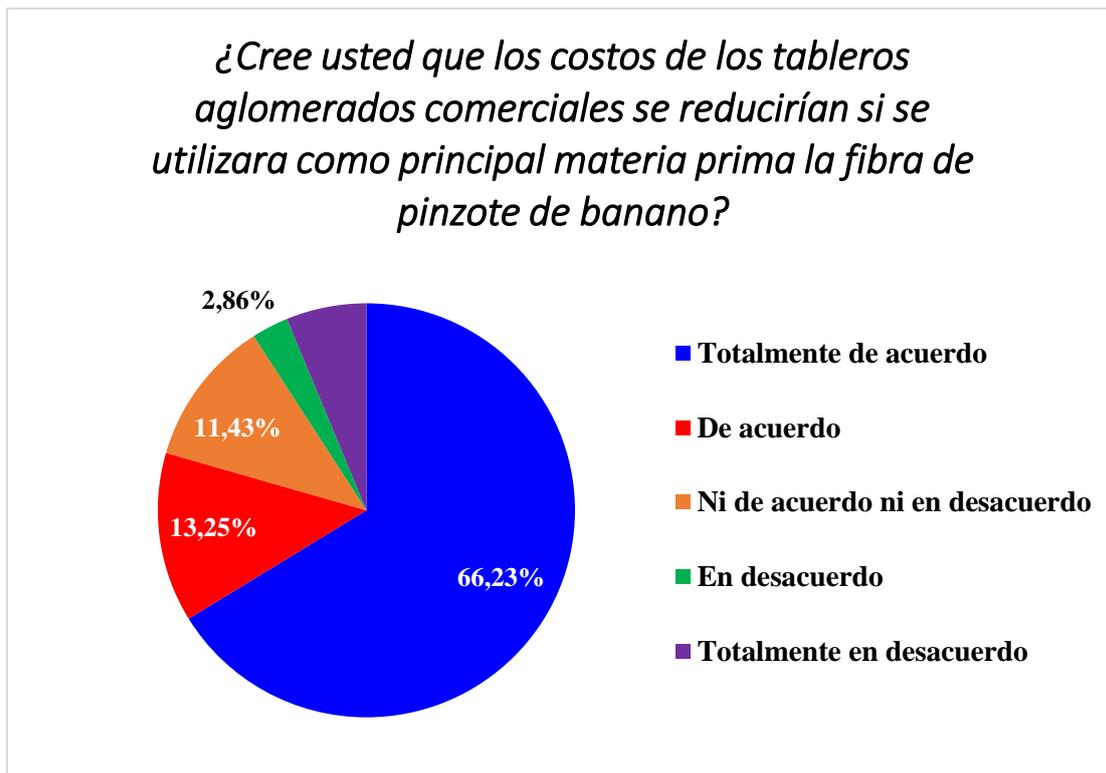


Gráfico 12: Resultados de la interrogante 10.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis: Los resultados indicaron lo siguiente 66,23% están totalmente de acuerdo, el 13,15% está de acuerdo, el 11,43% está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 2,86% está en desacuerdo y para finalizar el 6,23% está totalmente en desacuerdo.

CAPITULO IV

LA PROPUESTA

4.1.Descripción del proyecto

La investigación de nuevos productos o ideas de innovación a partir de desechos o residuos orgánicos son fuentes que deben ser tratados constantemente para así reducir la contaminación al entorno y con esta investigación, se da un valor agregado al darle uso a la fibra de pinzote de banano en su totalidad es decir también aprovechando la cáscara de este material para la obtención de lignina y pueda ser aplicado en espacios interiores evidenciando ese toque rustico por la textura adoptada de la fibra muy parecida visiblemente a la madera.

El estudiar esta materia prima como es el pinzote de banano, permite conocer y analizar los beneficios de su reutilización bien sea como una opción decorativa o constructiva generando una ayuda a la descontaminación ambiental beneficiando al desarrollo sostenible.

4.2.Detalle de la propuesta

Para diseñar los prototipos de tableros aglomerados se realizó varias mezclas y así evidenciar visualmente los aspectos importantes como forma, textura, densidad y humedad.

Adicional es muy importante conocer el comportamiento del material con respecto a la mezcla entre ellos.

Los procesos de secado se realizaron al ambiente.

La obtención de lignina se la realiza a la cáscara que recubre el pinzote de banano mediante un proceso de cocción entre cáscara, agua e hidróxido de sodio.

A continuación se detallará mediante un diagrama de flujo el proceso utilizado.

4.3. Diagrama de flujo del proceso

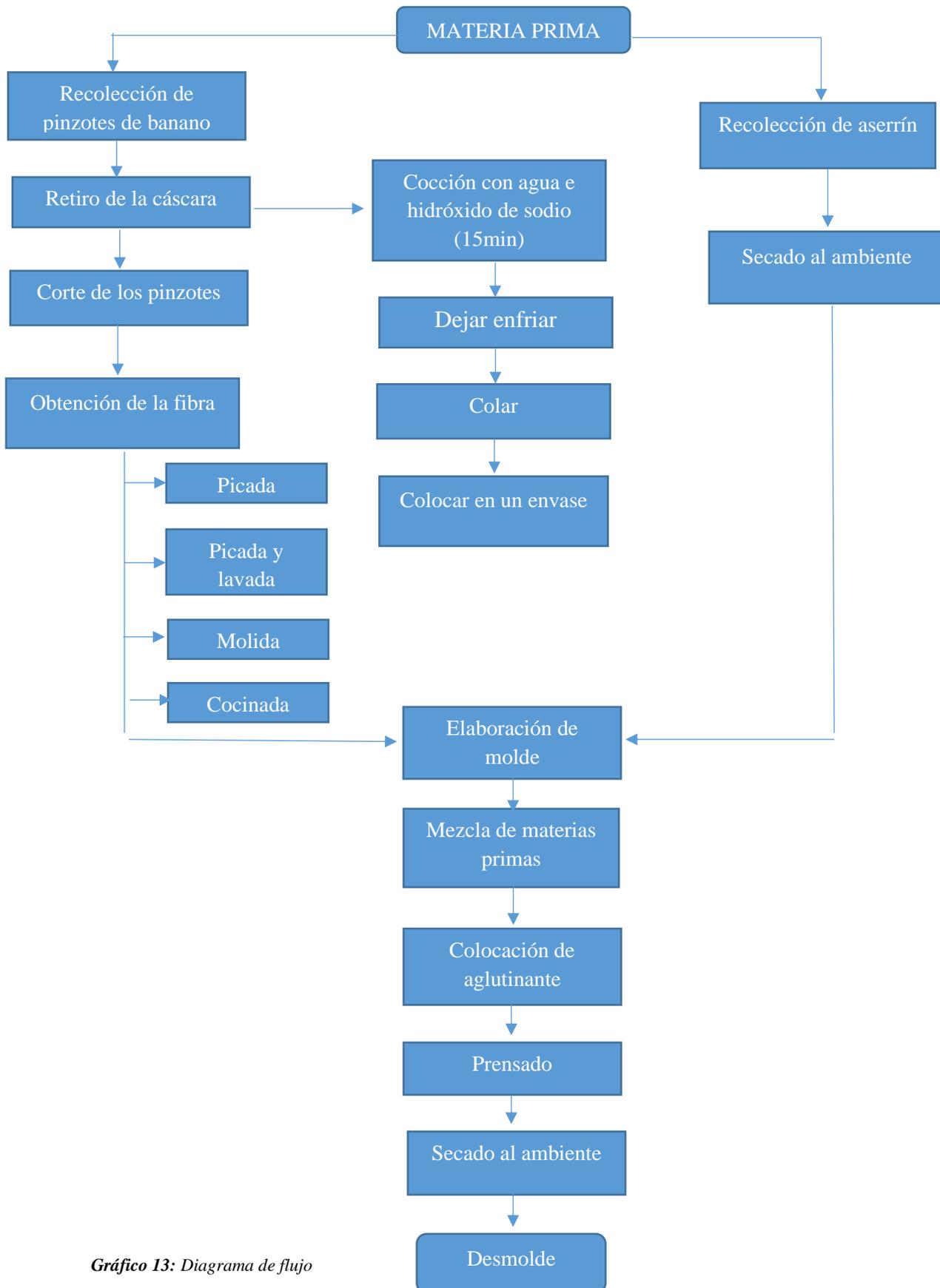


Gráfico 13: Diagrama de flujo

Fuente: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.4. Equipos, herramientas y materiales

4.4.1. Equipos

- Cocina o fogón
- Balanza
- Gata hidráulica de 2 ton



Figura 18: Balanza digital

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 19: Prototipo de prensa hidráulica con gata de 2 Ton.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.4.2. Herramientas

- Resina
- Adhesivo Premium para maderas.
- Recipientes plásticos

- Espátula
- Desmoldante
- Molde de 5x5x5cm
- Molde de 10x20x2cm
- Mascarilla
- Guantes
- Gafas de protección
- Prensas tipo c de 6"
- Espátula



Figura 20: Adhesivo Premium para maderas

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 21: Desmoldante

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 22: Prensa tipo c
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 23: Resina
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.4.3. Materiales

4.4.3.1. Materia prima – pinzote de banano.

Recolección de Pinzotes de banano.

Los pinzotes fueron recolectados de un mercado de la floresta y una tienda de chifles situada al sur de Guayaquil, sector Guasmo Central; también de la ciudad de Milagro – Recinto el Progreso de la provincia del Guayas.



Figura 24: Recolección de pinzotes de banano.
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.4.4. Proceso del Proyecto.

Variedad en la forma de presentación de acuerdo con la necesidad del prototipo.

a) Picada o de tamaño viruta:

Para la utilización de este tipo de forma de fibra:

(Paso 1) se procede a retirar la corteza del pinzote de banano para luego cortar en forma de cuadritos tratando de mantener la misma longitud de aproximadamente 2cm.

(Paso 2) se procede a secar el material entre 6 o 7 días mediante secado natural.



Figura 25: Paso 1 – corte en forma de cuadritos
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 26: Paso 2 – secado al natural
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis de la fibra picada:

Esta fibra se puede utilizar para realizar los prototipos, aunque el picado de la fibra es un proceso demorado debido a que el tallo del pinzote de banano es muy duro y el secado dura entre 6 a 7 días.

b) Picada y Lavada:

Para este proceso se realiza los mismos pasos de la forma de fibra tipo picada:

Paso 1- se retira la corteza del pinzote y se procede a cortar en cubitos,

Paso 2- Antes de ser expuesta al sol esta fibra es lavada y puesta en remojo durante 12 horas con deja industrial para evitar cualquier tipo de impurezas porque es un material orgánico. Una vez retirada se enjuaga con abundante agua

Paso 3- se coloca en moldes para su proceso de secado.



Figura 27: Paso 1 – corte en cubitos

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 28: Paso 2 – fibra lavada

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 29: Secado natural – Paso 2

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis de fibra picada y lavada:

Este tipo de fibra se obtuvo igual que el proceso anterior, pero al momento de ser lavada con agua industrial, la fibra se torna a un color negro creando un moco u hongo. Por este motivo no se utilizará este tipo de fibra para elaborar los prototipos.

c) Molida:

Como se ha venido expresando la fibra después de ser recolectada, es extraída, desfibrada, secada al sol y picada, luego de esto se busca experimentar nuevas formas para ser utilizadas. Para este proceso de la fibra molida se realizan los siguientes pasos:

- 1.- Se debe picar la fibra lo más pequeño posible para luego,
- 2.- Introducirla por un molino logrando así que se pueda adherir con mayor facilidad en la mezcla de materiales en la figura 30 se puede apreciar la cantidad de agua que se extrajo por el proceso de molienda y,
- 3.- Para terminar se procede a extender las fibras en un recipiente y así obtener su secado natural.



Figura 30: Proceso de molienda
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 31: Extracción de agua de la fibra
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 32: Fibra molida
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 33: Fibra secada al natural.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis de fibra molida:

La obtención de este tipo de fibra es demorada, aunque para el secado es más rápido el proceso, por lo que el molino es capaz de extraer el agua del pinzote casi en su totalidad. Pero al momento del secado se pierde gran parte de la fibra al ser muy pequeña esta se esfuma con el viento. Por lo tanto, no es factible este proceso por la pérdida de material.

d) Cocinada.

La fibra cocinada se realiza de la siguiente manera:

- 1.- Se corta en pedazos de tamaño mediano para luego introducirla en una olla con cierta cantidad de agua, se deja cocinar de 20 a 25 minutos a fuego lento.
- 2.- Se tira el agua y se procede a desfibrar con un tenedor.
- 3.- después se coloca en moldes.
- 4.- finalizando con el secado natural que dura de 1 a 2 días.



Figura 34: Corte de pinzote de banano

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 35: Cocción de pinzote de banano.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 36: Desfibrado de fibra con tenedor.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 37: Fibra secada al ambiente
Elaborada por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis de la fibra cocinada:

La fibra cocinada es una de las mejores opciones tarda menos tiempo en la obtención de fibra, el secado es de 1 a 2 días y es un tiempo amigable ya que permite generar fibras rápidamente; como son de tamaño mediano estas no se pierden en el secado porque se entrelazan entre sí.

Por lo tanto, las fibras que se usaran para generar los prototipos será fibra tipo a (Picada) y d (cocinada).

Obtención de lignina:

Para la obtención de lignina se realizará el proceso como se ha venido expresando la fibra después de ser obtenida, al retirar la piel que recubre el tallo del pinzote de banano se desea aprovechar este material también y no desperdiciar nada. Para obtener la lignina se consideran los siguientes pasos:

- 1.- Se debe picar la cáscara del pinzote para luego ponerla en una olla que no sea de aluminio, con cierta cantidad de agua y también hidróxido de sodio en concentración del 20%, esto es un proceso químico que se realizó con mucho cuidado y sobre todo utilizando equipos de protección (guantes mascarillas y gafas), se deja cocinar por aproximadamente 15 minutos a fuego lento para evitar saturación del material con la reacción de calor.

2.- Una vez cocinada la cáscara del pinzote se deja enfriar, se coloca en colador y se exprime hasta quitar parte de la lignina ya que siempre queda una lignina residual y

3.- luego se recoge la lignina extraída (liquido de color negro) y se envasa en recipientes plásticos.



Figura 38: Cocción de la corteza del pinzote

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 39: Envasado de lignina

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.5.Fase de experimentación.

4.5.1. Prototipo 1

Fibra de pinzote de banano (picada) + resina:

Proceso:

- ✓ Al realizar este procedimiento previo a la elección del mejor tipo de fibra se usó dosificación de 50% sólidos y 50% líquidos en moldes de 10 x 10 x 3cm. En un recipiente plástico se mezcla fibra de pinzote 50% en este caso no se añade lignina adicional; solo se mantiene la que ya presenta la fibra dentro de su composición química.

Tabla 17. Dosificación de prototipo 1.

MUESTRA	FIBRA		ADHESIVO (RESINA)	
FIBRA	%	gr	%	gr
PICADA	50%	75 gr	50%	75 gr

Nota: en la presente tabla se describe las dosificaciones del prototipo 1.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

- ✓ Luego se procede a colocar la resina mezclar bien y posteriormente se vació en el molde.



Figura 40: Mezcla de fibra y resina

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

- ✓ Se tapa el molde generando una presión mediante el ajuste de pernos, se debe dejar que se seque durante 2 horas y luego se procede a desmoldar para al final colocarlo en un área que reciba luz solar y tenga un secado rápido.



Figura 41: Colocación de mezcla en molde para generar presión.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 42: Producto final prototipo 1.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis:

En el prototipo 1 se pudo observar lo siguiente:

- La forma del prototipo es ideal mantiene sus cantos sin deformaciones.
- En el tamaño no sufre cambios ni de extensión ni retracción.
- El material tiene un aspecto duro.
- El olor de la resina no desaparece y puede ser tóxico.
- Con el pasar de los días la fibra comienza a tonarse de color negro provocando hongos es decir que la resina no la protege.

Por este motivo no es factible este prototipo 1.

4.5.2. Prototipo 2

Fibra de pinzote de banano (picada) + cola de almidón

Proceso:

En este procedimiento se usó 50% de fibra de pinzote de banano y 50% de cola almidón.

Tabla 18. Dosificación prototipo 2.

MUESTRA	FIBRA		ADHESIVO (ALMIDON)	
	%	gr	%	gr
FIBRA PICADA	50%	75 gr	50%	75 gr

Nota: Mediante esta tabla se menciona las dosificaciones en gramos y porcentajes del prototipo 2.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Preparación del almidón:

1.-En una olla se colocó 30 gramos de almidón y 300 ml de agua y se procede a cocinar a fuego lento, revolviendo todo el tiempo hasta obtener una mezcla de consistencia espesa y sin grumos.

2.- Se realizó la mezcla de los materiales en un recipiente plástico hasta que toda la fibra quede humedecida y se coloca en el molde.



Figura 43: Preparación de prototipo 2.

Elaborador por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis:

En el prototipo 2 se puede apreciar en la figura#39 que el producto final no es bueno al desmoldarlo se deforma no se secó con rapidez ni tampoco dejándolo un día completo

en el sol y solo produjo que formaran hongos en los cantos del prototipo por lo tanto no es factible este prototipo con este aglutinante como lo es el almidón.

4.5.3. Prototipo 3

Fibra de pinzote de banano cocinada, Fibra picada + aserrín + adhesivo

En este procedimiento se realizó dosificaciones y se utilizó los 2 tipos de fibras seleccionados.

Tabla 19. Dosificaciones prototipo 3

MUESTRA	FIBRA		ASERRIN		Adhesivo Timerman	
	%	gr	%	gr	%	gr
A (FIBRA PICADA)	30%	45gr	20%	30 gr	50%	75 gr
B (FIBRA PICADA)	30%	45 gr	10%	15 gr	60%	90 gr
C (FIBRA COCINADA)	30%	45 gr	20%	30 gr	50%	75 gr
D (FIBRA COCINADA)	30%	45 gr	10%	15 gr	60%	90 gr

Nota: Se describe las dosificaciones utilizadas para crear el prototipo 3.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Muestra A: Se elaboraron a partir de la combinación de fibra de pinzote de banano tipo picada el 30 % y aserrín 20 %, se procede a mezclar los sólidos para luego añadir poco a poco el contenido de Adhesivo y que la mezcla quede unificada para luego ser colocada en el molde.



Figura 44: Muestra A – prototipo 3

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Muestra B: Tomando el mismo procedimiento anterior, pero aumentando la cantidad de goma y disminuyendo la cantidad de fibra y serrín como lo indica la tabla #16; se mezcla todo para luego ser colocado en el molde y dejar secar todo el día.



Figura 45: Muestra B – prototipo 3

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Muestra C: para esta muestra se usó la fibra cocinada el 30%, seguido del aserrín en un 20 %, se combinan ambos sólidos para luego ir añadiendo el adhesivo Timerman en pequeñas porciones hasta ver que la mezcla este homogénea y se deja el mismo tiempo de secado en el molde.



Figura 46: Muestra tipo c – prototipo 3

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Muestra D: Se toma el mismo proceso anterior, pero disminuyendo la fibra y el aserrín y aumentando la cantidad de goma como lo muestra la tabla 16. Y se considera el mismo tiempo de secado para todas las muestras. Cabe indicar que en el molde se coloca Desmoldante para que al momento de retirar la muestra esta no se adhiera al molde.



Figura 47: Muestra D – prototipo 3

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis:

En todas las muestras se puede apreciar marcas de color negro es decir presenta descomposición por hongos y esto ya no genera un buen aspecto al prototipo.

Adicional a esto las muestras A, C y D se deformaron al momento de sacarlas del molde a excepción de la muestra tipo B que esta mantuvo sus cantos iguales y la superficie lisa. Una vez secas al momento de manipularlas se ven firmes y duras.

Pero a pesar de tener una que otra característica buena la aparición de hongos no es buena ya que puede afectar las propiedades mecánicas del prototipo.

Entonces de determino que ninguna de estas muestras es factible para los prototipos.

4.5.4. Prototipo 4

Fibra de pinzote de banana cocinada, fibra picada + adhesivo Timerman.

Luego de observar las reacciones de los prototipos anteriores se decidió en esta ocasión no usar aserrín para observar el comportamiento de la fibra solo con el adhesivo.

Tabla 20. Dosificaciones para prototipo 4.

MUESTRA	FIBRA (gr)	%	Adhesivo Timerman (gr)	%
M1 (fibra cocinada)	60 gr	40%	90 gr	60%
M2 (fibra picada)	60 gr	40%	90 gr	60%

Nota: Este cuadro especifica las dosificaciones para la creación del prototipo #4

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Muestra M1:

Para elaborar esta muestra solo se mezcló la fibra cocinada siendo la cantidad un 40 % y 60% de Adhesivo Premium para maderas para después colocarla en el molde y ponerla a secar durante 1 día.



Figura 48: Producto final Muestra M1.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Muestra M2:

Considerando el mismo proceso anterior pero ahora usando fibra picada se procede a elaborar el prototipo M2 para luego vaciar en el molde y dejar secar al ambiente por aproximadamente 24 horas.



Figura 49: Tablero M2 con fibra picada

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Análisis:

En este caso la muestra M1 reacciona de una mejor manera presentado buen aspecto físico sin presencia de hongos, al momento de retirar del molde no presento inconvenientes al manipular la muestra tiene consistencia dura aparte de tener una tonalidad clara muy parecida al playwood. Mientras que la muestra M2 si tuvo presencia de hongos y es posible que se deba al tipo de fibra por ser más gruesa absorbe más Adhesivo, pero no permite el secado rápido y produce la descomposición del material.

En todo caso la muestra M1 es factible dentro los parámetros físicos aún falta evaluar los parámetros mecánicos.

4.5.5. Prototipo 5

Fibra de pinzote de banano cocinada + aserrín + lignina + adhesivo + agua.

En este nuevo proceso se realizó las siguientes dosificaciones debido a que presentamos más cantidad de materiales para la mezcla.

Tabla 21. Muestras para prototipo 5.

MUESTRA	FIBRAS		AGLUTINANTE				OTROS MATERIALES			
	MOLDE B	PINZOTE DE BANANO (gr)	ADHESIVO (gr)	%	LIGNINA	%	ASERRIN	%	AGUA	%
M2	15 x 20 x 2 cm	252	360	50%	15	2%	72	10%	21	3%
M3		180	288	40%	90	13%	90	13%	72	10%
M4		216	252	35%	72	10%	72	10%	108	15%
M5		144	288	40%	108	15%	108	15%	72	10%

Nota: Tabla con las dosificaciones para la creación de los prototipos de tableros aglomerados.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

La combinación y dosificación de las siguientes alternativas de mezcla se efectúan fomentándose en otros sistemas constructivos elaborados con fibras vegetales estudiadas en el capítulo 2, para obtener 4 tipos de muestras. Los cálculos para la dosificación se evaluaron por el volumen del molde siendo esta de una sección de 15x20x2cm teniendo un volumen de 600 gr y a su vez multiplicando por un desperdicio del 20%. Siendo el nuevo volumen de 720 gramos el cual fue calculado por experimentación por motivo de porosidad que se ha observado en las anteriores muestras ya realizadas.

Adicional a esto es necesario aclarar que al momento de realizar las mezclas estas tuvieron un comportamiento en particular como lo es al unir el adhesivo y la lignina estas no permitieron la unificación entre líquidos el adhesivo se volvió aceitoso lo más probable es que sea por la diferencia de densidad y no permite que la lignina ingrese en el adhesivo.

Por este motivo revisando información en tutoriales como el de Domestika para la elaboración de papel el Ing. (Barbe) menciona que al mezclar lignina con aserrín esta absorbe los restos de álcali. Entonces a raíz de esta información se ha procedido a mezclar lignina con el aserrín, pero dejando mezclado durante 3 días antes previo de la dosificación final.

En la tabla 18 se ha procedido a dosificar los materiales teniendo en cuenta relaciones 50% sólidos y 50 % líquidos – 40% sólidos y 60% líquidos.

Muestra M2: Se realizó la elaboración colocando el 35 % de fibra en un recipiente plástico junto con el aserrín 10% teniendo ya incorporada la lignina 2%, luego en otro recipiente se procede añadir 3% de agua y 50% de adhesivo, cabe indicar que en estos prototipos se adiciono pequeñas cantidades de agua para que el adhesivo no esté tan espeso y pueda ser distribuido a toda la muestra; se unen las 2 mezclas y se coloca en los moldes es necesario indicar que este procedimiento hace que la fibra se expanda y por ese motivo debemos ir haciendo presión con la gata hidráulica cada 3 o 4 capas al momento de colocarse en el molde una vez que se observe que el material este en el molde se procede a colocar una prensa tipo C para que haga presión durante 1 día.

Al término del tiempo de espera se retira la prensa tipo c y se desmolda la muestra con una espátula y teniendo mucho cuidado cabe indicar que este procedimiento es de forma artesanal para al final ser colocadas en una base y que sean secadas al ambiente.



Figura 50: Producto final de prototipo 5 – M2
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Muestra M3: De la misma forma se realizó la fabricación de la muestra M3, añadiendo las dosificaciones que se muestran en la tabla 18, en este caso se mezcla 25% de fibra de pinzote de banano con aserrín 13% la cual ya tiene lignina incluida en 13% y al adhesivo de 40% se le coloca agua tan solo un 10% mezclar o amasar con las manos para que quede homogénea en caso de contar con una batidora de masas eso podría ayudar a que tenga una mejor consistencia. Una vez realizado este proceso se coloca en el molde presionando cada 4 capas, quitando los vacíos que se producen en la muestra. Se coloca la prensa tipo c y se deja presionada por un día. Se retira del molde y se coloca al sol.



Figura 51: Muestra M3 del prototipo 5.
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Para las **MUESTRAS M4 y M5** se realizó el mismo procedimiento usando las dosificaciones mencionadas en la tabla 18 para cada una de las muestras se anexan fotos del resultado final.



Figura 52: Muestra M4 del prototipo 5.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)



Figura 53: Muestra M5 del prototipo 5.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá

Análisis:

De las 4 muestras presentadas del prototipo 5 ninguna presento señas de descomposición al contrario la lignina les brindo un color café oscuro más parecido a la madera, todas mantienen su forma ninguna se deformato; el aspecto es más rustico por ende la superficie es rugosa, son manejables al presionarlas tienen cierta dureza la cual eso se definirá con los ensayos mecánicos.

Por ahora estas muestras en sus parámetros físicos cumplen y se procederá con los ensayos para saber cuál será el mejor prototipo basándonos en las normas técnicas.



Figura 54: Muestras del prototipo 5
Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.6. Ensayos

4.6.1. Ensayo compresión.

Para el ensayo de compresión simple, luego de la fabricación de las mezclas se utilizó un molde metálico de 3 espacios, sus medidas son 5x5x5cm cada uno. Este ensayo realizo en el Laboratorio DR. Arnoldo Rufilli de la Universidad de Guayaquil. A continuación, se detalla la tabla con las dosificaciones de los materiales:

Tabla 22. Descripción de las probetas de ensayo a compresión simple.

MUESTRA	FIBRAS		AGLUTINANTE				OTROS MATERIALES				
	MOLDE C	PINZOTE DE BANANO (gr)	%	ADHESIVO (gr)	%	LIGNINA (gr)	%	ASERRIN (gr)	%	AGUA (gr)	%
	5X5X5CM										
M1		60	40%	90	60%						
M2		53	35%	75	50%	3	2%	15	10%	4	3%
M3		38	25%	60	40%	19	13%	19	13%	14	9%
M4		45	30%	53	35%	15	10%	15	10%	22	15%
M5		30	20%	60	40%	23	15%	23	15%	14	9%

Nota: Tabla de datos de las muestras que fueron ensayadas con resistencia a la compresión.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Se realizó el mismo proceso de las mezclas teniendo en cuenta la tabla de dosificaciones.

4.6.1.1. Determinación de la resistencia a la compresión simple.

La resistencia de las probetas se obtuvo mediante el ensayo a la compresión simple, este ensayo fue ejecutado basándonos en la norma ecuatoriana de la construcción y en los datos mencionados en el capítulo 2 tabla 5 (esfuerzos admisibles). Luego de haber sido retiradas del molde metálico, las muestras se secaron al ambiente bajo cubierta para evitar las lluvias o caída de ceniza que se han producido en la ciudad de Guayaquil y que puedan afectar sus características. Se dejaron secar durante 21 días hasta la fecha de su rotura. Los ensayos se realizaron bajo la supervisión técnica del Ing. Arturo Terán de la Consultora Teno Estudios. El proceso que se consideró durante el ensayo de compresión simple fue:

- Pesar las probetas
- Medir todos los lados de la muestra
- Cálculo de volumen
- Cálculo de densidad
- Ensayo de compresión simple
- Resumen de datos obtenidos.

Tabla 23. Resultado de ensayo de compresión simple.

MUESTRA	EXPANSION O RETRACCION			21 DIAS DE ENDURECIDO				
	MOLDE C	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ESPESOR (CM)	PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	DENSIDAD (g/cm3)	RESISTENCIA (Kg/cm2)
5X5X5CM								
M1	5	5	5	71	70	0,57	20,8	
M2	5	5	5	78	62	0,62	20	
M3	5	5	5	80	70	0,64	20,8	
M4	5	5	5	82	71	0,66	16,4	
M5	5	5	5	77	65	0,62	16	

Nota: Esta tabla muestra los resultados del ensayo a la compresión realizado en las muestras desde la M1 hasta la M5.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

En los resultados que se detallan en las distintas muestras de la tabla 20, donde se muestra el peso y la densidad del material culminado los 21 días de endurecido y luego de culminar los ensayos de compresión se realiza un segundo pesaje para observar los vacíos que aún tenía el material porque desprendimiento no se observó.

Los valores de las 5 muestras están en el grupo c de la tabla 5 de esfuerzos admisibles del capítulo 2. Siendo las más altas la de la muestra M1 y M2 de 20,8 Kg/cm².



Figura 55: Proceso de elaboración de probetas y ensayo a compresión simple.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.6.2. Ensayo de flexión

Una vez obtenidas las mezclas y las probetas en el prototipo 5 solo se procedió a elaborar la muestra M1 porque al inicio fue elaborada en otro molde y se debe adaptar al molde B de secciones 15x20x2cm. Se muestra la tabla con las dosificaciones de cada probeta.

Tabla 24. Descripción de las probetas para ensayo a flexión.

MUESTRA	FIBRAS		AGLUTINANTE				OTROS MATERIALES			
	PINZOTE DE BANANO (gr)	%	ADHESIVO (gr)	%	LIGNINA	%	ASERRIN	%	AGUA	%
M1	288	40%	432	60%						
M2	252	35%	360	50%	15	2%	72	10%	21	3%
M3	180	25%	288	40%	90	13%	90	13%	72	10%
M4	216	30%	252	35%	72	10%	72	10%	108	15%
M5	144	20%	288	40%	108	15%	108	15%	72	10%

Nota: Esta tabla describe las muestras hechas en un nuevo molde para luego ser probadas en el laboratorio.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.6.2.1. *Determinación de la resistencia a la flexión (MOR)*

Los datos obtenidos mediante el ensayo de flexión a tres puntos evalúan la carga que puede resistir una probeta en ensayo de flexión estático y son comparados con la norma NTC 2261:2003, las muestras fueron desmoldadas y secadas al ambiente durante 15 días bajo cubierta evitando lluvias o caída de ceniza como ha sucedido en la ciudad de Guayaquil. Los ensayos fueron realizados en el Laboratorio del Dr. Arnoldo Rufilli de la Universidad de Guayaquil; los procedimientos realizados durante los ensayos fueron:

- Pesar las probetas
- Medir todos los lados de la muestra
- Cálculo de volumen
- Cálculo de densidad
- Ensayo de flexión
- Resumen de datos obtenidos.

Tabla 25. Resultado de ensayo de rotura a la flexión.

MUESTRA	EXPANSION O RETRACCION			21 DIAS DE ENDURECIDO				
	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ESPESOR (CM)	PESO 1 (gr)	PESO 2 (gr)	DENSIDAD (g/cm3)	CARGA (Kgf)	MODULO DE RUPTURA Kg/cm2
M1	20	15	2	446	349	0,74	105	42
M2	20	15	2	558	443	0,93	20	8
M3	20	15,4	2	558	390	0,91	25	9,7
M4	20	15	2	622	390	1,04	50	20
M5	20	15	2	615	380	1,03	65	26

Nota: Se adjunta los resultados de las probetas ensayadas a la flexión.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Con estos resultados de resistencia se puede realizar el cálculo del MOR basándonos en la norma técnica colombiana NTC2261, según (Peña) en su investigación panel fabricado a base de fibras naturales presenta la siguiente Tabla.

Tabla 26. Requisitos MOR y CH para tableros de partículas.

GRADO	MOR (Kg/cm ²)	CH (%)
HG	210	5-11
MG-S	145	5-11
MG-1	110	5-11
LG	80	5-11
LD-2	50	5-11
LD-1	30	5-11

Nota: Esta tabla sirve de guía para conocer el grado que alcanza los prototipos de tableros

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

Según los resultados de la tabla 22 comparados con la tabla 23 la resistencia de módulo de ruptura más alta fue la de muestra M1 y con ese valor se alcanza a estar en el rango LD-1 que significa Low density o baja densidad. Las muestras son muy bajas que no logran estar dentro lo que estipula la norma técnica.



Figura 56: Ensayo de flexión estática.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

4.6.3. Ensayo de absorción de agua e inmersión total.

Según la norma ecuatoriana NTE INEN 899. Establece de introducir completamente las probetas en recipientes llenos de agua y de ser el caso colocar un peso para evitar que la muestra se sumerja. Se procedió a colocar las muestras, pero estas no resistieron, el agua comenzó a descomponer el prototipo.



Figura 57: Ensayo de absorción de agua.

Elaborado por: Murgueitio & Tomalá (2021)

CONCLUSIONES

- Se puede concluir que, con la reutilización de fibras de pinzote de banano, se consigue elaborar tableros aglomerados no resistentes a la humedad pero que si ayudan a reducir el impacto de contaminación ambiental.
- Por otro lado, se realizaron varios prototipos determinando que la que logra tener mejor resistencia es la que consiste en 40 % fibra cocinada y 60% de adhesivo Premium para maderas.
- En cuanto a los ensayos de flexión a pesar de que las muestras no alcanzaron una resistencia alta es necesario acotar que, una vez aplicado el ensayo de flexión a la muestra, la misma regresa a su estado original es decir presenta una propiedad de ductilidad y elasticidad.
- Se puede concluir que la lignina es un cemento natural siempre y cuando se mantenga dentro de la composición química del material, al extraerla no se comporta como un aglutinante, pero es necesario resaltar que evita que se produzca hongos en las muestras.
- Adicional a los ensayos mecánicos realizados, dentro de las características del Adhesivo se menciona que no es inflamable y se realizó la comprobación exponiendo la muestra M1 al fuego y esta no se quemó.
- Se concluye que a pesar de que la muestra M1 está dentro del grupo de baja calidad es posible aprovechar el uso de los prototipos de tableros aglomerados a base de fibra de pinzote de banano en interiores como parte de mobiliaria.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda crear expectativas positivas para la recolección de desechos orgánicos como lo es la fibra, para reducir la tala de árboles y que mediante este material innovador se siga realizando experimentaciones futuras para obtener nuevos recursos en el sector de la construcción.
- Es recomendable realizar una campaña de concientización a la población mediante el uso de redes sociales para que puedan notar que los productos orgánicos desechados también son un contaminante importante para el medio ambiente y peor aún si no se les da un tratamiento adecuado.
- Se sugiere que se continúe con el estudio de la lignina realizando ensayos y experimentaciones ya que puede resultar un material muy bueno en distintas áreas por ser un polímero natural y esto se encuentra en abundancia en las industrias papeleras.
- Es necesario mencionar que se continúe investigando nuevas propiedades para los tableros aglomerados usando varios materiales y sobre todo aglutinantes que sean amigables con el medio ambiente.
- Se recomienda realizar estudios donde se analice la cantidad de fibra de banano que es desechada en la región sierra, oriente e insular.
- Y finalmente crear competitividad en el sector que fabrican tableros aglomerados para que se animen a utilizar la fibra de pinzote de banano así aportarían con una mejor investigación ya que cuentan con equipos de alta calidad para la fabricación de estos tableros y se pueda mejorar las propiedades y sobre todo se puedan comercializar en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURERS - RED DE ESPECIALISTA EN AGRICULTURA. (3 de FEBRERO de 2017). *Historia del cultivo de platano o banano*. Obtenido de AGRICULTURERS.COM: <https://agriculturers.com/historia-del-cultivo-del-platano-o-banano/>
- American Chemistry Council. (01 de 06 de 2020). *ChemicalSafetyFacts.org*. Obtenido de <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/hidroxido-de-sodio/#safety-information>
- Arias, F. (2016). *El proyecto de investigacion: introduccion a la metodologia cientifica*. Caracas: EPISTEME.
- ASOCIACION DE ACADEMIAS DE LA LENGUA ESPAÑOLA. (12 de agosto de 2021). *Real Academia Española*. Obtenido de FIBRA: dle.rae.es/fibra
- Ayala, L., M., M., Castro, M., Garcia, A., Delgado, E., Caro, Y., & Ly, J. (2016). Composición química del raquis de racimos de plátano (*Musa paradisiaca* y aceptabilidad) como alimento para cerdos en ceba. *Revista computarizada de produccion porcina.*, 79-86.
- Barbe, J. (2017). *Las plantas y su papel 102 recetas papeleras*. (H. EDITOR, Ed.) OVIEDO - ASTURIAS, ESPAÑA: HIFER ARTES GRAFICAS.
- Barrera, A. (2016). *El aserrin como material expresivo en el diseño interior*. CUENCA: UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
- Cedeño, M., & Zamora, J. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementacion de una Microempresa productiva y comercializadora de papel a partir del aprovechamiento de residuos postcosecha del platano (pseudotallo) en la ciudad el Carmen en la provincia de Manabì*. Universidad Tecnica de Manabi. Portoviejo: Universidad Tecnica Manabì.
- Cloruro de Sodio. (15 de Marzo de 2018). *Hidroxido de sodio. Usos, preparaciòn y contraindicaciones*. Obtenido de clorurodesodio.org: <https://www.clorurodesodio.org/hidroxido-de-sodio/>

- Conabio. (30 de septiembre de 2020). *Biodiversidad Mexicana*. Obtenido de Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.: <http://biodiversidad.gob.mx>
- Concepto.de. (9 de septiembre de 2020). *Concepto de celulosa*. Obtenido de <https://concepto.de/celulosa/>
- Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Ecuador.
- Delgado, N. (2019). *Comportamiento mecánico de una teja tipo elaborada con mortero hidráulico y prototipo con adición de fibra de tallo de banano*. Guayaquil.: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- DOMESTIKA. (14. de Febrero de 2021.). *Elaboración artesanal de papel*. Obtenido de DOMESTIKA.ORG: <https://www.domestika.org/es/courses/365-elaboracion-artesanal-de-papel>
- edimca. (2 de julio de 2019). *edimca*. Obtenido de edimca.com.ec: www.edimca.com.ec
- FAO, D. f. (2016). Datos y cifras globales de productos forestales. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*, 20.
- foresamb21. (18 de octubre de 2017). *foresamb21*. Obtenido de <https://foresamb21.wordpress.com/2017/10/18/usos-de-la-lignina/>:
<https://foresamb21.wordpress.com/2017/10/18/usos-de-la-lignina/>
- Freepikcompany. (19 de 04 de 2020). *Freepik company S.L*. Obtenido de Proyectos de Freepik company: https://www.freepik.es/fotos-premium/excavadora-monton-aserrin-industria-carpinteria_6328425.htm
- Gabarro. (1 de MAYO de 2019). *www.gabarro.com*. Obtenido de GABARRO SERVICIO: <https://www.gabarro.com/es/tableros/tableros-aglomerados/>
- Gómez, M. (2017). *Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (Musa acuminata AAA) en dos zonas productoras distintas*. Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Hernández, R., C., F., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.

- Hidalgo, P. (2017). *Tableros acústicos para paredes internas de resina de vinil acrílica multiuso con refuerzo de plástico triturado de polietileno tereftalato (pet y aserrín)*. UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA. Loja: Universidad Particular Loja.
- Insights.globalspec, Science Daily. (18 de septiembre de 2018). Crean una nueva cinta adhesiva utilizando madera. *FORESTAL MADERERO*, 3.
- Machado, I. (2018). *Prototipo de tablero para paredes en base de mezcla de viruta de madera, yeso y plástico Pet reciclado para viviendas de interés social*. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- MADERA 21. (8 de OCTUBRE de 2019). *PANEL TERMO-ACÚSTICO RESISTENTE AL FUEGO DE ACÍCULA CHILENA*. (VI, Editor) Obtenido de https://www.instagram.com/bio_panel_/: <https://www.madera21.cl/project-view/bio-panel/>
- Maderame. (16 de julio de 2019). *www.maderame.com*. Obtenido de Tableros Aglomerados: Características, Desventajas y Usos.: <https://maderame.com/clases-de-tableros/aglomerados/>
- Maderea Marketing. (7 de diciembre de 2016). *maderea Marketing*. Obtenido de info@maderea.com: <https://www.maderea.es/diferencias-entre-tableros-de-particulas-y-tableros-de-fibras/>
- Martínez, C., Cayón, G., & Ligarreto, G. (2016). *Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátanos y banano*. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Masisa lab. (14 de junio de 2019). *Noticias tendencias & Inspiraion*. Obtenido de 6 materiales ecologicos para la construccion: <https://www.masisalab.com/6-materiales-ecologicos-la-construccion/>
- Mejia Jervis, T. (27 de 08 de 2020). *INVESTIGACION DESCRIPTIVA: CARACTERISTICAS, TECNICAS, EJEMPLOS*. Obtenido de LIFEDER: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>.

- More, J. (2019). *Aprovechamiento del residuo de pinzote del cultivo de banano para la obtencion de pulpa de papel*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- Ordoñez, K., & Sepúlveda, C. (2019). *Caracterizacion fisico quimica de los residuos del platano y el cafe para su posible uso como materias primas en la fabricacion del papel*. Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Palacios, M. (2016). *Caracterización química de la biomasa procedente de las hojas, pseudotallo, raquis y pseudopeciolo de la planta de banano y su relación con el poder calorífico*. UNIVERSIDAD DE CUENCA. Cuenca: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Peña, B. (2016). *Panel prefabricado a base de fibras naturales*. CUENCA: UNIVERSIDAD DE CUENCA.
- Powered by OXFORD LEXICO. (04 de 18 de 2021). *Diccionario de Ingles y Español*. Obtenido de Lexico.com: <http://www.lexico.com/es/definicion/molde>
- Rios, D. (2016). *Scribd*. Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martin.
- Salud, D. D. (2019). *Atlas de Histología Vegetal y Animal*. ESPAÑA: UNIVERSIDAD VIGO.
- Sanchez H; Reyes C & Mejia K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. LIMA - PERU: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA.
- Sanchez, A., T., V., Mayorga, F., Freile, C., Caro, Y., & Ly, J. (7 de Agosto de 2020). *Sector Bananero Ecuatoriano*. (Ayala, L.; M., Martinez; Castro, M.; Garcia, A.; Delgado, E.; Caro, Y.; Ly, J) Obtenido de blog.cedia.org.ec: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/Sector-bananero-ecuatoriano-final.pdf>
- Serret, N., Giralt, G., & Quintero, M. (2016). *Caracteriacion de aserrin de diferentes maderas*. Santiago de Cuba: scielo. Obtenido de nserret@uo.edu.cu: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=es#tabla1

- Significados. (26 de enero de 2018). *Significado del Agua*. Obtenido de Significados.com: <https://www.significados.com/agua/>
- Significados. (21 de marzo de 2018). *SIGNIFICADO DEL CICLO DEL AGUA*. Obtenido de Significados.com: <https://www.significados.com/ciclo-del-agua/>
- Significados. (12 de diciembre de 2019). *Significado de Metodo inductivo*. Obtenido de significados.com: <https://www.significados.com/metodo-inductivo/>
- Taverna, M. (2016). *Resinas de fenol-formaldehido modificadas con ligninas; sintesis, caracterizacion y modelado matematico*. ARGENTINA: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL.
- Tinajero, A. (2018). *Diseño experimental de mobiliario para el sector de ecoturismo empleando los desechos del pseudotallo del banano de las plantaciones de Mindo*. Quito: Pontificia Universidad Catolica del Ecuador.
- Universia. (15 de febrero de 2016). *Universia Holdin powered by tumaster*. Obtenido de <https://www.universia.net/es/actualidad/empleo/que-prototipo-que-sirve-1131645.html>
- Verdezoto, D. (2016). *Evaluacion del epicarpio de cacao theobroma cacao en combinacion con p.e.t (Polietileno tereftalato) en modulos de aglomerado por medio de una resina como ligante para uso industrial*. QUEVEDO: UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- Zambrano, N., & González, J. (2017). *Ecotableros a base de residuos agroindustriales de cascarilla de arroz y bagazo de caña de azucar en el canton Tosagua, Manabi*. Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Manabi. Calceta: Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Manabi.
- Zambrano, R. (2018). *Estudio de procesos para la obtencion de celulosa a partir de tallo, hojas y raquis con fines industriales de platano (Musa Acuminata Red Dacca, Musa Acuminata y Musa Paradisiaca)*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Zamora, J. (2017). *Evaluacion de la calidad del cartón obtenido a partir del pseudotallo y raquis de la Musa Acuminata cavendish (banano)*. QUEVEDO: UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO.

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA



ENCUESTA PARA TESIS DE PRE GRADO
UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROTOTIPO DE TABLERO AGLOMERADO A BASE DE PINOZOTE Y LIGNINA DE LA PLANTA DE BARRIO PARA EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Objetivo

1. PREGUNTA 1- ¿Cree usted que existen materiales orgánicos que puedan ser reutilizados para la elaboración de tablero aglomerado?*

Marque solo un ítem

- Totalmente de acuerdo
 De acuerdo
 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 En desacuerdo
 Totalmente en desacuerdo

2. PREGUNTA 2- ¿Piensa usted que los desechos de materiales orgánicos contaminan al medio ambiente?*

Marque solo un ítem

- Totalmente de acuerdo
 De acuerdo
 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 En desacuerdo
 Totalmente en desacuerdo

3. PREGUNTA 3- ¿Considera usted que la fibra de pinote de barrío serviría para fabricar un tablero aglomerado?*

Marque solo un ítem

- Totalmente de acuerdo
 De acuerdo
 Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 En desacuerdo
 Totalmente en desacuerdo

FINCOTE DE BANANO



Título de título

Título de título

4. PREGUNTA A.- ¿Estaría dispuesto a comprar un tablero aglomerado a base de fibra y lignina del pinote de banana? *

Marca sólo un nivel:

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5. PREGUNTA B.- ¿Considera usted que tiene la posibilidad de visitar un tablero aglomerado a base de fibra y lignina de pinote de banana? *

Marca sólo un nivel:

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

MOLDE



6. PREGUNTA 6.- ¿Cree usted que la elaboración de un prototipo de tablero aglomerado a base de fibra y lignina del pino de larano tenga cierto grado de dificultad? *

Marque solo un ítem:

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

7. PREGUNTA 7.- ¿Considera usted que se pueden utilizar tableros aglomerados a base de fibra de pino de larano en el interior de su vivienda como revestimiento de suelos, techos o tabiques? *

Marque solo un ítem:

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

8. PREGUNTA 8.- ¿Pense usted que, al utilizar tableros aglomerados a base de fibra de pino de larano, estaría ayudando a reducir la contaminación ambiental? *

Marque solo un ítem:

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

PROTOPO DE TABLERO



9. PREGUNTA 9.- ¿Considera rentable la fabricación de tableros aglomerados a base de fibra de pirote de banano?*

Marque solo un ítem.

- Totalmente de acuerdo
- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- En desacuerdo

10. PREGUNTA 10.- ¿Cree usted que los costos de los tableros aglomerados comerciales se reducirían si se utilizara como principal materia prima la fibra de pirote de banano?*

Marque solo un ítem.

- Totalmente de acuerdo
- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- En desacuerdo

Imprima la versión impresa de este contenido.

Google Formularios

ANEXO 2. FOTOGRAFIAS

Muestra puesta al fuego.



Solo se quemó los bordes.



Pesaje de aserrín con lignina.



Pesaje de fibra.

