

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACION PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**“DESARROLLO DE UN TABLERO DE AGLOMERADO Y
DETERMINACIÓN DE SUS PROPIEDADES MECÁNICAS
UTILIZANDO FIBRA DE PLANTA INVASORA (MORA), DE
LA ISLA SAN CRISTOBAL, GALÁPAGOS”**

AUTOR

EDUARDO DAVID PROAÑO MORENO

DIRECTOR

Ing. JORGE DAVID ALBUJA SÁNCHEZ

QUITO, ABRIL DE 2021

DECLARACIÓN DE TRABAJO PROPIO

Declaración:

Este documento es de mi autoría. Cualquier cita o descripción, a partir del trabajo de otros, es reconocido mediante la referencia de las fuentes, sea que hayan sido publicadas o no publicadas.

Eduardo David Proaño Moreno

Agradecimiento

Agradezco a:

Mis padres Eduardo Proaño y Ximena Moreno por su amor incondicional, su paciencia y el gran esfuerzo realizado para que pudiera lograr mis objetivos, mis sueños y por darme una buena educación e inculcarme los valores necesarios para convertirme en un ser humano digno a partir de su ejemplo de tenacidad y valentía para enfrentar la vida y sus giros, bajo la protección de Dios.

A mis hermanos Andres y Fernanda Proaño por su apoyo, cariño y complicidad en todo momento.

A la familia por ser parte de este largo camino, por no dejarme solo, por sus consejos para que no me aparte del camino emprendido y por sus oraciones que me acompañan siempre.

A los profesores que fueron partícipes de mi formación profesional el ingeniero Jorge Albuja y el ingeniero Pablo Daza.

Quisiera agradecer a muchas personas, son tantas las que me ayudaron en todos estos años que sería difícil poderlas nombrar.

Gracias.

Eduardo David Proaño Moreno

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a:

Primeramente, a Dios por ser mi guía y cuidar siempre de mí.

Y

A mis padres,

por darme la vida y por la formación, en los principios fundamentales, que necesita el hombre en el mundo de hoy.

A ustedes, mis guías de ayer, de hoy y de siempre.

Eduardo David Proaño Moreno

Resumen

La planta de mora amenaza la flora de las islas Las Galápagos, su proliferación limita el desarrollo de otras especies por lo que urge su control a partir de un empleo amigable con el medio ambiente. La madera, material natural renovable, tiene una alta demanda en la construcción y su uso evita el consumo de materiales no renovables. La producción de tablero aglomerado utilizable en la construcción es una opción. En la actualidad, en Ecuador, Novopan y Aglomerado Cotopaxi lideran este mercado. El objetivo es desarrollar un tablero de madera aglomerada utilizando fibra de una planta invasora (mora), de la Isla San Cristóbal, Galápagos. La materia prima se obtiene de dicha Isla y será sometida al mismo proceso de fabricación de tableros convencionales en la empresa Novopan S.A., que cuenta con la tecnología necesaria, así como la certificación en estándares de calidad. Se obtuvo un tablero aglomerado con un % de humedad permisible, una densidad baja respecto a su grosor y una resistencia a la tracción perpendicular a las caras del tablero que evidencia una adherencia uniforme entre partículas. Estudios posteriores, deberían profundizar en lo referido a la densidad.

Palabras claves: invasora, aglomerado, tablero, renovable.

Abstract

The blackberry plant threatens the flora of the Galapagos Islands, its proliferation limits the development of other species, hence the urge for growth control with its environmentally friendly use. Wood, as a renewable natural material is highly demanded in the construction field, and its usage prevents nonrenewable material consumption. Therefore, the production of an agglomerated board for construction is an option.

Currently, in Ecuador, Novopan, and Aglomerado Cotopaxi lead this market. The aim is to produce an agglomerated board by utilizing the fiber from an invasive plant (blackberry), from San Cristobal Island in the Galapagos Islands. The raw material is sourced from the mentioned island and will be subjected to the same manufacturing process of conventional wooden boards as that used by Novopan S.A., which complies with the required technology, as well as with quality standards certification. An agglomerated board was obtained with a permissible percentage of humidity, a low density concerning its thickness, and a resistance to perpendicular tensile strength to the sides of the board, which proves a uniform adherence among particles. Further studies should expand with respect to density.

Keywords: invasive, agglomerated, board, renewable.

Índice de contenido

Contents

Resumen	IV
Abstract.....	V
Índice de contenido	VI
Índice de tablas	VIII
Índice de figuras.....	IX
JUSTIFICACIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
OBJETIVOS.....	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO I	5
1. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES.....	5
1.1 Generalidades de la “mora” <i>Rubus niveus</i>	5
1.1.1 Origen.....	5
1.1.2 Descripción de la planta.....	6
1.1.3 Distribución de <i>Rubus Niveus</i>	9
1.2 Tablero Aglomerado	11
1.2.1 Antecedentes	11
1.2.2 Descripción.....	12
1.2.3 Características.....	13
CAPÍTULO II	23
2. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS	23
2.1 Normas y ensayos de control de calidad	23
2.1.2 Determinación del contenido de humedad.....	24
2.1.3 Determinación de la densidad aparente.....	26
2.1.4 Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular	27
2.1.5 Determinación de la resistencia de la tracción externa.....	29
CAPÍTULO III	33

3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO	33
3.1 Materiales	33
3.1.1 Resina para elaboración de la madera.....	33
3.1.2 Dimensiones de los tableros.....	33
3.1.3 Resina por cada tablero	33
3.2 Equipo	33
CAPÍTULO IV.....	34
4. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN ARTESANAL EN LAS GALÁPAGOS	34
4.1 Descripción de taller artesanal	34
4.1.1 Ubicación.....	34
4.1.2 Impacto Ambiental.....	36
4.1.2 Implementación	37
4.2 Análisis de Costos	38
CAPÍTULO V.....	41
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	41
5.1 Conclusiones	41
5.2 Recomendaciones.....	42
Bibliografía	43
ANEXOS	46
Anexo 1: Contenido de humedad.....	46
Anexo 2: Densidad aparente	47
Anexo 3: Resistencia a la tracción perpendicular a las caras.....	48
Anexo 4: Resistencia de la tracción externa.....	49

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Descripción botánica de la Rubus niveus (Galápagos, 2008)</i>	6
<i>Tabla 2: Número de tamiz y abertura (Carbotecnia, 2020)</i>	12
Tabla 3: Dimensiones de x según su espesor (David Proaño, 2020)	30
Tabla 4: Comparación tablero de fibra y convencional (David Proaño, 2020)	31
Tabla 5: Especificaciones técnicas Novopan S. A. NOVOPAN, 2017)	32
Tabla 6: Matriz Ambiental (David Proaño, 2020)	36
Tabla 7: Tabla de Impuestos para máquina prensadora (David Proaño, 2020)	39
Tabla 8: Tabla de Impuestos de máquina prensadora (David Proaño, 2020)	40
Tabla 9: Contenido de humedad	46
Tabla 10: Densidad	47
Tabla 11: Resistencia a la tracción perpendicular a las caras.	48
Tabla 12: Resistencia de la resistencia a la tracción externa	49

Índice de figuras

<i>Figura 1: Rubus niveus</i> (Galapagos Conservancy, 2016)	5
Figura 2: <i>Rubus niveus</i> en estado natural (Swanepoel, 2015)	7
Figura 3: Tallo de <i>Rubus niveus</i> (Shaun Swanepoel, 2015)	7
Figura 4: Hoja de <i>Rubus Niveus</i> (Shaun Swanepoel, 2015)	8
Figura 5: Flor de <i>Rubus Niveus</i> (Blittersdorff, 2010)	8
<i>Figura 6: Fruto de Rubus Niveus</i> (Granda, 2017)	9
<i>Figura 7: Partes de Rubus Niveus</i> (Flaya, 2019)	9
Figura 8: Distribución de <i>Rubus Niveus</i> en Islas Galápagos. (Galápagos, 2008)	10
Figura 9: Presencia de la planta de mora en las Galápagos. Isla San Cristóbal (David Proaño, 2020)	10
Figura 10: Control de plantas en Santa Cruz (Galápagos, 2008)	11
Figura 11: Tablero de madera aglomerada (David Proaño, 2020)	12
Figura 12: Muebles de tableros aglomerados (Mina, 2017)	13
Figura 13: Tipos de tableros aglomerados (Maderame, 2020)	14
Figura 14: Proceso de fabricación de tablero de madera aglomerada. (Woodproducts.fi,2020)	14
Figura 15: Isla San Cristóbal, plantas invasoras de mora (David Proaño, 2020)	17
Figura 16: Proceso de descortezado y triturado Novopan S.A. (David Proaño, 2020)	17
Figura 17: Material de fibra fino apilado (David Proaño, 2020)	18
Figura 18: Encolado de tableros Novopan S.A. (David Proaño, 2020)	19
Figura 19: Máquina prensadora de tableros. Novopan S.A. (David Proaño, 2020)	19
Figura 20: Proceso de corte de tableros. Novopan S. A. (David Proaño, 2020)	20
Figura 21: Proceso de empapelar termo fundido. Novopan S. A. (David Proaño, 2020)	20
Figura 22: Máquina de enfriamiento de tableros aglomerados. Novopan S. A. (David Proaño, 2020):	21
Figura 23: Área de pulido de tableros, Novopan S. A. (David Proaño, 2020)	21
Figura 24: Proceso de fabricación de tableros. (NOVOPAN, 2017)	22
Figura 25: Toma de probetas de ensayo de un tablero aglomerado (David Proaño, 2020)	23
Figura 26: Probeta de ensayo obtenidas de un tablero aglomerado (David Proaño, 2020)	24
Figura 27: Pesado de una probeta de ensayo (David Proaño, 2020)	25
Figura 28: Proceso de secado. a) estufa de secado, b) Probetas de ensayo en la estufa a 103 °C (David Proaño, 2020)	25
Figura 29: Toma de medida de una probeta de ensayo. a) medida del largo, b) medida del ancho, c) medida del espesor (David Proaño, 2020)	27
Figura 30: Pieza para ensayo de la resistencia de tracción perpendicular a las caras (David Proaño, 2020)	28
Figura 31: Especificaciones de las piezas de ensayo. Tomado de la norma NTE INEN 3136 Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2018)	29
Figura 32: Especificaciones de las piezas de ensayo. Tomado de la norma NTE INEN 3136. Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2018)	30
<i>Figura 33: Pieza colocada en las mordazas del dinamómetro para obtener su carga de rotura</i> (David Proaño, 2020)	31
<i>Figura 34: Máquina de prensado en caliente JINLUN/JLM</i> (GADSANTACRUZ, 2020)	33
Figura 35: Mapa archipiélago de las Galápagos (GADSANTACRUZ, 2020)	34

Figura 36: Parroquia del Cantón Santa Cruz (GADSANTACRUZ, 2020).....	35
Figura 37: Distribución de taller artesanal (David Proaño, 2020).....	35
Figura 38: Render Galpón vista frontal (David Proaño, 2020).....	37
Figura 39: Render del Galpón vista Isométrica (David Proaño, 2020).....	38
Figura 40: Render Galpón vista posterior (David Proaño, 2020)	38

JUSTIFICACIÓN

Ecuador es un país con una enorme riqueza en especies de flora y fauna, esto permite caracterizarlo como único y diverso. Probablemente Ecuador es visto como un destino turístico a considerar y pudiera estar entre los preferidos por la mayoría por ser atractivo para grandes y pequeños que descubren su hermosa naturaleza, sobre todo en el Archipiélago de las Galápagos, definida por los visitantes como las “Islas encantadas” y declarada en 1978 como Patrimonio Natural de la Humanidad (Ministerio de Turismo, 2018).

El Parque Nacional de las Galápagos es considerado como único por sus especies endémicas de flora y fauna, en este lugar se llevaron a cabo las investigaciones que se detallan en la evolución de las especies de Charles Darwin, historia que cobija a las islas de cara al mundo como un ecosistema especial que refleja la evolución del ser humano en la tierra aumentando las expectativas de los turistas y perspectiva de estar viajando a un paraíso. Todo lo referido justifica la necesidad de cuidar su entorno tan frágil afectado por diferentes circunstancias. En el desarrollo esta disertación se enfocará en la contaminación que provoca la planta de mora, las consecuencias de su proliferación para otras especies y principalmente en su utilización de forma amigable con el medio ambiente para su control.

La contaminación es un severo problema que atraviesa el planeta, el cambio climático afecta a nuestro ecosistema y crece cada vez a niveles acelerados, una de las razones de este cambio es la deforestación de los bosques, consecuentemente la tala de árboles se produce por la sobre explotación que el ser humano provoca para satisfacer las necesidades propias, como la extracción de madera para fines de desarrollo industrial. Los árboles son los principales captadores del dióxido de carbono, este gas de efecto invernadero se encuentra en la atmosfera en pequeñas cantidades de igual manera es producido por las industrias, y afecta directamente la temperatura de nuestro planeta (Benavides Ballesteros & León Aristizabal , 2007).

Aunque los árboles disminuyen directamente la contaminación y el efecto invernadero, es contradictorio que cada vez sea menor la cantidad de bosques por la tala indiscriminada de estos. La principal causa para su tala indiscriminada es su uso en el sector de la construcción donde la madera que se obtiene es utilizada en la decoración, muebles, pisos, estructuras, etc.

Según el Informe de las Galápagos (2006-2007), expuesto por el Parque Nacional Galápagos, Ingala y junto a la Fundación Charles Darwin, la mora es escasa en algunos territorios del país contrario a la realidad de la provincia peninsular donde habita con abundancia, tal es así que se le denomina como: “planta muy invasora”, que impacta negativamente la flora de las islas al

crecer de forma exuberante y la sombra que produce impedir que otras plantas crezcan a sus alrededores. Esta situación se ha convertido en un problema que deberá abordarse para lograr un control de su proliferación dándole un uso adecuado y amigable con el ecosistema del área.

Los recursos no renovables disminuyen de forma acelerada y surge la necesidad de encontrar materiales que puedan sustituirlos. La madera es un material natural renovable, considerada como el único en la construcción que está en aumento y que al ser utilizada disminuye o evita el uso de los no renovables, pero la deforestación y sus implicaciones lleva a una lucha constante para evitarla. La presente investigación se centra en proponer un uso para la planta de la mora, como una alternativa ante su incremento en la zona a partir de su utilización en la fabricación de tableros aglomerados, una alternativa para el control de su expansión en las islas a considerar en los proyectos y planes encaminados a mitigar la deforestación. Inicialmente se deberán dar pasos cortos pero firmes para traducirlos en aportes factibles que pueden coadyuvar al cuidado del medio ambiente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mora forma parte de la alimentación humana por su bajo contenido calórico es un aporte de vitaminas se convierte en el alimento preferido a la hora de recomendar alimentación rica en fibra. Se presenta en más de 2.000 especies de plantas herbáceas, arbustos y árboles distribuidos por las regiones templadas de todo el mundo. (Moreu Burgos, -)

En algunos países del mundo se presenta escases de esta planta, lamentablemente en las Galápagos existe un fenómeno muy contrario a lo que ocurre en mencionados países. Según el Informe de Galápagos del 2006-2007, expuesto por el Parque Nacional Galápagos, Ingala y la Fundación Charles Darwin, en todas las Islas que forman parte de Galápagos se ha visto un incremento significativo a lo largo de los años con la extensión de esta planta, tal es el caso que actualmente es considerado una plaga distribuida a lo largo de las Islas, basta con observar las calles de Galápagos y se observa los arbustos en cada cuadra, los moradores del sector mencionan que es una situación insostenible por la sobreproducción y lo que acarrea la sobrepoblación de plantas.

La alcaldía de las Galápagos y las delegaciones responsables para el control de plagas denominan a esta invasión como la más perjudicial para la hierba de pastos, áreas desechadas y plantaciones de bosques presentando una consecuencia fatal al instante que entre a los bosques nativos y áreas de conservación natural (Walls, 2003).

En vista de la presencia de esta plaga se realiza trabajos extras para mitigar esta invasión lo cual no ha dado respuestas ya que las entidades tienen su enfoque en la erradicación de otras especies introducidas e invasoras como el chivo y las ratas.

Existen campañas por parte de la comunidad de desbroce voluntario, sin embargo, el trabajo realizado ha sido en vano debido al brote de la planta en 3 días después de su extracción, esto se debe a la expansión de la semilla por vientos, por insectos y la cantidad de arbustos presentes volviéndose imposible para la comunidad erradicarla. (Galápagos, 2008).

Por otro lado, los tableros aglomerados son utilizados en el sector de construcción debido a su excelente calidad y relación calidad/precio. Está formado por virutas de madera unidas entre sí con resina. Mencionando a su material principal madera es un amplio campo para definir la importancia de la utilización de este recurso y el cuidado del medio ambiente, naturalmente mencionar la madera es inmediato pensar en la tala de árboles consecuentemente la forma de disminuir dicha práctica. La finalidad de los investigadores actualmente es encontrar materiales que reemplacen la madera para reducir la tala de árboles y de esta manera realizar un aporte significativo para el medio ambiente.

Presentado las diferentes razones de estudio englobando un aporte para el medio ambiente tanto para Galápagos presentar una propuesta de uso para la plaga que afecta las islas y por otro lado investigando recursos que puedan reemplazar a los materiales que han sido desgastados con el pasar de los años por el hombre.

Se ha planteado la posibilidad de que el ramaje de los arbustos de mora sirva para elaborar tableros aglomerados constituyendo esto como una vía para mantener control sobre la proliferación de la mora ya que incentiva a la extracción de la planta para usarla como materia prima para la fabricación de un bien útil. Por otro lado, esta solución contribuiría a reducir la dependencia de productos importados del Ecuador continental, lo cual acarrea riesgos de introducción de especies debido al transporte de carga, y también a generar oportunidades de empleo y de voluntariado ambiental y social en las islas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un tablero de madera aglomerada utilizando fibra de una planta invasora (mora), de la Isla San Cristóbal, Galápagos.

Objetivos Específicos

- Explicar las características de los materiales que forman parte del tablero aglomerado a base de fibra de mora analizando sus propiedades físicas y mecánicas para realizar el prototipo a escala de laboratorio.
- Describir los ensayos de laboratorio realizados al tablero aglomerado a base de fibra de mora en base a los requisitos normados NTE INEN 3136, 895, 896, 897 y 898.
- Elaborar un prototipo a escala de laboratorio de un aglomerado de fibra mora cumpliendo con las normas establecidas para la aplicación en el sector de la construcción.
- Estimar los costos aproximados para la fabricación artesanal de tableros aglomerados de fibra de mora en las Islas Galápagos.

CAPÍTULO I

1. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES

1.1 Generalidades de la “mora” *Rubus niveus*

1.1.1 Origen

Rubus es un tipo de planta que se reproduce en varias partes del mundo, presentando mayor reproducción de la especie en regiones templadas. Alrededor del mundo existe 250 especies se presenta en forma de arbustos o tallos leñosos espinosos, las partes que conforman la planta poseen características peculiares como las hojas enteras, lobuladas y dentadas, además los frutos de la planta son comestibles y cultivados para su comercialización (Quinton, Fay, Ingrouille , & Faull, 2011).



Figura 1: *Rubus niveus* (Galapagos Conservancy, 2016)

Según la literatura, *Rubus niveus* es el nombre científico que recibe la planta conocida comúnmente como mora. Esta planta se dice que es nativa del Himalaya y que se ha expandido por regiones como el este de Afganistán, la India, China, Taiwán, las Filipinas, Sri Lanka, Malasia, Gansu en China entre otras.

En Ecuador específicamente en las Islas Galápagos se introdujo la planta en los años 70 para fines agrícolas y comerciales, para esto no se realizaron los estudios pertinentes para predecir el problema que se presentaría con el pasar de los años, inicialmente áreas con extensos terrenos quedaron inservibles y presentaron un daño en la flora nativa. En adelante se fijaron que los animales como roedores y aves se alimentaban de esta planta y esparcían la semillas a más terrenos, actualmente es visible en todo Galápagos especialmente en los bosques scalesia poseen una característica de ser lugares altos y cálidos presentando una habitad perfecta para su crecimiento. (Rentería JL, 2012)

Los extensos matorrales formados en las Galápagos se deben al éxito colonizador de esta especie, según los registros de los biólogos alrededor de 700 semillas se acumulan por metro cuadrado, de esta manera las semillas se agrupan en “bancos de semillas”. Citando a (Rentería JL, 2012) en su trabajo investigativo menciona que las semillas de la mora pueden permanecer un aproximado de 10 años esperando la condición idónea para germinar esto hace que las plantas nativas se vean afectadas por no contar con el espacio suficiente para desarrollarse.

Se cree que las especies introducidas de plantas que se registran en Galápagos incluirá entre 800 y 900 especies, un 70% más que el número de especies de la flora nativa (500), sin embargo, la isla tiene algunas especies altamente invasoras, varias de estas especies, incluyendo la mora, la cual ha expandido su rango, viéndose afectado el sector agrícola ya que existe una disminución de las hectáreas de cultivos, en la actualidad el Parque Nacional Galápagos y la Fundación Charles Darwin están realizando grandes esfuerzos por erradicarlas. (Parque Nacional Galápagos, Fundación Charles Darwin y Ingala, 2006)

1.1.2 Descripción de la planta

Rubus niveus es un arbusto espinoso, subrecto, espinoso y trepador, llega a medir una altura de 4-5 metros. Tallos glabrosos, cortantes, espinosos, abruptos, espinas estrechas con una base ancha, 7-10 mm de largo, recta o un poco curvada. (Galápagos, 2008). La descripción botánica de la *Rubus niveus* se presenta en la (Tabla 1).

Tabla 1: Descripción botánica de la *Rubus niveus* (Galápagos, 2008)

Descripción botánica de la <i>Rubus niveus</i>	
Reino:	Vegetal
División	Magnoliophyta
Clase:	Dicotiledonea
Subclase:	Arquiclamidea
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Genero:	<i>Rubus</i>
Especie:	<i>Niveus</i>
Sinónimos:	<i>Rubus albescens</i> Roxb; <i>Rubus foliosus</i> D. Don; <i>Rubus horsfieldii</i> Miq; <i>Rubus lasiocarpus</i> Sm ; <i>Rubus micranthus</i> D. Don; <i>Rubus pedunculatus</i> D. Don.



Figura 2: *Rubus niveus* en estado natural (Swanepoel, 2015)

- La mora tiene un tallo que varía de tres a cinco centímetros, comúnmente se presentan espinas en el tallo. Los tallos de la planta están divididos en tres partes: la primera que son tallos productivos, seguida de los vegetativos y finalmente los tallos que no crean frutos conocidos como látigo. (Martinez Salinas, A., & AL, 2007).



Figura 3: Tallo de *Rubus niveus* (Shaun Swanepoel, 2015)

- Posee una raíz pivotante con un alcance de 30 cm de profundidad en su crecimiento, por otra parte, las raíces secundarias se distribuyen en un rango de 10-20 cm de profundidad con respecto a la principal.

- Presentan un tipo de hojas de largo peciolo, imparipinnadas, de tres o cinco folíolos, alternas y con forma oblongo-lanceolada y bordes aserrados. Su color natural es verde oscuro por el haz y algo más claro por el envés.



Figura 4: Hoja de Rubus Niveus (Shaun Swanepoel, 2015)

- Las flores hermafroditas al momento de poseer varios pistilos y estambres pueden proceder a desarrollarse en los racimos laterales y terminales. El cáliz podría estar compuesto por cinco sépalos lanceolados que se tornan de color verde y la corola por cinco pétalos que pueden estar lobulados con colores blanco o rosado, esto puede variar según la especie.



Figura 5: Flor de Rubus Niveus (Blittersdorff, 2010)

- Fruto son polidrupas de modo elipsoidal. La floración de la mora no es homogénea, por lo que los frutos maduran de forma dispersa. Son varias drupas que se pueden adherir a un receptáculo que varía entre 5-7mm de diámetro y de color rojo-púrpura en su maduración. (Lawesson, 1987)



Figura 6: Fruto de *Rubus Niveus* (Granda, 2017)

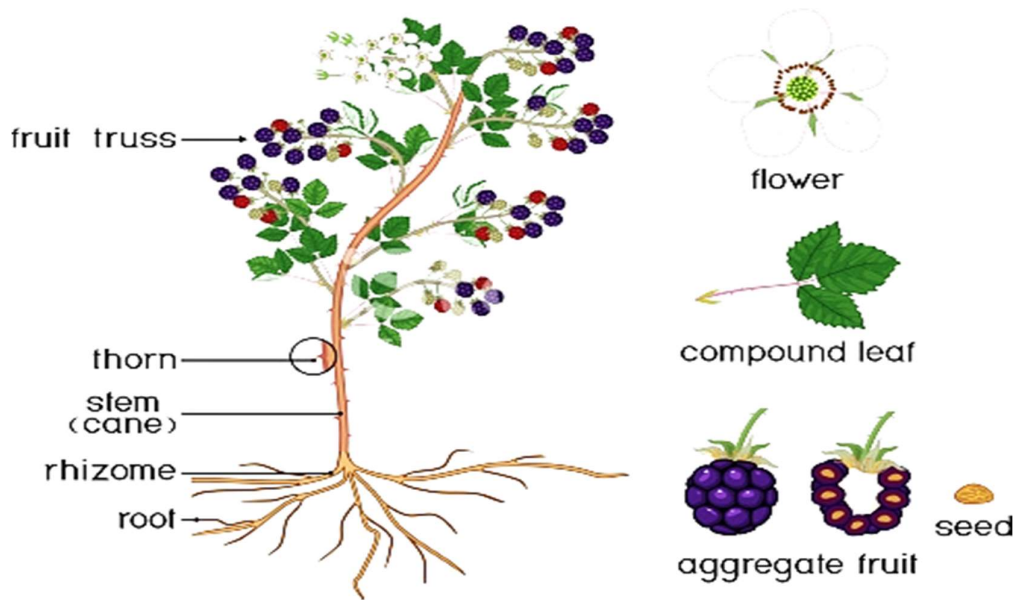


Figura 7: Partes de *Rubus Niveus* (Flaya, 2019)

1.1.3 Distribución de *Rubus Niveus*

En el Ecuador esta planta se introdujo en todas las regiones del país en lugares con elevaciones que van de 0-3.000 m (Galápagos, 2008). En las Galápagos la primera Isla con esta planta fue Santa Cruz, con el pasar del tiempo se fue distribuyendo en todo el archipiélago. La especie se encuentra presente en lugares alterados y habitados por el ser humano como zonas agrícolas, vías, parques, jardines reportando una zona extensa de su presencia, sin embargo, según estudios realizados se encuentra saludable enfocado en sus patógenos y cuenta con un hábitat amplio para desarrollarse.

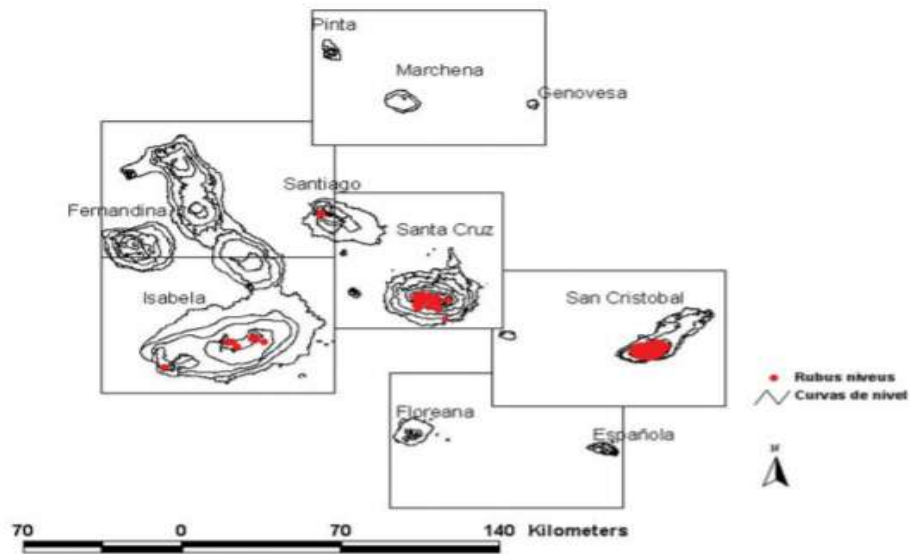
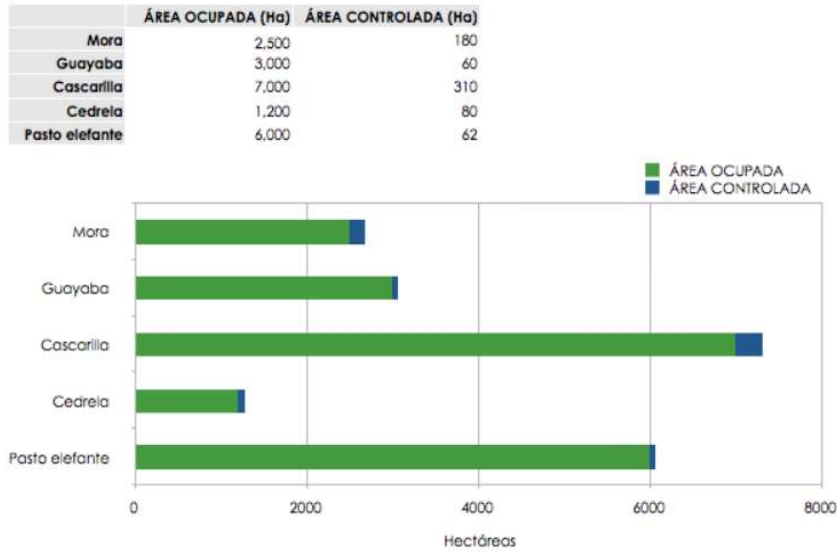


Figura 8: Distribución de Rubus Niveus en Islas Galápagos. (Galápagos, 2008)



Figura 9: Presencia de la planta de mora en las Galápagos. Isla San Cristóbal (David Proaño, 2020)

En el año 2008 las plantas introducidas en los años 1950 cubrían 10.000 hectáreas, y cuyos resultados de control se detallan en la siguiente tabla.



Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Figura 10: Control de plantas en Santa Cruz (Galápagos, 2008)

1.2 Tablero Aglomerado

1.2.1 Antecedentes

En 1910 se fabricó partículas técnicas y se obtuvo como resultado astillas con propiedades geométricas sirviendo como materia primera para el tablero de partículas. Considerando que en William Mason en 1925 inventó accidentalmente el tablero aglomerado de fibra mientras trataba de encontrar uso para las grandes cantidades de astillas de madera que era desechadas por los aserraderos, con el pasar del tiempo se fue realizando experimentos para mejorar este descubrimiento y es precisamente en 1936 el científico alemán Wilhelm Klaudivits alcanzaba elaborar tableros con partículas aglomeradas, utilizando adhesivos sintetizados con una prensa mecánica de platos.

Poco después en 1941 el tablero aglomerado toma fuerza debido a lo escaso de la madera en las ciudades, en este periodo de tiempo se consideró como reemplazo de la madera natural. Finalmente fue en la segunda guerra mundial donde se estableció el uso del tablero aglomerado con una conclusión importante en el uso de partículas finas y el mejoramiento de la calidad del tablero. (Chan Martín, Araujo Molina, Azueta García, & Solís Rodríguez, 2004)

Es claro para la industria el descubrimiento del material aglomerado resulta ser un aporte trascendental enfocándose como un material sustituto de la madera, a partir de ello el tablero de partículas se empezó a desarrollar en un campo más amplio, donde se fue variando el tipo y a su vez el tamaño de la partícula, así como también su orientación.

1.2.2 Descripción

El aglomerado de madera es un material usado para fabricar tableros y está compuesto por partículas de madera de distintos tamaños, en su interior se encuentran unidos entre sí con resina, pegamento u otro material; posteriormente es prensado a temperatura y presión controlada obteniendo como resultado el tablero. El origen de las partículas de madera que forman parte del tablero varía y de ello depende lo ambiental y ecológico que sea el tablero. (Chan Martín, Araujo Molina, Azueta García, & Solís Rodríguez, 2004)



Figura 11: Tablero de madera aglomerada (David Proaño, 2020)

Para su elaboración inicialmente se tritura los tableros de madera que no son aptos para servir como tablones, desperdicios de madera y materiales que ya no tengan una función específica o a su vez que vayan a ser desechados. El material triturado pasa por medio de una serie de tamices o cribas donde se separa el material grueso y fino. Se denomina a material grueso a las partículas que sean retenidas en el tamiz N°10 y material fino a las partículas que logren ingresar por el tamiz N°10.

Tabla 2: Número de tamiz y abertura (Carbotecnia, 2020)

Numero de tamiz y abertura		
Número Malla (U.S. STD. Sieve)	Abertura (mm)	Abertura (pulg)
8	2.38	0.0937
10	2.00	0.0787

El material clasificado como grueso forma una lámina de capa gruesa por un proceso de prensado, esta capa para formarse utiliza adhesivos y/o aditivos (resina de formaldehído, cola). Al forjar una superficie uniforme se aplica con calor y a presión las partículas más finas, de tal manera que de un acabado sin rugosidad y en el momento de la aplicación de calor y presión se añade las partículas más finas, de tal manera que la unión de las partículas forme una

superficie lisa para poder ser utilizada. El resultado del tablero (largo, ancho, tipo, espesor y compuestos) puede variar por el tipo de partículas de madera que se utilice, adhesivos, aditivos y temperatura a la que se preense.

1.2.3 Características

1.2.3.1 Aplicaciones

Los usos de los tableros dependen del material que se emplea para formación de este. Utilizan maderas tal como el pino, chopo o eucalipto. En la actualidad y la visión ecológica se implementan nuevos materiales para evitar el uso de la madera consiguiendo iguales resultados, por ejemplo, en investigaciones realizadas hacen uso de madera quemada de incendios, con ello se logró conseguir facilidad para trabajar y mecanizar. Otra de las razones de su uso es la estabilidad y la uniformidad que brindan a la hora de ser usado tomando en cuenta que no debe estar en contacto con ambientes húmedos.

Algunas de sus aplicaciones se detallan en el siguiente apartado:

- Carpintería y muebles.
- Construcción: En este punto de lo puede utilizar como base de cubiertas, al momento de crear divisiones interiores, para fabricar tabiques, doblado de paredes, base de suelos, encofrados que se podrían reutilizar, vigas de cajón o casetones.



Figura 12: Muebles de tableros aglomerados (Mina, 2017)



Figura 13: Tipos de tableros aglomerados (Maderame, 2020)

1.2.3.3 Proceso de fabricación tablero de madera aglomerada

Ecuador inicio la fabricación de dichos tableros en el año 1978 alrededor de 10 años después del pacto andino, en la actualidad Novopan y Aglomerados Cotopaxi son las líderes en el mercado ecuatoriano en la fabricación de tableros aglomerados.

El proceso de fabricación del tablero con madera aglomerada se puede visualizar en la (Figura 12), posteriormente en el próximo apartado se detalla cómo se realiza el proceso hasta llegar al resultado final.

CATEGORÍA	APLICACIÓN
P1	Madera de construcción para uso en interiores.
P2	Madera para muebles para uso en interiores.
P3	Madera que resiste la humedad mejor que la madera aglomerada estándar para usos que no soportan cargas.
P4	Tablones que soportan cargas para uso en interiores.
P5	Madera que resiste la humedad mejor que la madera aglomerada estándar para aplicaciones que requieren soportar cargas.
P6	Tablas del suelo que soportan cargas pesadas para uso en interiores.
P7	Madera que resiste la humedad mejor que la madera aglomerada estándar para aplicaciones que requieren soportar cargas pesadas.

Figura 14: Proceso de fabricación de tablero de madera aglomerada. (Woodproducts.fi,2020)

- **Astillado.** - previo a iniciar este proceso la materia prima en este caso la madera es controlado por un detector de metales previniendo el daño de la maquinaria, este proceso se realiza en la

máquina astilladora y consiste en triturar la materia prima en pequeñas partículas para almacenarla en silos hasta su posterior uso.

- **Viruteado.** - las partículas astilladas se transforman en virutas y se procede a un secado riguroso para posteriormente pasar al tamizaje del material donde se separan las partículas finas y gruesas.
- **Encolado.** - en este proceso se define el tipo de pegamentos que se utilizará para la formación del tablero, una vez elegido el pegamento idóneo se impregna en las partículas con la finalidad de adherencia entre las virutas.
- **Formación.** - para este procedimiento se utilizan máquinas de alta gama tecnológica, de tal manera que la formación del tablero es en poco tiempo se inicia el proceso ubicando el material en un molde grande para formar la manta del tablero.
- **Prensado.** - una vez formado el molde se coloca en la máquina prensadora a una temperatura alrededor de 170 grados centígrados y procede a compactar formando por completo al tablero.
- **Secado.** - finalmente con el tablero fabricado se ubica en una rueda de radios para su enfriamiento.
- **Corte y curado.** - se realiza el dimensionamiento y pulido del material dependiendo del uso que se vaya a emplear o los requerimientos de la empresa.

Este es el procedimiento normal para la elaboración de tableros aglomerados en esta presente investigación se detalla todo el procedimiento que se siguió para obtener el tablero aglomerado propuesto con fibra de planta invasora (mora).

1.2.3.4 Proceso de fabricación tablero de fibra de mora

El proceso de fabricación será el mismo para los tableros convencionales, por tal motivo hemos solicitado a la empresa Novopan facilitar sus instalaciones para su realización.

Novopan es una empresa que alcanzado un reconocimiento por sus productos de calidad en el mercado ecuatoriano la cual ha logrado posicionarse como una de las mejores en esta industria, nació el 17 de abril de 1978 en la ciudad de Quito, se dedican a realizar productos de madera tales como paneles MDP, paneles MDF, puertas MDP, se especializan en tableros aglomerados de madera de pino y eucalipto melamínico de alta calidad. (NOVOPAN, 2017)

Esta empresa cuenta con 5 certificaciones en sus procesos tales como ISO9001:2008 que certifica su calidad, ISO14001:2004 adicionalmente certifica su compromiso con el medio ambiente, ISO 18001:2007 norma que certifica seguridad y salud ocupacional, certificación BASC asegura que su sistema de control de seguridad en todas sus actividades y la certificación ambiental Punto Verde otorgada por la ministerio de ambiente, incentiva a utilizar nuevas y mejores prácticas productivas y de servicios hacia la competencia óptima en las empresas públicas y privadas.

Novopan tiene en el Ecuador 7400 hectáreas de especies de pino y eucalipto de su patrimonio, pero además tiene 1840 hectáreas bajo la modalidad de convenio.

Las plantaciones se manejan en cuatro zonas: “Zona Centro (1867,6 has), Zona Norte (1368,70 has), Zona Costa (806,36 has) y Zona Sur (2331,14 has). Con el fin de producir las plantas requeridas, la empresa produce más de dos millones de plantas cada año en sus viveros ubicados en las localidades de Itulcachi (Pichincha), Pisangacho (Imbabura) y Los Ángeles (Santo Domingo)”. (NOVOPAN, 2017).

Mediante a su tecnología ya valor agregado fue posible la conformación del mencionado tablero para luego proceder a tomar probetas y analizar si cumplen con la normativa.

Acopio

La recolección desde raíz de la materia prima (mora) se realizó en la Isla San Cristóbal en un área de 20 metros cuadrados. Se aplicaron diferentes químicos para microorganismos, bacterias, parásitos y polillas que pudieran tener estas plantas, para ser trasladadas a la ciudad de Quito a la empresa Novopan S.A. quienes nos permitieron ocupar sus instalaciones y equipo técnico para realizar este prototipo de tablero aglomerado.



Figura 15: Isla San Cristóbal, plantas invasoras de mora (David Proaño, 2020)

Descortezado y triturado

Se realizó la limpieza de la planta, donde se dejó libre de frutos y flores que pudieran aportar más humedad al proceso de fabricación. Las partículas fueron trituradas por un molino obteniendo así virutas chips o astillas.



Figura 16: Proceso de descortezado y triturado Novopan S.A. (David Proaño, 2020)

Secado

Las partículas fueron llevadas a cámaras de combustión a altas temperaturas para el secado de la fibra de mora en un rango de temperatura de 700°C y 800°C aproximadamente, para reducir su humedad al máximo. Continuando con el proceso la fibra seca fue llevada a una zaranda donde se clasificó en material fino y grueso que fueron almacenados en pilas para no confundirlos durante unos 15 minutos,



Figura 17: Material de fibra fino apilado (David Proaño, 2020)

Encolado

Luego de tener las fibras secas se realizó el proceso de encolado con la ayuda tecnológica de equipo computarizado especializado que permitió combinar la fibra de mora con la resina supervisando su viscosidad en la balanza para que sea transportada mediante una banda al equipo esparcidor, la velocidad de transporte depende del espesor del tablero que vallamos a realizar. El equipo esparcidor se encarga de formar una cama repartiéndolo uniformemente conformando así dos capas exteriores de material fino y una capa interior de material grueso. Este proceso de selección de partículas es llamativo pues se define el peso de la madera al ser expuestas a un juego de aire.



Figura 18: Encolado de tableros Novopan S.A. (David Proaño, 2020)

Proceso de prensado

Después de la colocación de las capas de partículas el tablero queda con un espesor similar a la de un colchón, lo cual se reduce a través de un sencillo proceso de prensado de alto tonelaje que en un tiempo y una temperatura regulada consigue el espesor deseado.



Figura 19: Máquina prensadora de tableros. Novopan S.A. (David Proaño, 2020)

Corte de tableros

Para dejar la superficie lisa del tablero, este fue lijado para liberarlo de las asperezas y darle el acabado deseado. El tablero fue cortado con la ayuda de escuadras de alta precisión a la medida estándar de los que se realizan en Novopan S.A. 2,40m x 2,15m,



Figura 20: Proceso de corte de tableros. Novopan S. A. (David Proaño, 2020)

Finish foil

El producto final del tablero se da mediante laminados con la técnica de termo fundido con papel melamínico para lograr una adherencia entre caras y el papel.



Figura 21: Proceso de empapelar termo fundido. Novopan S. A. (David Proaño, 2020)

Formación de las capas y prensa

Las capas fueron formadas a 200°C de temperatura y una presión de 220kg/cm² por al menos unos 8 segundos por milímetro para que alcance su estabilidad y compactación óptima, a continuación, el tablero es trasladado al área de enfriamiento en el cual pasa entre un rango de tiempo de 5 a 10 minutos en el caso del prototipo paso 8 minutos por tener un espesor de 20mm



Figura 22: Máquina de enfriamiento de tableros aglomerados. Novopan S. A. (David Proaño, 2020):

Pulimiento

El pulimento se realizó con la ayuda de escuadras y sierras de alta precisión, para mantener la calidad de sus acabados.

Este proceso realizado se puede observar de mejor manera como se explica en el siguiente gráfico.



Figura 23: Área de pulido de tableros, Novopan S. A. (David Proaño, 2020)

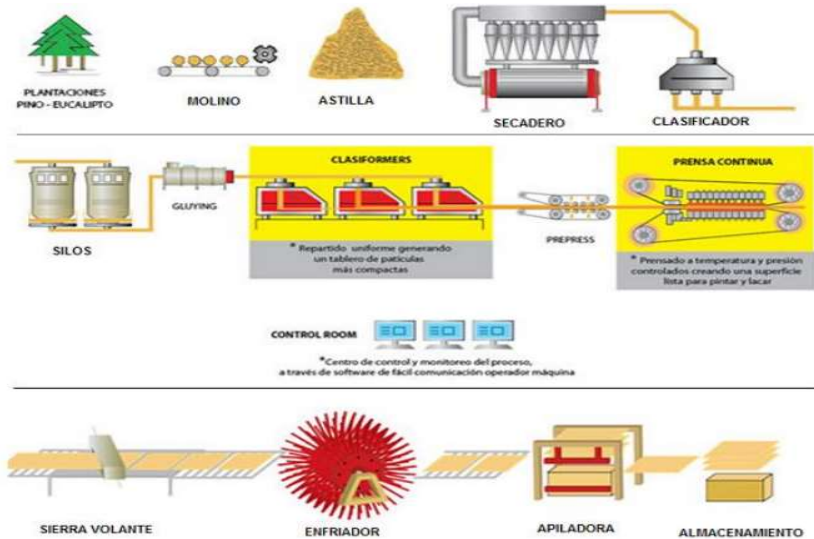


Figura 24: Proceso de fabricación de tableros. (NOVOPAN, 2017)

Se puede observar en la imagen el resumen del procedimiento para formar los tableros en la planta de Novopan S.A., el objetivo de nuestro proyecto es obtener un tablero comparable en precio y calidad que sea competitivo en el mercado.

1.2.3.5 Metodología

Tipo del trabajo

La tipología técnica de este proyecto se debe a que se quiere colocar a la actual formulación de adhesivo con resina UF líquida con de fibra de mora para analizar las características físicas del tablero.

Nivel de investigación

Para obtener un correcto ejemplar de muestra se investigó exhaustivamente los factores que intervienen en la producción de tableros aglomerados, así como a la normativa que debe regirse para ofrecer la calidad estandarizada y que este producto satisfaga los requerimientos del mercado. Considerando estas variables y las concernientes a la normativa de calidad se procedió a la búsqueda de la dosificación óptima de fibra con resina Urea-Formaldehido.

Etapas del proyecto

Para medir la calidad de nuestro producto se realizó los ensayos que garanticen la calidad de nuestro tablero en los laboratorios certificados de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, La experimentación se detalla a continuación en el siguiente capítulo, así como los ensayos a los cuales fue expuesto las probetas o muestras.

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS

2.1 Normas y ensayos de control de calidad

Determinación de las dimensiones de las probetas de ensayo

Para determinar las dimensiones de las probetas de ensayo se sigue la norma NTE INEN 895.

2.1.1.1 Equipos

Para determinar las dimensiones de probetas se requiere básicamente de dos equipos:

- Para la medición del largo y ancho se requiere de un calibrador que tenga una precisión de 0,1 mm.
- Para la medición del espesor se requiere de un micrómetro que tenga una precisión de 0,01 mm.

2.1.1.2 Preparación de la muestra.

Se procede a obtener diez probetas de ensayo de un tablero de aglomerado de planta de mora, cinco probetas serán de la dirección transversal y cinco de la dirección longitudinal como se observa en la (Figura 13). Las probetas se almacenan a una temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $65\% \pm 5\%$ de humedad relativa.



Figura 25: Toma de probetas de ensayo de un tablero aglomerado (David Proaño, 2020)

2.1.1.3 Procedimiento

Para obtener las probetas primero se marcan los puntos de medición. La cantidad y la ubicación de los puntos de medida en el tablero tienen concordancia con la correspondiente norma técnica.

Para medir el ancho y el largo de las probetas se coloca la mandíbula del calibrador sobre la pieza sin presión excesiva. Es importante que entre el calibrador y el plano de la pieza exista un ángulo de 45° aproximadamente. Para medir el espesor se coloca suavemente el micrómetro sobre la superficie de la pieza.

Se llega entonces a obtener probetas de prueba como se indica a continuación:



Figura 26: Probeta de ensayo obtenidas de un tablero aglomerado (David Proaño, 2020)

Las probetas de ensayo obtenidas tienen 100 cm^2 de área, 100 mm de largo por 100 mm de ancho. El volumen es 200 cm^3 , 100 mm de largo por 100 mm de ancho por 20 mm de espesor.

2.1.2 Determinación del contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad de las probetas de ensayo se sigue la norma NTE INEN 896.

2.1.2.1 Equipos

Para determinar el contenido de humedad de las probetas obtenidas se requiere:

- Una balanza con una sensibilidad de 0,01 g para pesar las piezas.
- Una estufa de secado que permita mantener una temperatura de $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ con ventilación.
- Un desecador con gel de sílice para acercarse a la condición de absolutamente seco.

2.1.2.2 Preparación de la muestra

La determinación del contenido de humedad se lleva a cabo con las probetas obtenidas de acuerdo con la norma NTE INEN 895. Los ensayos se llevan a cabo con piezas de un área total de 100 cm² y una masa mínima de 20 g.

2.1.2.3 Procedimiento

En primer lugar, se obtiene el peso de las probetas antes del secado, para esto se mide la masa de la pieza de ensayo con la balanza con una aproximación de 0,01 g (Figura 15). Para el secado se introduce las piezas en la estufa a una temperatura de 103 ± 2 °C (Figura 16-a). Para alcanzar una masa constante en las piezas, periódicamente se pesan las piezas hasta que el resultado de dos pesadas sucesivas no difiera en más de 1% (Figura 16-b). Una vez que las probetas tienen una masa constante se dejan enfriar en el desecador a temperatura ambiente y luego se procede a pesarlas para obtener el peso después del secado.

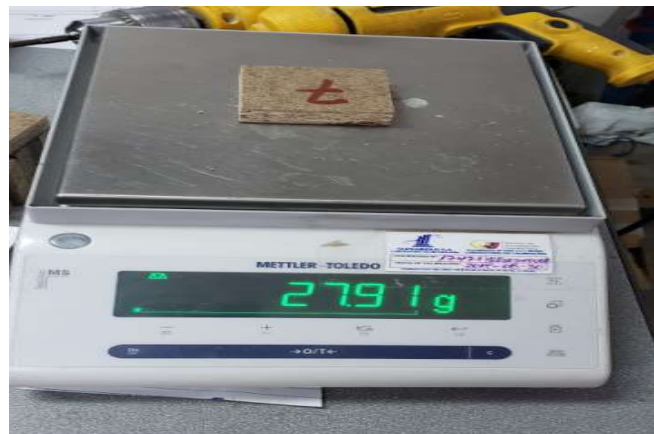


Figura 27: Pesado de una probeta de ensayo (David Proaño, 2020)



Figura 28: Proceso de secado. a) estufa de secado, b) Probetas de ensayo en la estufa a 103 °C

(David Proaño, 2020)

2.1.2.4 Cálculos

Para obtener el porcentaje del contenido de humedad (CH) para cada probeta se calcula con la (Ecuación 1). Los valores obtenidos deben ser lo más aproximados a 0,1%.

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

Ecuación 1: Porcentaje del contenido de humedad

Donde: m_0 =masa de la pieza antes del secado en gramos.

m_1 =masa de la pieza después del secado en gramos.

2.1.3 Determinación de la densidad aparente

Para lograr determinar la densidad aparente de las probetas de ensayo se sigue la norma NTE INEN 897.

2.1.3.1 Equipos

Para determinar la densidad aparente de las probetas obtenidas se requiere:

- Un calibrador para medir el largo, ancho y espesor de las piezas con una aproximación de 0,01 mm.
- Una balanza para la medida del peso con aproximación de 0,01 g.

2.1.3.2 Preparación de la muestra.

El muestreo de las probetas de ensayo se realizó con la norma NTE INEN 895. Las piezas obtenidas tienen una medida de 100 mm por cada lado, con los bordes rectos y limpios.

Procedimiento.

El proceso consiste en pesar cada una de las piezas de ensayo con la balanza como se indica en la (Figura 15). Luego, se miden las dimensiones de cada pieza como se indica en la (Figura 17). Con estas medidas se calcula el volumen de cada pieza con aproximación de 0,1 cm³.

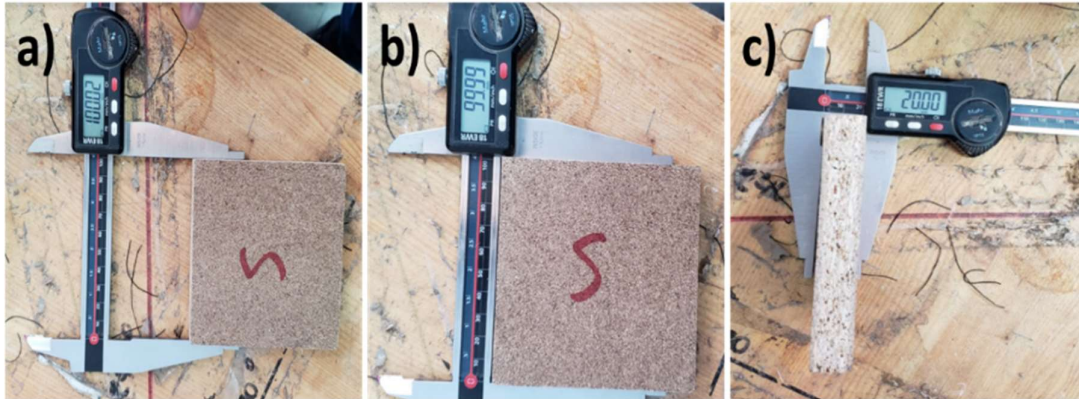


Figura 29: Toma de medida de una probeta de ensayo. a) medida del largo, b) medida del ancho, c) medida del espesor (David Proaño, 2020)

2.1.3.3 Cálculos

Para obtener la densidad aparente (DA) de cada probeta se calcula en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) con la (Ecuación 2).

$$DA = \frac{m_0}{V} \times 10^6$$

Donde: m_0 =masa de la pieza *Ecuación 2: Densidad aparente*

V =volumen de la pieza en mm^3 .

2.1.4 Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular

Para determinar la resistencia a la tracción perpendicular a las caras se sigue la norma NTE INEN 898.

2.1.4.1 Equipos

Para determinar la resistencia a la tracción perpendicular a las caras de las piezas obtenidas se requiere:

- Una máquina de tracción que tenga la capacidad de medir con exactitud de 1 kg.
- Instrumentos de medición de las piezas de ensayo obtenidas.

2.1.4.2 Preparación de la muestra

Las muestras obtenidas se obtienen con la norma NTE INEN 895. Las piezas para este procedimiento tendrán la forma como se indica en la (Figura 18). Además, se realizaron dos

tipos de piezas de este tipo: una para hallar la resistencia radial y otra para la dirección tangencial.



Figura 30: Pieza para ensayo de la resistencia de tracción perpendicular a las caras (David Proaño, 2020)

2.1.4.3 Procedimiento

Se mide la altura y el ancho de la sección central de la pieza con aproximación de 0,1 mm. Luego, se calcula el área de la pieza antes de sujetarla entre las mordazas de la máquina de tracción. La carga se aplica a una velocidad constante de 400 kg/min hasta la rotura. Se toma el valor de la carga de rotura con una aproximación de 1 kg. Finalmente, de la pieza rota se determina el contenido de humedad con la norma NTE INEN 896.

2.1.4.4 Cálculos

La resistencia a la tracción perpendicular a las caras en kg/cm² (σ_H) para tableros cuya humedad sea H por 100 con aproximación de 1 kg/cm² se obtiene con la (Ecuación 3).

$$\sigma_H = \frac{P_r}{S}$$

Ecuación 3: Resistencia a la tracción perpendicular

Donde: P_r =carga de rotura en kilogramos.

S =área de la sección recta central de la probeta en cm².

Para el cálculo de la tracción perpendicular a las caras del tablero se calcula la media aritmética de las piezas obtenidas de éste.

2.1.5 Determinación de la resistencia de la tracción externa

Para determinar la resistencia de la tracción externa se sigue la norma NTE INEN 3136.

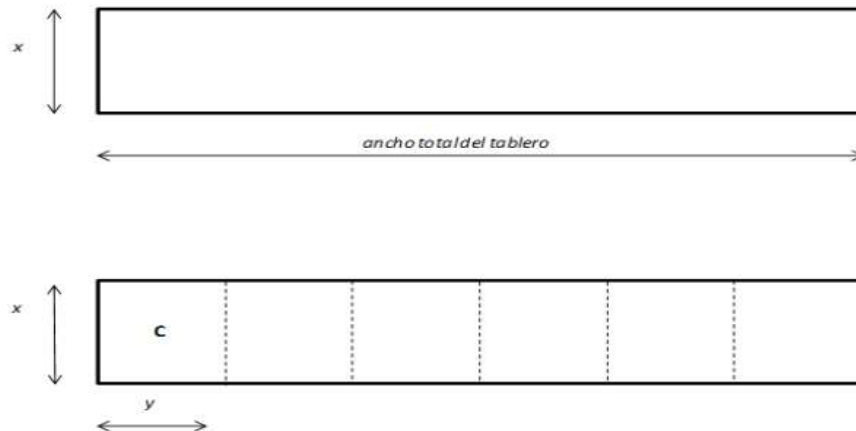
2.1.5.1 Equipos

Para determinar la resistencia a la tracción externa de las piezas obtenidas se requiere:

- Un dinamómetro cuya exactitud sea de 1 N.
- Instrumentos para determinar las dimensiones de las piezas. El largo y ancho con una precisión de 1mm y el espesor con una precisión de 0,1 mm.

2.1.5.2 Preparación de la muestra

Las piezas de ensayo que se tomaran deben seguir las especificaciones de la (Figura 19) y la Tabla 3 que especifican como son las dimensiones de acuerdo con el espesor.



Leyenda

x ancho de la muestra*

y largo de la muestra**

* variable según el espesor del tablero.

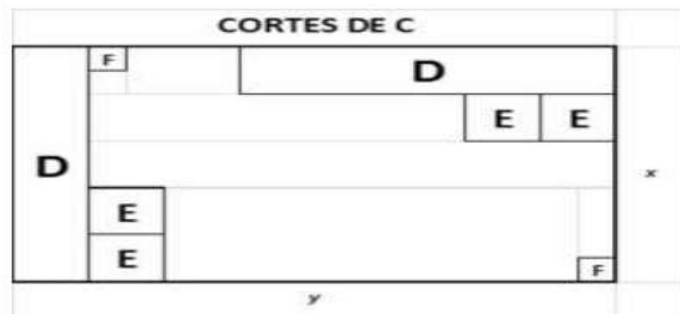
** 1/6 del ancho total del tablero (para Aglomerada), 1/3 del ancho total del tablero (para MDF).

Figura 31: Especificaciones de las piezas de ensayo. Tomado de la norma NTE INEN 3136 Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2018)

Tabla 3: Dimensiones de x según su espesor (David Proaño, 2020)

Espesor (mm)	X para MDF (mm)	X para aglomerado (mm)
4	200	200
5,5	200	-
6	200	200
9	250	250
12	250	250
15	250	250
18	250	250
19	250	250
25	275	275
30	325	325
36	385	385
38	405	-
45	475	-

Para los cortes que se deben realizar a la muestra se sigue la (Figura 20), en donde las probetas D, E, F deben corresponder a lo que se especifica en cada método de ensayo.



Leyenda

- D probetas para flexión
- E probetas para tracciones y agarre tornillo
- F probetas para hinchamiento

Figura 32: Especificaciones de las piezas de ensayo. Tomado de la norma NTE INEN 3136. Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2018)

2.1.5.3 Procedimiento

Se preparan un mínimo de 5 probetas para evaluación. En el caso de la probeta E, ésta debe tener una dimensión de 50 mm x 50 mm. Se procede entonces a medir el largo y ancho de la probeta de ensayo con una aproximación de 0,1 mm.

Luego, se sujeta la pieza entre las mordazas del dinamómetro y se coloca el conjunto bloque-probeta en los tacos de agarre para aplicar el esfuerzo de tracción hasta el desprendimiento de la capa externa (Figura 21).



Figura 33: Pieza colocada en las mordazas del dinamómetro para obtener su carga de rotura (David Proaño, 2020)

Posteriormente, se aplica la carga a velocidad constante de $5 \text{ mm/min} \pm 2 \text{ mm/min}$ y se lee la carga de rotura con aproximación de 1 N.

2.1.5.4 Cálculos.

La resistencia a la tracción perpendicular en N/mm^2 (T_{\perp}) se obtiene con la (Ecuación 4).

$$\text{Ecuación 4: Resistencia a la tracción perpendicular} = \frac{P}{S}$$

Dónde: P= carga de rotura en Newton.

S= área de la probeta en mm^2 .

Para el cálculo de la resistencia a la tracción externa de un tablero se calcula la media aritmética de los resultados obtenidos sobre todas las probetas obtenidas del mismo tablero.

Cuadro comparativo entre el tablero de fibra y tablero convencional

Tabla 4: Comparación tablero de fibra y convencional (David Proaño, 2020)

Especificaciones	Tablero de fibra de	Tablero convencional
	Novopan S.A. mora	
Espesor	20 mm	18 mm
Densidad	135+/- 2.32 Kg/m ³	660+/- 33 Kg/m ³
Dimensiones	2.15x2.44 m	2.15x2.44 m
Peso	4.16+/-0.24 Kg	62+/-3.1 Kg
Tracción	3.81 kg/cm ² .	3.8 kg/cm ² .

Tabla tomada de (NOVOPAN, 2017), La cual nos muestra las especificaciones técnicas y la resistencia de sus tableros aglomeradas para lo cual vamos a comparar con los resultados obtenidos en laboratorio.

Tabla 5: Especificaciones técnicas Novopan S. A. NOVOPAN, 2017)

Especificaciones Técnicas				
Espesor +/-0.3 mm	Densidad (kg/m ³) +/-5%	Peso (kg) Tablero 2.15 x 2.44 m 7x8 pies +/-5%	Módulo de ruptura (kg/cm ²) flexión mínima	Resistencia a la tracción (kg/cm ²) Min.
4	773	16	220	6,6
6	742	23	220	6,6
9	700	33	189	5,5
12	680	43	189	5,5
15	670	53	171	4,9
18	660	62	171	3,8
25	600	78	147	3,3
30	600	94	131	2,7

Se puede concluir que el tablero de aglomerado o MDP y de MDF resulta un producto sustituto de la madera natural maciza, por sus propiedades de adaptabilidad, textura, amplia gama de colores, las opciones de terminado final como laca, foil o melanina, y su costo, han sido de gran aceptabilidad tanto en el mercado nacional como internacional. Presentan varias aplicaciones como: fabricación de muebles de oficina y hogar, se usa para partes de la construcción de vivienda y para trabajos manuales, se puede elaborar también cajas para exportación y muchos otros usos. Esto hace de estos productos una industria atractiva.

Se observa que el peso de nuestro tablero de un espesor de 20 mm es 14.16+/-0.24 kg, a comparación de los tableros convencionales de 18 mm que el peso es 62+/- 3.1 kg apreciamos que es abismal la diferencia y los resultados son competentes para la calidad del mercado ecuatoriano, por esta razón este tablero puede ser acogido ya que su manejabilidad y transporte se facilitará para los posibles clientes.

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

3.1 Materiales

3.1.1 Resina para elaboración de la madera

La resina más utilizada en la industria para la elaboración de los tableros es la resina urea-formaldehído. La tonelada de la resina tiene un costo de \$700. La empresa la cual puede proporcionar la resina se llama AkzoNobel-Interquimec S.A. y es de Ecuador. La derivación de la resina proporcionada es cr600.

3.1.2 Dimensiones de los tableros

La máquina China JINLUN/JLM produce tableros de aglomerado de medida estándar de 2.15 m x 2,44 m x 20 mm.

3.1.3 Resina por cada tablero

Se debe tomar en cuenta que para un m^3 de aglomerado se requiere de 80 Kg de resina. Si se mencionó anteriormente que las dimensiones del tablero de aglomerado eran 2.44 m x 1.22 m x 0.005 m, dando un volumen total de $0.014884 m^3$. Por tanto, para un tablero producido por la máquina China se necesita de 1.19072 Kg de resina. Entonces como referencia con una tonelada de resina se pueden realizar 840 tableros.

3.2 Equipo

Para este prototipo se comprará una máquina de China que realiza madera contrachapada. Dicha máquina tiene las siguientes dimensiones: largo=3.5 m, ancho=1.37 m, altura=4.3 m (Figura 22). Entre algunas especificaciones de la máquina a adquirir se obtuvo: periodo de trabajo de 30 min, presión de trabajo de 500 Ton, función de prensa de a bordo, voltaje de 380 V/440 V, certificación CE/ISO/TUV.



Figura 34: Máquina de prensado en caliente JINLUN/JLM (GADSANTACRUZ, 2020)

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTACIÓN ARTESANAL EN LAS GALÁPAGOS

4.1 Descripción de taller artesanal

4.1.1 Ubicación

Las empresas ecuatorianas dedicadas a la fabricación de tableros de madera tienen como objetivo el aprovechamiento total de sus recursos para obtener así mayor utilidad, el mejoramiento de la calidad de sus productos los vuelve altamente competitivos con el mercado internacional. Sin embargo, se encuentran con problemas de productividad como es la utilización del suelo debido a normativas existentes en el país como la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

Para determinar la ubicación del taller artesanal se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- El archipiélago de las Galápagos está conformado por 13 grandes islas volcánicas, 6 islas más pequeñas y 107 rocas e islotes.
- De esas 13 grandes islas volcánicas las principales son San Cristóbal con un área de 558km², Santa Cruz con 986 km² e Isabela con 45800km².
- Según el INEC 2015 San Cristóbal cuenta con 7.199 habitantes, Santa Cruz 15.701 habitantes e isla Isabela con de 2.200 habitantes.
- Según la organización Charles Darwin la especie de planta invasora *Rubus Nievus* (mora) se encuentra en las tres islas por que se necesita una ubicación intermedia a donde llevar las plantas de todas; por su ubicación la más indicada es la isla Santa Cruz.



Figura 35: Mapa archipiélago de las Galápagos (GADSANTACRUZ, 2020)

- La isla Santa Cruz cuenta con una parroquia urbana llamada Puerto Ayora y con dos rurales Bellavista y Santa Rosa.



Figura 36: Parroquia del Cantón Santa Cruz (GADSANTACRUZ, 2020)

Este prototipo se deberá ubicar en un terreno en la zona rural de Bellavista en la isla Santa Cruz, que cuente con un área de 10000m² valorado su arriendo anual en 35000 dólares americanos, según Haus Servicios Inmobiliarios.

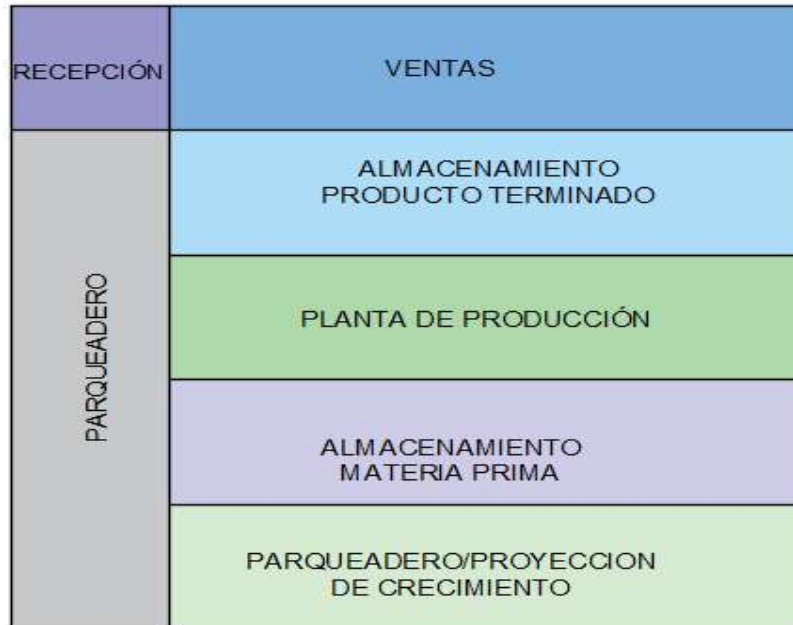


Figura 37: Distribución de taller artesanal (David Proaño, 2020)

Se propone una distribución de espacio en la cual se puedan aprovechar los espacios y sistematizar los procesos del taller, él que trata de reducir tiempo en los procesos por logística.

4.1.2 Impacto Ambiental

Las Islas Galápagos cuentan con un ecosistema muy frágil por lo que es necesario realizar un análisis del impacto ambiental que este taller artesanal producirá en la zona. Mediante la utilización de una matriz realizamos una valoración cualitativa de los impactos que se darían.

Tabla 6: Matriz Ambiental (David Proaño, 2020)

IMPACTO AMBIENTAL	Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso	Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Carácter	Duración			Espacio								
Calidad del aire		X		X		X	X			X		X	Severo
Contaminación de las aguas		X		X	X		X		X		X		Moderado
Erosión		X	X		X		X		X		X		Compatible
Pérdida de cultivos		X	X		X		X				X		No significativo
Pérdida de vegetación	X			X		X		X		X		X	Positivo
Pérdida de hábitats		X	X		X		X		X				No significativo
Riesgo de incendios		X	X		X		X		X				No significativo
Empleo y renta	X			X		X		X	X		X		Positivo
Nivel de ruidos		X		X		X	X		X			X	Crítico

Esta valoración terminó con un juicio de los efectos clasificados en: severo, moderado, compatible, no significativo, positivo y crítico.

Se Determinará un plan de manejo ambiental en el cual se pueda mitigar la contaminación generada por el taller especialmente en el aire y nivel ruido que son los más críticos en nuestra matriz así también se puede prevenir futuras multas por parte del ministerio de Ambiente.

Lo que nos lleva a tener presente un manejo adecuado del plan ambiental ya que La Islas Galápagos es considerada un patrimonio de la humanidad y no sería prudente tener problemas de este tipo, con ello nos queda ser sistemáticos y rigurosos en los procesos propuestos para llevar al mercado este tipo de tablero aglomerado, que permitirá tener versatilidad e innovación en el mercado de las islas.

4.1.2 Implementación

Dentro de la implementación del taller es realizar un diseño sostenible que permita eliminar el impacto ambiental lo mayormente posible. Por lo que se toma en cuenta los siguientes aspectos.

- Reducción del impacto ecológico por tratarse de una especie invasora (*Rubus Nievus*) que afecta el ecosistema del sector, lo que disminuye el costo de transportación.
- Debido a que es una planta con tallos muy delgados con respecto a las materias primas de los tableros convencionales, el proceso de astillado es menor lo que reduce significativamente el consumo energético.
- La calidad del tablero elaborado es igual a la calidad de los que se ofertan en el mercado, pero su manejabilidad hace la diferencia al obtenerse uno producto final más liviano y de fácil transportación.
- En el terreno escogido debe ser en una zona donde no haya afluencia de personas ni cerca de hoteles o lugares turísticos donde se debe construir un galpón para la localización de la maquinaria y la producción de la madera (aglomerado).
- El primer paso por seguir es realizar el trazo y replanteo respectivo. Luego, se debe nivelar el terreno, si es necesario se deberá rellenar con material afirmado y compactar con el rodillo.
- Sobre el terreno preparado se construye una plataforma de concreto de 16 m de largo por 11 m de ancho. Se realiza un cerco con ladrillos y se coloca la estructura metálica, para esto primero se colocan los postes y vigas en los galpones. Luego, se procede a colocar la cumbrera y las planchas de techo.
- Es importante detallar que para la construcción de galpones se utiliza fierro negro.

A continuación, se expone un diseño renderizado del galpón que se desea construir.

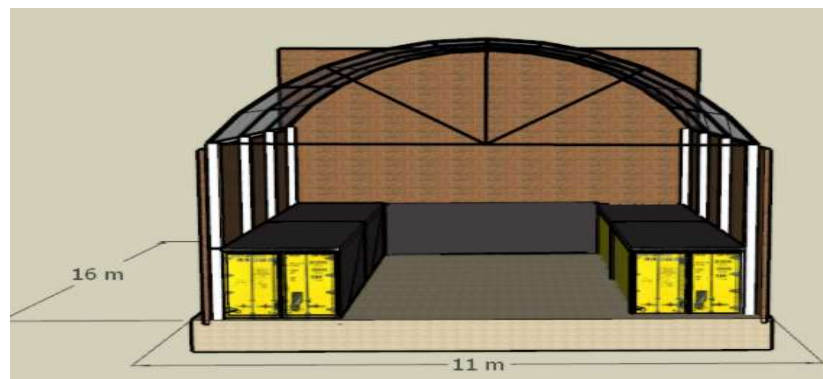


Figura 38: Render Galpón vista frontal (David Proaño, 2020)



Figura 39: Render del Galpón vista Isométrica (David Proaño, 2020)

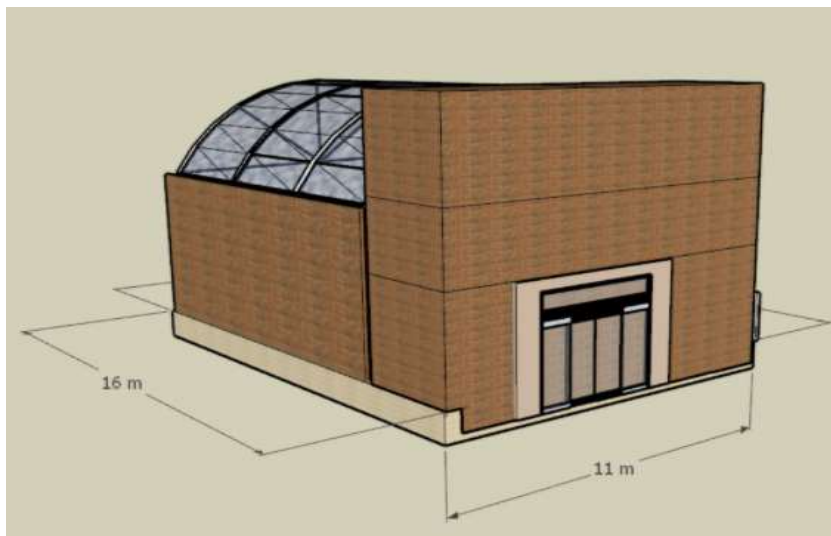


Figura 40: Render Galpón vista posterior (David Proaño, 2020)

4.2 Análisis de Costos

La máquina prensadora tiene un costo de \$20 000 a la fecha como se puede consultar en la página de ventas Alibaba.com, a este valor será necesario sumar costos adicionales de tasas e impuestos que se deben cancelar para que la maquinaria ingrese al Ecuador por barco. Es decir, que el total de gasto de importación sería \$23 623,42 y adicional a esto se deben sumar \$4 970,98 de tributos que se deben pagar en aduana del Ecuador como se indican en las (Tabla 4) y (Tabla 5).

Tabla 7: Tabla de Impuestos para máquina prensadora (David Proaño, 2020)

PROVEEDOR	ORIGEN	ITEM	COD	DESCRIPCIÓN	PARTIDA	TNAN	COSTO EXWORK UNITARIO	CANTIDAD	EXWORK	FLETE LOCAL ORIGEN	GCA
										0	
										0	
	CHINA	1		MAQUINA PRENSADORA	8462302300	0	20000.00	1	20000.00	0.00	20000.00
									20000.00	0.00	20000.00

GASTOS EXWORK	FOB	FLETE	CFR	SEGURO	OF	RESTRICCIÓN	% ARANCEL	ARANCEL X ITEM	% ARANCEL ESPECIFICO	ARANCEL ESPECIFICO	% SALVAGUARDIA	SALVAGUARDIA
0.00		721.650										
0.0000		0.04		0								
0.000	20000.00	721.65	20721.65	200.00	20921.65	NO	10%	2,092.17	0%	0.00	0%	0.00
0.00	20000.00	721.650	20721.65	200.00	20921.65			2,092.17		0.00		0.00

% TASA DE CONTROL	PESO KG	PESO GRAMOS	TASA DE CONTROL	BASE IVA ADUAN A	% IVA	IVA X ITEM	% FOD INFA	FOD INFA X ITEM	TOTAL APROX LIQUIDACION
0.00	0.00	0.00	0.00	23118.42	12%	2774.21	0.50%	104.61	
			0.00			2774.21		104.61	4,970.98

Tabla 8: Tabla de Impuestos de máquina prensadora (David Proaño, 2020)

COSTOS DE IMPORTACION		
DETALLE	PROVEEDOR	VALOR
FACTURA 1		20000.00
VALOR EX WORK		20000.00
GASTOS EX WORK		0
VALOR FCA		20000.00
GASTOS FCA		0
FOB		20000.00
FLETE INTERNACIONAL		721.65
CFR		20721.65
SEGURO DE MERCANCIAS (ADUANA)	SOLO TEMA ADUANA	200
CIF		20921.65
GASTOS ADMINISTRATIVOS DE LOGISTICA	ALMELOGISTICS	285.00
TRIBUTOS EN ADUANA		
AD VALOREN	SENAE	2092.17
AD VALOREN ESPECIFICO	SENAE	0
SALVAGUARDIA	SENAE	0
IVA NO INGRESA COMO GASTO POR SER	SENAE	2774.21
FODINFA	SENAE	104.61
TASA DE CONTROL		0
BODEGAJE EN ADUANA ESTIMADO DE 0,30 USD	CONTECON	
TRAMITE DE NACIONALIZACION EN ADUANA		240
TRANSPORTE ADUANA DE DESTINO OFICINA		180
TOTAL GASTO DE IMPORTACION		23623.42
FACTOR DE IMPORTACION		1.18

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La fibra obtenida de la planta de mora de la Isla San Cristóbal en las Galápagos puede ser empleada como materia prima para la producción de tableros de madera aglomerada.
- El tablero elaborado con la fibra de la planta de mora cumple con los estándares planteados por las normas que acreditan su utilización en la industria referente a la construcción.
- El tablero de madera aglomerado que se obtiene, siguiendo los procesos establecidos para este fin en Novopan S.A., presentó una superficie lisa lista para su uso.
- Se obtuvo un tablero de madera aglomerado liviano que permite su fácil manipulación y transporte.
- El contenido de humedad del tablero de madera aglomerado elaborado es de 5,99%, este resultado dice que es un tablero no tan húmedo.
- El valor promedio de densidad aparente del tablero aglomerado en estudio es de $135 \pm 2,32$ Kg/m³, para muestras con un espesor promedio de $20,21 \pm 0,25$ mm. Este valor de densidad reportado es muy bajo respecto al espesor con el que cuenta, ya que lo ideal sería tener una densidad de entre 640 a 650 Kg/m³.
- La resistencia a la tracción perpendicular a las caras del tablero aglomerado es de 5,2 Kg/cm², valor aceptable que indica que la adherencia entre las partículas del aglomerado es uniforme.
- La resistencia a la tracción externa del tablero aglomerado es de 0,2371 N/mm² o 2,42 kg/cm².
- El análisis del costo aproximado para la fabricación artesanal de tableros aglomerados con fibras de la planta de mora en las Islas Galápagos muestra indicadores favorables partiendo de la posibilidad de recuperar la inversión en dos años aproximadamente y de utilidades en el orden del 20% a partir de un trabajo eficiente y de calidad.

5.2 Recomendaciones

- Utilizar la tabla de aglomerado elaborada con la planta de mora como decorativo o separador de ambiente considerando que es de estilo artesanal y en correspondencia con las propiedades físicas y mecánicas determinadas en los ensayos.
- Realizar un análisis de costo-beneficio y un estudio de factibilidad sobre la opción de traer los tableros de aglomerado a la ciudad.
- Dar a conocer a través de módulos informativos las diversas utilidades que se le pueden dar a la planta invasora de mora en las Islas Galápagos. Y con esto contribuir a la conservación ambiental de las Islas.

Bibliografía

- Benavides Ballesteros, H. O., & León Aristizabal, G. E. (2007). *INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO*. Colombia : IDEAM–METEO/008-2007.
- Blittersdorff, R. v. (4 de Noviembre de 2010). *Africanplants senckenberg de - Root -Rubus niveus Thunb.* Obtenido de <http://www.africanplants.senckenberg.de>:
http://www.africanplants.senckenberg.de/root/index.php?page_id=78&id=4125#
- Carbotecnia. (18 de Noviembre de 2020). *Aprendizaje-Filtracion de agua liquidos - Granulometria o numero de malla*. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info>:
<https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/filtracion-de-agua-liquidos/granulometria-o-numero-de-malla/>
- Chan Martín, M. H., Araujo Molina, O., Azueta García, M., & Solís Rodríguez, L. E. (2004). Tableros de madera de partículas. *Ingeniería ISSN: 1665-529X*, vol. 8, núm. 3, pp. 39-46.
- Flaya, M. (20 de Junio de 2019). *Partes de la planta - Morfología del arbusto de mora con flores, bayas, hojas verdes, sistema radicular y titulos - Ilustración de stock*. Obtenido de <https://www.istockphoto.com>: <https://www.istockphoto.com/es/vector/partes-de-la-planta-morfolog%C3%ADa-del-arbusto-de-mora-con-flores-bayas-hojas-verdes-gm1156878442-315468259>
- Fundación Charles Darwin. (- de - de 2010). *Home-dataZone-Lista de Especies de Galápagos*. Obtenido de <https://www.darwinfoundation.org>:
<https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=706>
- GADSANTACRUZ. (- de - de 2020). <http://www.gadsantacruz.gob.ec/puerto-ayora/division-politica/>. Obtenido de <http://www.gadsantacruz.gob.ec/puerto-ayora/division-politica/>:
<http://www.gadsantacruz.gob.ec/puerto-ayora/division-politica/>
- Galapagos Conservancy. (- de - de 2016). *Inicio > Nuestro trabajo > Conservación de la vida silvestre y los ecosistemas > Plantas e insectos invasores*. Obtenido de <https://www.galapagos.org>:
<https://www.galapagos.org/conservation/our-work/ecosystem-restoration/controlling-invasive-plants/>
- Galápagos, D. d. (2008). La 'mora' *Rubus niveus*, algunos datos importantes sobre la especie en el contexto de la problemática de control y erradicación de la especie. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 12(2), 28-31.
- Granda, V. T. (13 de Septiembre de 2017). *Articulos blog - 110 investigacion sobre especies introducidas para proteger a las islas galapagos*. Obtenido de <https://www.darwinfoundation.org>: <https://www.darwinfoundation.org/es/articulos-blog/110-investigacion-sobre-especies-introducidas-para-proteger-a-las-islas-galapagos>
- Lawesson, J. y. (1987). *Plantas Introducidas en las islas Galápagos*. Galápagos, Ecuador: Estación Científica Charles Darwin.
- Maderame. (- de - de 2020). *Tableros - Tableros Aglomerados: Características, Desventajas y Usos*. Obtenido de <https://maderame.com>: <https://maderame.com/clases-de-tableros/aglomerados/#:~:text=El%20principal%20uso%20de%20los,%2C%20estanter%C3%ADas%2C%20muebles%20de%20oficina%E2%80%A6&text=En%20las%20versiones%20hidr%C3%B3fugas%20e,%2C%20paredes%20y%20techos%2C%20tabiques>
- Martinez Salinas, .., A., & AL, E. (2007). *Manual del cultivo de la mora de castilla*. Ambato: INIAP.

- Mina, Y. T. (16 de Diciembre de 2017). *El Comercio*. Recuperado el 28 de Febrero de 2021, de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/construir/tableros-versatiles-funcionales-materiales-ambientes.html>
- Ministerio de Turismo. (21 de Marzo de 2018). *Ministerio de Turismo > Noticias > Galápagos, un destino para disfrutar la naturaleza en este feriado*. Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec>: <https://www.turismo.gob.ec/galapagos-un-destino-para-disfrutar-la-naturaleza-en-este-feriado/>
- Moreu Burgos, M. (- de - de -). *Puleva-Aprende a cuidarte-Tu alimentación de la A a la Z-m-Mora*. Obtenido de <https://www.lechepuleva.es>: <https://www.lechepuleva.es/aprende-a-cuidarte/tu-alimentacion-de-la-a-z/m/moras>
- NOVOPAN. (2017). *NOVOPAN*. Obtenido de NOVOPAN: <https://www.novopan.com.ec/>
- Parque Nacional Galápagos, Fundación Caharles Darwin y Ingala. (2006). *INFORME GALÁPAGOS 2006 - 2007*. Puerto Ayora, Galápagos- Ecuador : Jennifer Stimson, Susana Cárdenas y Andrea Marín (ISBN: 978-9978-53-028-3).
- Quinton, J. S., Fay, M., Ingrouille , M., & Faull, J. (2011). Caracterización de *Rubus niveus* : un requisito previo para su control biológico en islas oceánicas. *Biocontrol Science and Technology*, 21: 6, 733-752.
- Rentería JL, G. M. (2012). *Possible Impacts of the Invasive Plant Rubus niveus on the Native Vegetation of the Scalesia*. -: Kurt O. Reinhart, USDA-ARS, Estados Unidos de América.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN. (2018). *TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EXTERNA. MÉTODO DE ENSAYO*. Quito, Ecuador : NTE INEN 3136.
- Shaun Swanepoel . (14 de Febrero de 2015). *iNaturalist*. Obtenido de <https://www.inaturalist.org>: <https://www.inaturalist.org/photos/15526965>
- Walls, F. (2003). Alberto Sandoval Landázuri (1918-2002). *Revista de la Sociedad Química de México*, Vol. 47, 2-5.
- Woodproducts.fi. (- de - de 2020). *¿Por qué madera?-Tablas de madera- Madera aglomerada*. Obtenido de <https://www.woodproducts.fi>: <https://www.woodproducts.fi/es/content/madera-aglomerada>
- INEN 895, (2013). Tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibra de madera (mdf). Determinación de las dimensiones de las piezas de ensayo. Quito, Ecuador.
- INEN 896, (2013). Tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (mdf). Determinación del contenido de humedad. Quito, Ecuador.
- INEN 897, (2013). Tableros de madera aglomerada, contrachapada y de fibras de madera (mdf). Determinación de la densidad aparente. Quito, Ecuador.
- INEN 898, (2013). Tableros de madera aglomerada. Determinación de La resistencia a la tracción perpendicular a las caras. Quito, Ecuador.

INEN 3136, (2018). Tableros de madera aglomerada. Determinación de la resistencia a la tracción externa. Método de ensayo. Quito, Ecuador.

Tye, A., Atkinson, R. & V. Carrión. 2007. Incrementa el número de plantas introducidas en las Galápagos. En: Informe Galápagos 2006- 2007. FCD, PNG & INGALA, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador

Romoleroux, K. (1991). Diversidad de las moras (*Rubus* sp.) en el Ecuador: Un recurso filogenético poco explotado. En: R. Castillo, C. Tapia y J. Estrella. Memorias de la II Reunión Nacional sobre recursos filogenéticos, Quito (Ecuador). p. 163-166.

Roveda, G., & AL, E. (2008). Uso de microorganismos con potencial como biofertilizante en el cultivo de mora. Tibaititá.

Rota M. (2011). Blackberry and Raspberry (*Rubus* sp.). Editorial Routledge. Nueva York, USA. 104 p.

Martínez Salinas, A., & AL, E. (2007). Manual del cultivo de la mora de castilla. Ambato: INIAP.

ANEXOS

Anexo 1: Contenido de humedad



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

Laboratorio de Resistencia de Materiales

OBRA: Tesis

NORMAS: INEN 896

ELABORADO: David Proaño

FECHA: Septiembre 2020

Tabla 9: Contenido de humedad

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Muestra Nº	(m0) Masa antes del secado (gr.)	(m1) Masa después del secado (gr.)	Contenido de Humedad %
1	27.73	26.04	6.49
2	27.15	26.01	4.38
3	27.80	26.06	6.68
4	27.19	26.02	4.50
5	27.79	26.05	6.68
6	27.55	26.04	5.80
7	27.90	26.06	7.06
8	27.80	26.05	6.72
9	27.81	26.05	6.76
10	27.29	26.03	4.84

Anexo 2: Densidad aparente



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

Laboratorio de Resistencia de Materiales

OBRA: Tesis

NORMAS: INEN 897

ELABORADO: David Proaño

FECHA: Septiembre 2020

Tabla 10: Densidad

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE					
Muestra N°	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Volumen (mm ³)
1	100.02	99.99	20	10001	200019.996
2	100.59	100.24	19.99	10083.142	201562.001
3	100.36	100.76	20.56	10112.274	207908.345
4	99.87	100.81	19.97	10067.895	201055.857
5	100.25	101.13	19.98	10138.283	202562.884
6	100.19	100.74	20.57	10093.141	207615.902
7	100.48	99.92	20.15	10039.962	202305.226
8	101.02	100.42	20.47	10144.428	207656.449
9	100.89	100.38	20.05	10127.338	203053.131
10	100.92	100.71	20.38	10163.653	207135.252

Muestra N°	Masa (gr.)	Volumen	DA (Kg/m ³)
1	27.73	200019.996	139
2	27.15	201562.001	135
3	27.80	207908.345	134
4	27.19	201055.857	135
5	27.79	202562.884	137
6	27.55	207615.902	133
7	27.90	202305.226	138
8	27.80	207656.449	134
9	27.81	203053.131	137
10	27.29	207135.252	132

Anexo 3: Resistencia a la tracción perpendicular a las caras



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

Laboratorio de Resistencia de Materiales

OBRA: Tesis

ELABORADO: David Proaño

NORMAS: INEN 898

FECHA: Septiembre 2020

Tabla 11: Resistencia a la tracción perpendicular a las caras.

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN PERPENDICULAR A LAS CARAS

Muestra	Área (cm ²)	Carga Máx. (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	25	120	4.8
2	25	140	5.6
		Promedio	5.2

Anexo 4: Resistencia de la tracción externa



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

Laboratorio de Resistencia de Materiales

OBRA: Tesis

NORMAS: INEN 3136

ELABORADO: David Proaño

FECHA: Septiembre 2020

Tabla 12: Resistencia de la resistencia a la tracción externa

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EXTERNA								
Muestra	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (Kgf)	Carga de Rotura (N)	Resistencia a la tracción N/mm ²	Resistencia a la tracción Kg/cm ²
1	52.4	52.94	2774.056	27.74056	70	686.7	0.2475	2.52338093
2	52.7	52.62	2773.074	27.73074	65.973	647.19513	0.2334	2.3790566
3	52.45	52.61	2759.395	27.593945	65.609	643.62429	0.2332	2.3776593
4	52.56	52.64	2766.758	27.667584	68.795	674.87895	0.2439	2.48648382
5	52.83	52.41	2768.82	27.688203	64.17	629.5077	0.2274	2.31759353
						Promedio	0.2371	2.4168