

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Departamento de Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería Forestal



Informe final de tesis:

Comparación de propiedades físico- mecánicas del tablero de aglomerado a partir de tres dosificaciones de especies, estudio realizado en la empresa Aglomerados Alianza ubicada en Usumatlán, Zacapa.

Por:

Oscar Rolando Lucas Oxlaj

Registro académico: 201046703

Asesora:

Met. Mayra Patricia Cabrera González

Totonicapán, Guatemala, marzo 2025

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Totonicapán

Departamento de Ejercicio Profesional Supervisado

Ingeniería Forestal



Informe final de tesis:

Comparación de propiedades físico- mecánicas del tablero de aglomerado a partir de tres dosificaciones de especies, estudio realizado en la empresa Aglomerados Alianza ubicada en Usumatlán, Zacapa.

Por:

Oscar Rolando Lucas Oxla

Registro académico: 201046703

Asesora:

Met. Mayra Patricia Cabrera González

Totonicapán, Guatemala, marzo 2025

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:

M. A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DE TOTONICAPÁN:**

Nombre	Representante de Facultad o Colegio
M. A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval	Director
Ing. Mec. Ind. Hugo Humberto Rivera Pérez	Secretario del Consejo Directivo
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes	Representante Docente de la Facultad de Agronomía
Dr. Berner Alejandro García García	Representante Profesional del Colegio de Abogados y Notarios de Guatemala
Sr. Willy Rolando Barrientos Sancé	Representante Estudiantil de la Facultad de Odontología
Sr. Marvin Rodolfo Argueta Anzueto	Representante Estudiantil de la Facultad de Ciencias Médicas

**AUTORIDADES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE TOTONICAPÁN
DIRECTOR:**

M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval

PLANIFICADOR ACADÉMICO:

Ing. Erick Rocael de León Guzmán

COORDINADOR ACADÉMICO:

Lic. Arnoldo René Castañón Ramírez

COORDINADOR DE LA CARRERA:

Ing. Agr. Bidkar David Baten de León

COORDINADORA DEL DEPARTAMENTO DE EPS:

-MSc- Fabiana Camila Tzul de Alvarado



Totonicapán 25 de febrero de 2025

REF.I.F/CUNTOTO

Oficio No. 001-2025

El Director del Centro Universitario de Totonicapán de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen de aprobación con referencia **DICTAMEN TESIS INGENIERIA FORESTAL/No. 001-2025 COORDINACIÓN ACADÉMICA/ ARCR/ TESISFORESTAL001**, emitido por el Coordinador Académico del Centro Universitario de Totonicapán, Licenciado Arnoldo René Castañón Ramírez, al **INFORME FINAL DE TESIS** presentado por el estudiante **universitario OSCAR ROLANDO LUCAS OXLAJ**, con registro académico No. **201046703**, titulado **"Comparación de propiedades físico- mecánicas del tablero de aglomerado a partir de tres dosificaciones de especies: estudio realizado en la empresa Aglomerados Alianza ubicada en Usumatlán, Zacapa."**, de la Carrera de Ingeniería Forestal, por lo que esta Dirección **AUTORIZA** la impresión de tres (3) ejemplares del mismo y cinco (5) copias en digital (CD) del trabajo anteriormente descrito, mismos que deben entregarse a donde corresponda.

Agradeciéndole su atención, me suscribo de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS".

M.A. Carlos Humberto Aroche Sandoval

Director

Centro Universitario de Totonicapán

C.c. Archivo





DICTAMEN TESIS INGENIERIA FORESTAL /No. 001-2025
COORDINACIÓN ACADÉMICA/ARCR/TESISFORESTAL001

M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Director
Centro Universitario de Totonicapán

Respetable M.A. Ing. Aroche:

Por este medio me dirijo a usted con el propósito de informar que se tuvo a la vista el dictamen de aprobación del INFORME FINAL DE TESIS del Estudiante **OSCAR ROLANDO LUCAS OXLAJ**, registro académico No **201046703**, titulado "Comparación de propiedades físico- mecánicas del tablero de aglomerado a partir de tres dosificaciones de especies: estudio realizado en la empresa Aglomerados Alianza ubicada en Usumatlán, Zacapa." de la Carrera de Ingeniería Forestal. Dictamen emitido por la Licda. Fabiana Camila Tzul, Coordinadora del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado CUNTOTO, con referencia a Dictamen No. 17-2024 de fecha 25 de septiembre de 2024, así mismo se presentó el dictamen de revisión de la jefatura de la Biblioteca, con referencia Oficio Ref. No. Bib-Tesis/01-2025 de fecha 05 de febrero de 2025, donde se informa que se ha cumplido con "observaciones en redacción y estilo que deben estar acordes a un trabajo académico de grado exigidas por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala," por lo cual se emite **DICTAMEN FAVORABLE** al trabajo mencionado.

Por lo expuesto se solicita emisión de Dictamen para impresión del Informe final de Tesis del estudiante **OSCAR ROLANDO LUCAS OXLAJ**.

Y para los usos que al interesado convenga, se extiende, firma y sella el presente dictamen a los siete días del mes de febrero de 2025.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS".

Lic. Arnoldo Castañón
Coordinador Académico
Centro Universitario de Totonicapán



cc.archivo





Oficio Ref. No. Bib-Tesis/01-2025

Totonicapán, 05 de febrero de 2025

Lic. Arnoldo René Castañón Ramírez
Coordinador Académico
Centro Universitario de Totonicapán

Respetable Licenciado:

Por este medio me dirijo a usted con el propósito de informar que se presentó a la jefatura de esta Biblioteca la revisión del informe final de Tesis del (la) estudiante: **OSCAR ROLANDO LUCAS OXLAJ**, con registro académico No. 201046703, documento titulado: Comparación de propiedades físico- mecánicas del tablero de aglomerado a partir de tres dosificaciones de especies: estudio realizado en la empresa Aglomerados Alianza ubicada en Usumatlán, Zacapa. Contando con la asesoría, revisión y aprobación del (la) Met. Mayra Patricia Cabrera González.

Al mencionado informe se le efectuó observaciones en redacción y estilo que deben de estar acordes a un trabajo académico de grado exigidas por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala, las mismas fueron atendidas por el (la) estudiante, por lo que solicito a usted pueda emitir el **DICTAMEN FAVORABLE** para que éste (a) pueda continuar con las gestiones previas a su graduación.

Sin otro particular muy atentamente.

f)

Bib. Mario Santiago Pérez





Centro Universitario de Totonicapán
Universidad de San Carlos de Guatemala
Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado

Dictamen No. 17-2024

Centro Universitario de Totonicapán, Universidad de San Carlos de Guatemala,
veinticinco de septiembre 2024. -----

Por este medio se hace constar que, **Oscar Rolando Lucas Oxla**j, con registro académico **201046703** de la carrera de Ingeniería Forestal, ha finalizado con el informe final de Tesis: **Comparación de propiedades físico- mecánicas del tablero de aglomerado a partir de tres dosificaciones de especies, en la empresa Aglomerados Alianza ubicada en Usumatlán, Zacapa.**

Cumplió satisfactoriamente con los requerimientos establecidos en el reglamento de Tesis, autorizado por los miembros del Consejo Directivo del Cuntoto. Con la asesoría, de la Met. Mayra Patricia Cabrera González; además, revisiones de la tema asignada. Por lo tanto, se emite dictamen favorable, para que continúe con los procesos técnicos y administrativos que corresponde.

Atentamente;


-MSc. Fabiana Camila Tzul Tzul de Alvarado
Coordinadora del DEPS



Dedicataria a:

Dios Principalmente a Él, por darme la fuerza y sabiduría
necesaria para culminar una de mis metas

Padres	Por todo su amor, motivarme a seguir adelante y apoyarme para continuar con los estudios universitarios.
--------	--

Familia	Al brindarme su apoyo moral para ser una mejor persona y perseguir una formación profesional.
---------	---

Centro Universitario de Totonicapán
CUNTOTO.

Por la valiosa aportación del conocimiento a mi persona, su acompañamiento en el proceso de graduación.

Agradecimientos a:

Dios	Al Ser divino Creador de la vida, dador de sabiduría y conocimiento, a Él siempre sea la Gloria.
Mi familia	El apoyo incondicional y cortejo en cada una de las fases de aprendizaje, así como los consejos para mejorar los conocimientos.
Aglomerados Alianza	Por la hospitalidad y asentimiento de la realización de la Tesis en la línea de producción de tableros de Aglomerado, así también facilitar el uso de laboratorio Tecnológico de pruebas destructivas.
Asesora	Met. Mayra Cabrera por su apoyo y paciencia a los procesos de la investigación aportando sus conocimientos y experiencias.
CUNTOTO	Por la oportunidad de pertenecer al pueblo universitario, mejorar mis conocimientos y acompañamiento a la formación profesional.

índice general

Contenido	Pág.
Autoridades Universitarias-----	4
Hoja de dictamen de Dirección-----	5
Dictamen de Coordinación Académica -----	6
Dictamen de Jefatura de Biblioteca -----	7
Dictamen de Coordinación de DEPS -----	8
Dedicatoria-----	9
Agradecimientos -----	10
Resumen -----	16
Abstract-----	17
K'utb'al pa ri ch'ab'al K'iche-----	18
Introducción-----	19
Capítulo I -----	21
1.1. Marco contextual -----	21
1.1.1. Antecedentes históricos-----	21
1.1.1.1. Localización y delimitación -----	21
1.1.1.2. Clima-----	22
1.1.1.3. Orografía -----	22
1.1.1.4. División política -----	22
1.1.1.5. Recursos Naturales -----	23
1.1.1.6. Hidrografía -----	23
1.1.1.7. Bosques -----	23
1.1.1.8. Suelos -----	24
1.1.1.9. Flora -----	24
1.1.1.10. Fauna-----	25
1.1.2. Contexto relacionado con la investigación-----	25

1.1.2.1. Contexto geográfico -----	25
1.1.2.2. Ubicación geográfica-----	26
1.1.2.3. Zonas de vida -----	27
1.1.2.4. Ubicación de la unidad productiva-----	27
1.1.2.5. Vías de comunicación -----	27
1.1.2.6. Transporte -----	28
1.1.2.7. Mercado municipal-----	28
Capítulo II -----	29
2.1. Planteamiento del problema -----	29
2.2. Objetivos-----	31
2.2.1. General-----	31
2.2.2. Específicos -----	31
2.3. Hipótesis-----	32
2.3.1. Hipótesis Nula -----	32
2.3.2. Hipótesis Alternativa -----	32
2.4. Variables -----	33
2.4.1. Identificación de variables e indicadores: -----	33
2.4.1.1. Variable independiente -----	33
2.4.1.1.1. Dosificación de especies forestales-----	33
2.4.1.2. Variables dependientes -----	33
2.4.1.2.1. Propiedades físico-mecánicas de los tableros de aglomerado-----	33
2.4.2. Operacionalización de variables Físico y mecánicas de tablero-----	37
2.5. Metodología -----	40
2.5.1. Enfoque de la investigación cuantitativo -----	40
2.5.2. Investigación experimental-----	41
2.5.3. Método inductivo-----	41
2.5.4. Técnicas de Investigación-----	42
2.5.4.1. Observación -----	42
2.5.4.2. Fichas digitales de pruebas destructivas -----	42
2.5.5. Instrumentos -----	43
2.5.5.1. Cuestionario -----	43

2.5.5.2. Ficha de entrevista -----	43
2.5.5.3. Ficha de comprobación-----	44
2.5.6. Población -----	44
2.5.7. Muestreo -----	45
2.5.7.1. Muestreo aleatorio estratificado-----	45
2.5.7.2. Criterio de aplicación-----	46
2.6. Recursos -----	47
2.6.1. Talento humano-----	47
2.6.2. Recursos Físicos -----	48
2.6.5. Recursos financieros -----	49
Capítulo III -----	50
3.1. Interpretación de resultados-----	50
3.1.1. Determinación de propiedades físico-mecánicas de los tableros -----	50
3.1.2. Comparación del desempeño de los tableros de aglomerado -----	52
3.1.3. Analisis de la variabilidad de la calidad del tablero-----	54
3.2. Comprobación de las hipótesis-----	57
3.2.1. Planteamiento de Hipótesis-----	57
3.2.2. Niveles de significación -----	58
3.2.3. Selección del estadístico de Prueba -----	58
3.2.4. Formulación de la regla de decisión-----	59
3.2.5 Regla de decisiones -----	60
3.3. Hallazgos de la Investigación-----	62
Conclusiones-----	63
Recomendaciones-----	64
Referencias-----	65
Glosario-----	69
Apéndice -----	72

Índice de tablas

Tabla 1. Identificación de variable de la propiedad física de densidad -----	34
Tabla 2. Identificación de variable -----	35
Tabla 3. Identificación de la variable de inestabilidad de la calidad del tablero. -----	36
Tabla 4. Operacionalización de la determinación de las propiedades físico y mecánicas.-----	37
Tabla 5. Operacionalización de las propiedades mecánicas flexión, tracción y extracción de tornillo. -----	38
Tabla 6. Operacionalización de la desviación estándar -----	39
Tabla 7. Talento humano -----	48
Tabla 8. Físicos-----	48
Tabla 9. Recursos financieros-----	49
Tabla 10. Datos de resultados de las pruebas físico y mecánicas proporcionadas por el software IB700 según fotografías de anexos 4. -----	59
Tabla 11. Selección del tratamiento-----	60
Tabla 12. Boleta anotaciones de observación -----	72
Tabla 13. Fichas digitales de pruebas físicas de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas -----	73
Tabla 14. Ficha digital de pruebas mecánicas (flexión) de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas -----	75
Tabla 15. Ficha digital de pruebas mecánicas (tracción) de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas.-----	77
Tabla 16. Ficha digital de pruebas mecánicas (Extracción de tornillo) de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas -----	79
Tabla 17. Ficha de cuestionario-----	81
Tabla 18. Boleta de entrevista-----	82
Tabla 19. Boletas de comprobación T. A de alimentación a la chipeadora. -----	83
Tabla 20. Distribución Bajo la Curva de un nivel de significancia de 0.05-----	86

Índice de Figuras

Figura 1. Resultado de las pruebas físico-mecánicas de los tratamientos A, B y C --	50
Figura 2. Resultado de comparación del desempeño del tablero de aglomerado-----	52
Figura 3. Análisis de la desviación estándar del tratamiento de mejor resultado-----	54
Figura 4. Distribución Normal de medias y muestra de posición Z bajo la curva. -----	61
Figura 5. Densímetro digital-----	87
Figura 6. Balanza analítica -----	87
Figura 7. Software IB 700-----	88
Figura 8. Pruebas destructivas de Flexión -----	88
Figura 9. Pruebas destructivas de extracción de tornillo -----	89
Figura 10. Piezas de ensayo de extracción de tornillo-----	89
Figura 11. Pruebas destructivas de tracción-----	90

Resumen

La investigación “Comparación de propiedades físico-mecánicas del tablero de aglomerado a partir de tres dosificaciones de especies”, tiene como finalidad diseñar una propuesta de mejoramiento de procesos productivos en la línea de transformación de materia prima de la empresa Aglomerados Alianza, ubicado en Usumatlán, Zacapa, fabricante de tableros con partículas de aglomerado.

La inestabilidad de resultados de pruebas destructivas en laboratorio que determinan la calidad del tablero fue el origen de proponer modelos de abastecimiento de especies forestales en chipeadora (Molinos) con 3 tratamientos de 40 muestras destructivas por cada uno diferentes A (Pino 33%, Melina 17%, Teca 12%, lepa Pino 38%), B (Pino 35%, Melina 12%, Teca 6%, Lepa Pino 47%) o C (Pino 28%, Melina 22%, Teca 12%, Lepa Pino 38%) comparados con datos históricos tratamiento tomados como testigo, las condiciones como temperatura, presión, cantidad de resina (adhesivo) y tiempo de cocción en la línea de producción fueron homogéneos.

El análisis se realizó con el software IB700 de medición de fuerzas de máquina universal, midiendo flexión, tracción, extracción de tornillo y densidades, comparando prueba de medias para comprobar hipótesis y con la desviación estándar determinar el tratamiento de menor variación en calidad, dando como resultado que el tratamiento B reveló estabilidad en la calidad del tablero con una flexión media 173.08 kg/cm², desviación estándar de 10.20 kg/cm², tracción media 5.63 kg/cm², desviación estándar de 0.48 kg/m², extracción de tornillo media de 85.01 kg/m² y desviación estándar de 6.33 kg/cm². Con este resultado se rechaza la hipótesis nula sugiriendo que los resultados no fueron iguales al tratamiento testigo, por tanto, se recomendó a la empresa Aglomerados Alianza estandarizar su proceso en abastecimiento de especies forestales a la chipeadora.

Palabras clave: Usumatlan, Zacapa. Especies forestales. Fabricación de aglomerado. EPS, Diagnostico y servicios.

Abstract

The purpose of the research “Comparison of physical-mechanical properties of particle board from three species dosages” is to design a proposal to improve production processes in the raw material transformation line of the company Aglomerados Alianza, located in Usumatlán, Zacapa, manufacturer of particle boards.

The instability of the results of destructive laboratory tests that determine the quality of the board was the origin of proposing models of supply of forest species in chipper (Mills) with 3 treatments of 40 destructive samples for each one different A (Pine 33%, Melina 17%, Teak 12%, Lepa Pine 38%), B (Pine 35%, Melina 12%, Teak 6%, Lepa Pine 47%) or C (Pine 28%, Melina 22%, Teak 12%, Lepa Pine 38%) compared with historical treatment data taken as a control, the conditions such as temperature, pressure, amount of resin (adhesive) and cooking time in the production line were homogeneous.

The analysis was performed with the IB700 universal machine force measurement software, measuring bending, traction, screw pullout and densities, comparing test of means to check hypothesis and with the standard deviation to determine the treatment with the least variation in quality, resulting in that treatment B revealed stability in the quality of the board with an average bending of 173.08 kg/cm², standard deviation of 10.20 kg/cm², average traction of 5.63 kg/cm², standard deviation of 0.48 kg/m², average screw pullout of 85.01 kg/m² and standard deviation of 6.33 kg/cm². With this result, the null hypothesis is rejected suggesting that the results were not equal to the control treatment, therefore, the company Aglomerados Alianza was recommended to standardize its process in supplying forest species to the chipper.

Keywords: Usumatlan, Zacapa. Forest species. Chipboard manufacturing. EPS, Diagnostics and services.

K'utb'al pa ri ch'ab'al K'iche

Are we jun tz'uknoj chak, are karaj kuriqa jun k'isb'alil uwachib'al we jun utzirisaxik re wiqb'al uk'iyik uwach re suk' k'extajib'al re le jastaq kokisaxik pa taq le nima'q taq eb'anal taq k'i uwach jastaq kinuk'um k'ib' keriqitajik pa le tinimit ub'i Usumatlán, Zacapa, le k'i chak eb'anal taq nimaq tz'alam ruk' le tz'it taq uxe'r che'. Rimal katik'ik utukel taq le k'ak' taq'l solb'al uwach kuya'o le tz'alam, rumal k'ula' xel loq jun k'ak' chomab'al re taq uriqik k'i uwach taq che' pamulín, ruk' oxib' rilik taq uwach.

A (le che' ub'i pa'chaj kajilan, oxlajuj retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Melina kajilan, wuqlajuj retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Teca, kajilan, k'ab'lajuj retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i lepa chaj kajilan, Juk'al Wajxaqlajuj retwechib'al ajilab'al

B Le che' ub'i pa'chaj kajilan Juk'al Jolajuj retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Melina kajilan kab'lajuj retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Teca kajilan waqib' retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Lepa pino kajilan, Kak'al Wuqub' retwechib'al ajilab'al

C Le che' ub'i pa'chaj kajilan, Juk'al Wajxaqib' retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Melina kajilan, Juk'al Keb' retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Teca kajilan, Kab'lajuj retwechib'al ajilab'al

Le che' ub'i Lepa pino kajilan, Juk'al Wajxaqlajuj retwechib'al ajilab'al

Are xjunumax uwach ruk' etab'alil ri kariqitaj ru'k q'aq'al pitz'ik ri kajilan uq'olal e ri xnajtink utzakik jawje' ri kab'anwi xaq junam xe'loq ruk' ri nab'e k'utunik, chikijunichal xesax ka'k'al ilb'al uwach xk'amb'ik pataq e ch'ich solb'al uwach taq jastaq jaw xil wi ri uchuq'ab' ketanik chikijunichal pataq nimaq taq ch'ich solb'al uwach taq jastaq jacha' ojer xjunumax uwach are la qastij ri chomax che nab'e chila' k'ut xil wi ri uchuqab'alil le tz'alam, ri ukab' xolb'al wach "B" xb'an chech le tz'alam xuya' ukulb'al k'ux chi utz le tz'alam man jacha' tari ojer, rumal k'ula' xb'ix chike le e nimaq taq ja chakub'al chirojowaxik kakijunumaj uwach taq le che' kakikojo, jewa' ub'anik.

Nojib'al tzij: Usumatlan, Zacapa. K'ich' ri q'ajom. Ajawil q'ij. EPS, Diagnosis chik ri qach'och.

Introducción

En la actualidad, las tendencias globales hacia el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente han transformado la manera en que se concibe la generación de desechos en los procesos industriales. Cada vez más, se busca la producción de "subproductos" con potencial de uso, en lugar de residuos sin valor. En este sentido, la fabricación de tableros de aglomerado se destaca como una opción atractiva, especialmente en países con recursos forestales limitados.

Este producto permite aprovechar al máximo los residuos de madera de podas y raleos, Aglomerados Alianza, es una empresa del sector forestal que ha desarrollado una alternativa innovadora para utilizar material como: lepas, trocillos y virutas provenientes de raleos y aserraderos los cuales se aglomeran con resinas UF (Urea Formaldehído) para fabricar tableros recubiertos de papel melamina de colores que simulan diferentes especies forestales. Con un enfoque en procesos productivos sostenibles, la empresa ha implementado estrategias para mantener la estabilidad en la línea de producción y calidad a lo largo del tiempo, asegurando un suministro constante de madera de diferente origen a la chipeadora.

El presente informe describe un estudio estadístico de mejora en el proceso productivo, destacando la importancia de la optimización de las dosificaciones de materia prima para la fabricación de tableros. A través de la evaluación de muestras de las propiedades físico-mecánicas, esta investigación ha permitido identificar las dosis óptimas que garantizan la calidad y eficiencia en la producción de tableros, proponiendo tres tratamientos **A**: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B**: pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y **C**: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, Se optó por el tratamiento que mejor resultado mostró según el análisis realizado.

Además, se presenta una visión general de los tres capítulos estructurales de la investigación, que incluyen un análisis detallado:

Capítulo I: Presenta el marco contextual del municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa, como sus antecedentes históricos, localización en el plano cartesiano y delimitación dentro del territorio guatemalteco, se describe los bosques existentes en el área, zonas de vida y los recursos hídricos del lugar.

Capítulo II: En este apartado se plantea el problema que surge de la investigación planteando objetivos generales, específico y se trazan las variables para poder comprobar estadísticamente por la comprobación de hipótesis según el diseño de comparación de medias, la metodología describe las herramientas que se utilizaron como también los recursos para desarrollar actividades en el presente informe.

Capítulo III: Se presentan la interpretación de resultados obtenidos de los tratamientos evaluados con la metodología experimental, se comprueba la hipótesis por la comparación de medias, se realizan conclusiones y se efectúa recomendaciones para que tomen en cuenta la plata de producción de tableros aglomerados.

Capítulo I

1.1. Marco contextual

1.1.1. Antecedentes históricos

“Etimológicamente el significado del nombre Usumatlán, se encuentra en la voz mexicana “Uzumatl” que quiere decir “Paraíso de Monos”, la cual a su vez se deriva de las también voces mexicanas Uzumatlí, mono (*Alouatta Palliata*) y la desinencia abundancial o terminación flexional tlán”. El pueblo de Usumatlán no figuró como tal durante el período de la Colonia, pues no aparece en el índice alfabético de las ciudades, villas y pueblos del Reino de Guatemala para la administración de Justicia por el Sistema de Jurado; decretado el 27 de agosto de 1836 y adoptado al Código de Livingston. El pueblo de Usumatlán fue adscrito al circuito de Zacapa. (Godínez, 2009, pág. 4)

1.1.1.1. Localización y delimitación

El municipio de Usumatlán se localiza al sur-oeste del departamento de Zacapa, con una latitud norte de 14° 56' 52 y longitud este de 89°46'36''; se encuentra a 230 metros sobre el nivel del mar y tiene una extensión territorial de 115 kilómetros cuadrados. Colinda al norte con el municipio de Panzós, del departamento de Alta Verapaz; al este con Teculután; al sur con Huité y Cabañas del departamento de Zacapa y El Jícaro del departamento de El Progreso; al oeste con San Cristóbal Acasaguastlán y San Agustín Acasaguastlán también de El Progreso y Panzós, del departamento de Alta Verapaz. La cabecera del Municipio se encuentra a 115 kilómetros de la Ciudad Capital y 37 de la cabecera departamental de Zacapa. Para llegar se debe tomar la carretera CA-9 hasta el kilómetro 112, punto donde se encuentra el cruce que conduce, en una carretera asfaltada de 3 kilómetros, a la Cabecera Municipal. El recorrido se realiza en un promedio de dos horas desde la Ciudad Capital. (Godínez, 2009, pág. 2)

1.1.1.2. Clima

Las condiciones climáticas de Usumatlán varían de acuerdo a las alturas que posee, que van desde los 200 metros sobre el nivel del mar en la parte baja, con un clima cálido y seco, hasta los 2,000 metros en las montañas de la Sierra de Las Minas con clima templado y frío. La temperatura media multianual del Municipio oscila entre 26 °C a 27 °C; con temperaturas máximas promedio anual que pueden alcanzar de 33 °C a 34 °C; temperatura mínima promedio anual de 20°C a 21°C; temperaturas máximas extremas de 45 °C y temperatura mínima extrema hasta de 7 °C. La humedad relativa media anual está entre 68 y 70 por ciento, con un volumen de evaporación media que llega a alcanzar los 2,643.1 milímetros anuales y la velocidad media anual del viento se ha evaluado en ocho kilómetros por hora, con vientos dominantes del este. (Godínez, 2009, pág. 8)

1.1.1.3. Orografía

Entre los principales accidentes orográficos de Usumatlán están: La Sierra de las Minas y las montañas de Mansilla y El Alto; así como los cerros Agua Caliente, Bandera Perdida, De La Cruz, El Cuervo, Gallinero, Joya Grande, Las Pulgas y Tapa de Dulce. La Biosfera Sierra de las Minas es uno de los lugares de mayor importancia y atractivo turístico, ya que en este lugar se puede encontrar una variedad de paisajes, flora y fauna únicos. (Godínez, 2009, pág. 9)

1.1.1.4. División política

Al momento de efectuar la investigación socioeconómica por el grupo de practicantes del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se recopiló información acerca de los centros poblados del Municipio de los años de 1994 a 2006, para determinar los cambios que ha sufrido en su división política. Los datos obtenidos del año 1994 revelan que se contaba con 41 centros poblados entre aldeas, caseríos, fincas, haciendas, parajes y colonias. (Godínez, 2009, pág. 10)

1.1.1.5. Recursos Naturales

Los recursos naturales del municipio de Usumatlán del departamento de Zacapa, son abundantes y variados, están integrados por los medios físicos y bienes materiales que forman el hábitat de la flora, fauna, ríos y bosques, que se constituyen en factores importantes para el equilibrio del ecosistema.

1.1.1.6. Hidrografía

Con respecto a recursos hidrológicos (agua), el Municipio se beneficia con los siguientes ríos:

- Río Huijón Tiene una longitud desde su nacimiento de 25 kilómetros hasta que su caudal desemboca en el río Motagua.
- Río Jutillo Con una longitud de 15 kilómetros que nace en la Sierra de las Minas al norte del Municipio y su caudal se une en el sur con el río Huijón.
- Río La Palmilla su recorrido por el Municipio es de 20 kilómetros, nace al norte en las montañas de la Sierra de las Minas.
- Río Chiquito nace en las cercanías de la aldea del mismo nombre, su longitud es de 10 kilómetros, se encuentra cercano al municipio de Teculután y desemboca al sur en el río Motagua.
- Río Motagua pertenece a la vertiente del Atlántico y es el río más largo de Guatemala con 486.55 kilómetros. (Godínez, 2009, pág. 19)

1.1.1.7. Bosques

La producción forestal de Usumatlán se ubica principalmente en la Sierra de las Minas, que colinda con las aldeas El Paraíso y El Mirador. La parte montañosa está ubicada a 1,500 metros sobre el nivel del mar. En áreas privadas se lleva a cabo el manejo y aprovechamiento de los bosques, principalmente de Pino; para la reforestación de las áreas intervenidas se plantan árboles de Eucalipto, que posteriormente sirven para la producción de carbón vegetal; sin embargo, la devastadora e incontrolable deforestación y la falta de orientación agrícola a partir de la fundación y establecimiento de nuevos poblados, ha afectado severamente los bosques. Aún se cuenta con una

reserva de recursos forestales, especialmente en el área norte, donde por lo quebrado de su topografía y otras condiciones, hace que existan extensiones de bosques vírgenes. (Godínez, 2009, pág. 23)

1.1.1.8. Suelos

El suelo es la parte más superficial de la corteza terrestre. Los principales componentes son la materia orgánica que es procedente de los seres vivos y la materia inorgánica en la cual hay disuelto oxígeno y alimentos. “El suelo es la superficie suelta de la tierra sobre la cual se desarrollan las plantas y tiene su origen en las rocas. Las rocas se desintegran mediante procesos químicos y físicos en minerales gruesos y finos. Los suelos se clasifican de acuerdo a las características que poseen: El color, la textura, la porosidad, la forma y la topografía”. (Godínez, 2009, pág. 25)

1.1.1.9. Flora

El municipio de Usumatlán se caracteriza por poseer una diversidad de especies de flora, entre las que se puede mencionar el Pino colorado (*pinus oocarpa*), Liquidámbar *Liquidambar styraciflua*, Ciprés *Cupressus*, Roble *Quercus robur*, Encino *Quercus rugosa*, Amate *Ficus insipida*, Ceiba *Ceiba pentandra*, Conacaste *Enterolobium cyclocarpum*, Cedro *Cedrela odorata*, Caoba *Swietenia macrophylla*, Aripín *Caesalpinia velutina*, Zubín *Vachellia farnesiana* y Guayacán *Guaiaacum officinale*. Según el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), existen especies de flora que se encuentran en peligro de extinción, entre las cuales se mencionan el Cactus, Helecho Arborescente, Aguacatillo *Persea caerulea*, Cedro, Encino, Gallito *Tillandsia streptophylla*, Pacaya *Chamaedorea tepejilote*, Maguey *Agave Tequilana* y Mora *Rubus armeniacus*. (Godínez, 2009, pág. 31)

1.1.1.10. Fauna

La fauna en el municipio consta de diversas especies animales, dentro de los que se destacan los mamíferos, aves y reptiles. Entre el reino de los mamíferos se mencionan el Zorrillo *Mephitis mephitis*, Tigrillo *Leopardus tigrinus*, Tepezcuintle *Cuniculus paca*, Coche de Monte *Pecari Tajacu*, Comadreja *Mustela nivalis*, Conejo *Oryctolagus cuniculus*, Venado *Odocoileus virginianus*, Tacuazín *Didelphis marsupialis*, Armado *Dasypus novemcinctus*, Puercoespín *ystrix cristata*, Mapache *rocyon lotor*, Ardilla *Sciurus vulgaris* y Mono *Simiiformes*. (Godínez, 2009, pág. 31)

1.1.2. Contexto relacionado con la investigación

1.1.2.1. Contexto geográfico

El municipio de Usumatlán, está conformado por un pueblo, 2 colonias, 9 aldeas, 1 caserío, 2 parajes y 2 fincas, los cuales por su ubicación geográfica y características, de estas unidades territoriales, se han formado 4 microrregiones, según se muestra en el mapa 2. Cada uno es representado en el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE) por un Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de segundo nivel.

Las microrregiones están conformadas como a continuación se describe.

- Microrregión I: Usumatlán, Punta del Llano, Huijó, El Maguey.
- Microrregión II: El Jute, Los Vados, El Saral, El Paraíso, El Mirador y El Chico.
- Microrregión III: La Palmilla, Pueblo Nuevo, Las Pilas, Río Chiquito.
- Microrregión IV: Sierra de las Minas, El Alto y El Infiernillo.

La mayor concentración de población se encuentra en los sectores II con una población total de 3,276 que corresponde a un 37.14%, le siguen los sectores III con un total de población de 2,926 que corresponde a un 33.17% y sector I que incluye la cabecera municipal, con 2,520 con un 28.57%.

Con base al análisis de la organización actual del territorio municipal se identifican cuatro lugares poblados a los cuales se les reconoce como centralidades, por sus

funciones prestadoras de servicios públicos; por la importancia de sus actividades comerciales, o por una mejor movilidad que atraen a mayor cantidad de personas según su dinámica predominante.

La cabecera municipal o casco urbano, constituye la centralidad más importante por funcionalidad y jerarquía en el municipio, en ella se concentra la mayor oferta en servicios, por ejemplo, un centro de salud, educación en todos los niveles a excepción del universitario, entidades bancarias, servicios de transporte, restaurantes. La cabecera municipal, seguido de Aldea El Jute, Aldea La Palmilla, Aldea Pueblo nuevo, son poblados que cuentan con cloración del agua apta para el consumo humano, servicio de recolección de desechos sólidos y servicio de alcantarillado público, en regular estado de la red de captación de este último; sin embargo, hay contaminación por desechos sólidos que se evidencia en la existencia de pequeños botaderos ilegales en zonas cercanas a las áreas habitadas que se tratan de manera rápida por organización de vecinos y municipalidad.

A 3 kilómetros del lado norte de la cabecera municipal, longitudinalmente se ubica la ruta CA-9, que constituye la vía principal de comunicación del municipio por lo que, esta centralidad es la que presenta mejor conectividad territorial, especialmente con hacia el Este de Teculután, oeste con el departamento del progreso y ciudad capital. (SEGEPLAN, 2019, pág. 15)

1.1.2.2. Ubicación geográfica

El municipio de Usumatlán se localiza al sur-oeste del departamento de Zacapa, con una latitud norte de 14° 56' 52 y longitud este de 89° 46' 36''; se encuentra a 230 metros sobre el nivel del mar y tiene una extensión territorial de 257 kilómetros cuadrados.

Colinda al norte con el municipio de Panzós, del departamento de Alta Verapaz; al este con Teculután; al sur con Huité y Cabañas del departamento de Zacapa y El Jícaro del departamento de El Progreso; al oeste con San Cristóbal Acasaguastlán y San Agustín Acasaguastlán también de El Progreso y Panzós del departamento de Alta Verapaz.

Se localiza a 115 kilómetros de la Ciudad Capital y a 37 de la cabecera departamental de Zacapa. Para llegar se recorre la carretera CA-9 hasta el kilómetro 112, punto donde se encuentra el cruce que conduce, en un camino de 3 kilómetros, a la Cabecera Municipal. El recorrido se realiza en un promedio de dos horas desde la Ciudad Capital. (SEGEPLAN, 2019, pág. 12)

1.1.2.3. Zonas de vida

De acuerdo con la metodología propuesta por Holdridge, en el municipio de Usumatlán se marcan 4 zonas de vida, las cuales se encuentran clasificadas como: monte espinoso subtropical (valle del Motagua, microregión I), bosque seco tropical (Microregiones II y III), bosque húmedo subtropical templado y bosque muy húmedo subtropical frío (sierra de las minas, microregión IV) (SEGEPLAN, 2019, pág. 32)

1.1.2.4. Ubicación de la unidad productiva

La Empresa de Aglomerados Alianza se encuentra ubicada en el kilómetro 111.5 de la carretera Jacobo Árbenz Guzmán CA9N, ruta al atlántico, entrada al municipio de Usumatlán del departamento de Zacapa, esta es una fábrica de tableros de aglomerados recubiertos de papel Melamina de colores simulando diversas especies forestales, su ubicación geográfica se encuentra en Latitud: 14° 56'52", Longitud: 89°46'36", (MAPS, 2024)

1.1.2.5. Vías de comunicación

El Municipio tiene una vía de comunicación principal que es la carretera interamericana, que se encuentra transitable y comunica a la Ciudad Capital con la Cabecera Municipal sobre la ruta al atlántico CA-9 en el kilómetro 112, desviándose 3.2 kilómetros en camino asfaltado. El municipio de Usumatlán se encuentra a 43 kilómetros de la Cabecera Departamental y a 180 kilómetros de Puerto Barrios del departamento de Izabal, factor que contribuye a su desarrollo comercial. (Godínez, 2009, pág. 81)

1.1.2.6. Transporte

Es primordial para las actividades económicas y sociales de cualquier comunidad, debido a que genera mayor flujo comercial hacia dentro y fuera del Municipio, es por ello que se localizaron diferentes tipos como: El transporte extraurbano, prestado por empresas privadas, movilizar personas hacia la Cabecera Departamental (ruta al Atlántico CA-9) y hacia la Ciudad Capital (ruta al Atlántico CA-9). Así mismo, varias empresas prestan servicio de pasajeros hacia el municipio de Teculután del departamento de Zacapa. (Godínez, 2009, pág. 28)

1.1.2.7. Mercado municipal

En la Cabecera existe un mercado municipal, el cual fue inaugurado el 19 de mayo de 1973 y mejorado en 1984. En el año 2003 se llevó a cabo la ejecución del proyecto Ampliación del Mercado con apoyo financiero del gobierno central, municipalidad y la comunidad del Municipio, y su principal objetivo es proporcionar al sector comercial las condiciones necesarias de infraestructura. (Godínez, 2009, pág. 85)

Capítulo II

2.1. Planteamiento del problema

La industria Aglomerados Alianza, tiene como principal fin la venta de tableros de aglomerados de partículas recubiertos de melamina de calidad en Centro América y el Caribe, coexistiendo con las ventas de sus productos la sostenibilidad generadora de trabajo a los pobladores de las áreas rurales de los alrededores, contribuyendo al desarrollo del país por la sustentabilidad del manejo forestal Nacional.

Al momento de mantener la calidad de tableros de aglomerado, se plantea el mejoramiento de las actividades del proceso de producción y evaluar la eficiencia con las que estas operan, como lo es el ingreso de las dosificaciones de las especies que se utilizan como materia prima para la fabricación del tablero de aglomerado de partículas.

Una de las oportunidades de mejorar la calidad del tablero es mediante la propuesta de tres dosificaciones distintas de especies para ingreso a la chipeadora, por la cual se elegirá una dosificación que mantenga estable las propiedades físicas y mecánicas del tablero y ayude a minimizar costos de producción, haciendo más eficiente el proceso de producción dentro de la industria.

Todo esto es debido a que actualmente no se cuenta con una dosificación establecida operando únicamente con la experiencia de los tractoristas, como consecuencia de la misma existía una variabilidad en las propiedades del tablero, afectando al carpintero al momento de armar muebles de tablero recubiertos de melamina, para garantizar la estabilidad de la calidad en la línea productiva se realizaron pruebas con distintos tratamientos **A**: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B**: pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6% lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y **C**: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, %, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, en la alimentación de la chipeadora y así evaluar lo siguiente:

- ¿Qué dosificación muestra estadísticamente (prueba de medias) mejores resultados de la evaluación física y mecánica de tableros aglomerados hechos a partir de los 3 tratamientos propuestos: **A:** pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B:** pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6% lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y **C:** pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, %, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, en la empresa Aglomerados Alianza ubicada en Usumatlán, Zacapa?
- ¿Cuáles son las diferencias entre tratamientos de diferentes especies para fabricación de tableros, con los resultados de la evaluación física, en las propiedades de densidad?
- ¿Cuáles son las diferencias entre tratamientos de diferentes porcentajes de especies utilizados para la fabricación de tableros con los resultados de la evaluación mecánica, en las propiedades de flexión estática, tracción y extracción de tornillos?
- ¿Cuál es la variabilidad de calidad del tablero de los resultados de la evaluación física y mecánica de tableros aglomerados hechos a partir de 3 tratamientos: **A:** pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B:** pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6% lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y **C:** pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%?

2.2. Objetivos

2.2.1. General

- Evaluar y comparar las propiedades físico-mecánicas de tableros de aglomerado fabricados con 3 tratamientos de las especies de pino macho ***Pinus caribaea***, Melina ***Gmelina arborea***, y teca ***Tectona grandis***, en la empresa Aglomerados Alianza, Usumatlán, Zacapa.

2.2.2. Específicos

- Determinar la propiedad física (densidad), propiedades mecánicas (flexión estática, tracción y extracción de tornillos) de los tableros fabricados con 3 tratamientos de especies forestales.
- Comparar el desempeño de los tableros de aglomerado fabricados con diferentes tratamientos de especies forestales mediante las propiedades mecánicas de flexión estática, tracción y extracción de tornillos.
- Analizar la variabilidad de la calidad (estabilidad) del tablero con la propiedad física (densidad) y propiedades mecánicas (flexión, tracción y extracción de tornillo).

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis Nula

H_0 = No existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: Testigo pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 18%, teca ***Tectona grandis*** 16%, pino macho ***Pinus caribaea*** 38%) con las Dosificaciones **A**: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B**: pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6% lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y **C**: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino ***Pinus caribaea*** 38%, a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

2.3.2. Hipótesis Alternativa

H_a = Existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: Testigo pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 18%, teca ***Tectona grandis*** 16%, pino macho ***Pinus caribaea*** 38%) con las Dosificaciones **A**: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B**: (pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6% lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y **C**: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, Lepa pino 38% a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

2.4. Variables

2.4.1. Identificación de variables e indicadores:

Las variables de la investigación se identificaron conforme a los objetivos planteados, para ello se presenta a continuación.

2.4.1.1. *Variable independiente*

2.4.1.1.1. *Dosificación de especies forestales*

Indicadores

- **Dosis A** pino macho *Pinus caribaea* 33%, melina *Gmelina arborea* 17%, teca *Tectona grandis* 12%, lepa pino macho *Pinus caribaea* 38%.
- **Dosis B** pino macho *Pinus caribaea* 35%, melina *Gmelina arborea* 12%, teca *Tectona grandis* 6% lepa pino macho *Pinus caribaea* 47%
- **Dosis C** pino macho *Pinus caribaea* 28%, %, melina *Gmelina arborea* 22%, teca *Tectona grandis* 12%, lepa pino macho *Pinus caribaea* 38%

2.4.1.2. *Variables dependientes*

2.4.1.2.1. *Propiedades físico-mecánicas de los tableros de aglomerado*

Indicadores de propiedades físicas

- Densidad

Indicadores de propiedades mecánicas

- Flexión estática
- Tracción
- Extracción de tornillos

Tabla 1. Identificación de variable de la propiedad física de densidad

No.	Objetivo	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Instrumentos metodológicos	Instrumentos de campo
1	Determinar la propiedad física y mecánica de los tableros fabricados con 3 dosificaciónes de especies forestales diferentes.	Propiedades Físico-mecánicas	Una propiedad física es aquella que se basa principalmente en la estructura del objeto, sustancia o materia, que es visible y medible. Las pruebas mecánicas comprenden una serie de ensayos diseñados para determinar las propiedades mecánicas de los materiales, como la resistencia, la ductilidad, la dureza y la tenacidad.	masa	Densidad	Kilogramo	Boletas de datos	Balanza
				volumen	Flexión estática, Tracción, Extracción de tornillos	m ³ m ²	Software IB700 (IMAL)	Medidor electrónico de volumen
				fuerza				

Fuente: Aglomerados Alianza, identificación de Variables Objetivo 1, Oscar Lucas, marzo 2024

Tabla 2. Identificación de variable

No.	Objetivo	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Instrumentos metodológicos	Instrumentos de campo
2	Comparar el desempeño de los tableros de aglomerado fabricados con diferentes dosificaciones de especies forestales mediante las propiedades mecánicas de flexión estática, tracción y extracción de tornillos.	Propiedades físicas y mecánica	Una propiedad física es aquella que se basa principalmente e en la estructura del objeto, sustancia o materia, que es visible y medible. Las propiedades mecánicas de un material son aquellas que afectan a la resistencia mecánica y a su capacidad cuando se les aplica una fuerza.	masa	Densidad	kg/m³	Boleta de datos	Balanza
								Medidor electrónico de densidad
				volumen	Flexión estática	kg/cm²	Software IB700 (IMAL)	Máquina universal de ensayos
					Tracción		Boleta de datos	Medidor electrónico de densidad
				fuerza	Extracción de tornillos	kg	Software IB700 (IMAL)	Medidor Analítico
								Máquina universal de ensayos

Fuente: Aglomerados Alianza, identificación de Variables objetivo 2, Oscar Lucas, marzo 2024

Tabla 3. Identificación de la variable de inestabilidad de la calidad del tablero.

No.	Objetivo	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Instrumentos metodológicos	Instrumentos de campo
3	Analizar la variabilidad de la calidad del tablero con la propiedad física de densidad y propiedades mecánicas de flexión, tracción y extracción de tornillo	Variaciones de la densidad, flexión, tracción y extracción de tornillo	dispersión de un conjunto de datos en relación con su media. En el control de calidad, comprender el SD es esencial, ya que proporciona información sobre la consistencia y la previsibilidad del rendimiento de su producto.	masa volumen fuerza	Kilo m ³ m ²	kg/m ³ kg/cm ² kg	Boletas de datos	Balanza
							Software IB700 (IMAL)	Medidor electrónico de densidad
								Máquina universal de ensayos

Fuente: Aglomerados Alianza, identificación de Variables objetivo 3, Oscar Lucas, marzo 2024

2.4.2. Operacionalización de variables Físico y mecánicas de tablero

Tabla 4. Operacionalización de la determinación de las propiedades físico y mecánicas.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos metodológicos	Instrumentos de campo
Propiedades Físico-mecánicas	masa	Densidad	Boletas de datos Software IB700	Balanza
	volumen	Flexión estática		Medidor electrónico de densidad
		Tracción		
		Extracción de tornillos		Máquina universal de ensayos
	fuerza			

Fuente: Aglomerados Alianza, operacionalización de las variables de objetivo 1, Oscar Lucas, marzo 2024

Tabla 5. Operacionalización de las propiedades mecánicas flexión, tracción y extracción de tornillo.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos metodológicos	Instrumentos de campo
Propiedades físicas y mecánica	masa volumen fuerza	Densidad Flexión estática Tracción Extracción de tornillos	Boletas de datos Software IB700	balanza medidor electrónico de densidad máquina universal de ensayos

Fuente: Aglomerados Alianza, operacionalización de las variables de objetivo 2, Oscar Lucas, marzo 2024

Tabla 6. Operacionalización de la desviación estándar

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos metodológicos	Instrumentos de campo
Variaciones de la densidad, flexión, tracción y extracción de tornillo	masa volumen superficie	Densidad Flexión estática Tracción Extracción de tornillos	boletas de datos Software IB700	Balanza medidor Analítico máquina universal de ensayos

Fuente: Aglomerados Alianza, operacionalización de la variables de objetivo 3, Oscar Lucas, marzo 202

2.5. Metodología

2.5.1. Enfoque de la investigación cuantitativo

Se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas, teniendo analogía de comprobación y cálculo, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, el muestreo, el tratamiento estadístico.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis formuladas previamente, además confía en la medición de variables e instrumentos de investigación, con el uso de la estadística descriptiva e inferencial, en tratamiento estadístico y la prueba de hipótesis; la formulación de hipótesis estadísticas, el diseño formalizado de los tipos de investigación. (Paitán, 2018, pág. 140)

El enfoque cuantitativo en la investigación se evidenció a través de la forma en que se recopilaron datos y se analizaron los resultados, acá describimos cómo se aplicó el enfoque cuantitativo en el estudio con las pruebas de tablero de Aglomerado: la investigación se basó en mediciones numéricas precisas, en este caso, las resistencias físico-mecánicas del tablero de aglomerado se midieron mediante el software IB700 aplicando fuerzas medidas por la máquina universal de pruebas destructivas a tableros de aglomerado en laboratorio, esta medición objetiva y cuantificable es característica del enfoque cuantitativo, Análisis matemáticos para obtener resultados numéricos de las pruebas destructivas de cada tratamiento propuesto **A**: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus sp*** 38%, **B**: pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6% lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y **C**: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38% y un análisis estadístico dependientes de los tratamientos en estudio, este análisis incluyó el uso de herramientas estadísticas, como lo fue la prueba de medias y comparaciones de varianzas, para evaluar la significancia de los resultados y validar las hipótesis planteadas en la investigación.

2.5.2. Investigación experimental

La investigación experimental consiste en la manipulación de una o más variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. (Aranda, 2013, pág. 3)

Se utilizo el diseño experimental de prueba de medias para comprobación de hipótesis se evaluó de distintas dosificaciones de madera de especies forestales en los siguientes dosis A: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina 17% ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, B pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, Lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y C: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22%, teca ***Tectona grandis*** 12%, Lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, en las propiedades físico-mecánicas de los tableros de aglomerado fabricados por la empresa Aglomerados Alianza.

2.5.3. Método inductivo

El método inductivo basa sus explicaciones en registros procedentes de la observación empírica. Lo básico en él proceso es la obtención de un número importante y suficiente de datos a partir de los cuales, una vez sometidos a ciertos criterios de medición, validez, fiabilidad, descripción, generan teorías, que son conclusiones extraídas del análisis a la luz del conocimiento previo existente. (Matas, 2023, pág. 6)

En este informe se usó el método inductivo partiendo de la observación del estado de producción de la empresa Aglomerados Alianza, analizando la conducta y carácter del proceso realizando comparaciones de los tratamientos dosis A: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina 17% ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, B pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, Lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y C: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22%, teca ***Tectona grandis*** 12%, Lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, por prueba de medias y realizando una conclusión de toda la información recabada.

2.5.4. Técnicas de Investigación

2.5.4.1. Observación

Técnica que se utilizó para observar atentamente las actividades anormales dentro del proceso productivo, se verifican todas las actividades del proceso productivo por medio de la vista y se analizan para generar el tema de investigación y los objetivos. (Barrantes, 2006, pág. 177)

La técnica se empleó para anotar observaciones personales acorde a la investigación realizada, donde se toma en cuenta la calidad del producto, el proceso de producción para entender las funciones de cada empleado y las mejoras a tomar en cuenta, asimismo el apreciar las opiniones del cliente sobre la calidad del producto.

2.5.4.2. Fichas digitales de pruebas destructivas

Se manejó a través de tarjetas de registro de información, empleando archivos digitales en formato Excel de office obtenidos del software IB700 utilizado para realización de una prueba probabilística en relación con las variables dependientes de

este experimento como los son las pruebas físico y mecánicas, con el fin de analizar sus efectos para recomendar el tratamiento que presentó mejores resultados con la prueba de medias. (Lucas, 2024)

2.5.5. Instrumentos

2.5.5.1. Cuestionario

Un cuestionario es una herramienta valiosa en la recopilación de información y se utiliza ampliamente en diversos campos, incluyendo la investigación, la evaluación, la educación y la evaluación del desempeño. Un cuestionario bien diseñado es crucial para obtener resultados precisos y confiables. Debe tener preguntas claras y concisas, que permitan al participante proporcionar información precisa y relevante. También es importante considerar el orden de las preguntas, ya que esto puede influir en la forma en que el participante responde a las preguntas siguientes. (Arias, 2020, pág. 39)

En el proceso de la investigación se realizó un cuestionario para los operadores de la maquinaria industrial dentro de la empresa aglomerados Alianza para obtener información Valida y confiable, los datos obtenidos nos ayudan a fundamentar de mejor manera la hipótesis de la investigación.

2.5.5.2. Ficha de entrevista

La ficha de entrevista es un instrumento presentado en un documento, cuyo fin principal es recolectar información de la persona entrevistada para el estudio, puede realizarse tanto de forma manual como computarizada y solo puede ser editada por el investigador, por lo que el entrevistado no debe maniobrarla. (Arias, 2020, pág. 44)

Se entrevistaron a los operadores con el fin de recolectar información dando diagnósticos preliminares de la empresa, su estructura y deficiencias, esta recolección fue manual ayudando a tomar decisiones de la investigación.

2.5.5.3. Ficha de comprobación

La ficha de comprobación es una herramienta utilizada para evaluar el cumplimiento de una tarea o actividad. Esta ficha es una lista de verificación que contiene los criterios y los requisitos que deben cumplirse para considerar que una tarea o actividad se ha completado de manera satisfactoria. (Mejia, 2005, pág. 51)

Se utilizó para cumplir con el trabajo que exigió la investigación, esta actividad fue automatizada para que el trabajador no perdiera tiempo o atrasara sus actividades productivas, esta comprobación de tareas se realizaba todos los días durante la investigación permitiendo reflejar la existencia del problema a la que se le dio solución.

2.5.6. Población

Son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen el ámbito de interés analítico y sobre el que queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones de naturaleza estadística y también sustantiva o teórica. En particular se habla de población marco o universo finito, al conjunto preciso de unidades del que se extrae la muestra, y universo hipotético o población objetivo, el conjunto poblacional al que se pueden extrapolar los resultados. (Pedro, 2015, pág. 7)

En el escenario planteado, donde la única variable independiente sin estandarización en la línea de producción es la dosificación en la alimentación de la chipeadora, se han dedicado 24 horas de producción continua para producir tableros de aglomerado con tres dosificaciones diferentes, permitiendo obtener un total de 40 paquetes de material producido para cada Tratamiento (A, B y C) en estudio.

Este enfoque de producción experimental proporciona una muestra significativa de cada dosificación, permitiendo una evaluación exhaustiva de cómo las proporciones de distintas especies forestales influyen en las propiedades de los tableros de

aglomerado. Al haberse mantenido constante el tiempo de producción (24 horas), se pudo inferir que las variaciones observadas en los tableros de aglomerado están relacionadas directamente con los tratamientos (A, B y C), se realiza un total de 120 paquetes de tablero de Aglomerado.

Una vez finalizada la producción de 24 horas de los tableros de aglomerado, se pudo llevar a cabo pruebas físico-mecánicas para evaluar y comparar las propiedades de los tableros fabricados con las diferentes dosificaciones. El análisis estadístico de los resultados obtenidos en esta fase permitió extraer conclusiones sobre el impacto de la dosificación en la calidad y características de los tableros de aglomerado fabricados.

2.5.7. Muestreo

2.5.7.1. Muestreo aleatorio estratificado

Implica dividir a la población en clases o grupos, denominados estratos, las unidades incluidas en cada estrato deben ser relativamente homogéneas con respecto a las características a estudiar, como parte de este muestreo, se toma una submuestra a partir de cada estrato mediante un procedimiento aleatorio simple, de modo que para obtener la muestra general se combinan las submuestras de todos los estratos. (Velázquez, 2014, pág. 5)

En el caso de la fabricación de tableros de aglomerado con diferentes dosificaciones de especies forestales, se aplicó el muestreo aleatorio estratificado de la siguiente manera:

Identificación de estratos homogéneos: los estratos fueron definidos por los diferentes tratamientos de madera utilizada en la alimentación de la chipeadora. Cada estrato representaría una dosificación específica, dosis A: pino macho ***Pinus caribaea*** 33%, melina ***Gmelina arborea*** 17%, teca ***Tectona grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, B pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, Lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% y C: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 22%, teca ***Tectona grandis*** 12%, Lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%.

Determinación del tamaño de la muestra: Se decide tomar 40 muestras de cada tratamiento producido, este número fue proporcional al tamaño de la población.

Selección aleatoria de la muestra: Se tomó 1 muestra aleatoriamente de tableros de aglomerado en cada paquete y en total se produjeron 40 paquetes en 24 horas de cada tratamiento (A, B y C) totalizando una muestra de 120 tablero sometidos a pruebas. Al aplicar el muestreo aleatorio estratificado en este contexto, se garantizó que cada tratamiento esté representado de manera equitativa en la muestra, lo que permitió realizar comparaciones válidas y extraer conclusiones significativas sobre el impacto de las dosificaciones en la calidad de los tableros de aglomerado fabricados.

2.5.7.2. Criterio de aplicación

Para garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación fue importante seguir criterios de aplicación de las muestras, a continuación, se presentan criterios de aplicación clave:

- Aleatoriedad en la selección de muestras: fue fundamental mantener la aleatoriedad en la selección de los tableros de aglomerado dentro de cada paquete. Esto garantiza que todos los tableros tengan la misma oportunidad de ser seleccionados, evitando sesgos en la muestra.
- Estandarización de las condiciones de producción: fue fundamental asegurarse de que las condiciones de producción, como tiempo de prensado de 120 segundos, temperaturas de 200 °C, 86 kg/m³ de resina fenólica y 220 Bares de presión en la compresión del tablero para la fabricación a lo largo de todo el estudio, esto ayudó a reducir la variabilidad en los resultados y facilitó la comparación entre las muestras.
- Reproducibilidad de las pruebas destructivas: fue importante que las pruebas destructivas realizadas en laboratorio tecnológico de los tableros de aglomerado siguieran un protocolo estandarizado, esto garantizó la

consistencia en la toma de muestras y en la medición de las resistencias a las fuerzas aplicadas.

- Registro detallado de los resultados: fue básico llevar un registro detallado de los resultados obtenidos en las pruebas destructivas, esto incluye información sobre las condiciones de prueba, las resistencias a las que fueron sometidas, las muestras de tablero de cada tratamiento.
- Análisis estadístico adecuado: la selección del análisis estadístico adecuado para interpretar los datos de manera objetiva fue esencial, como lo fue la prueba de medias y análisis de varianza.

Siguiendo los criterios de aplicación, se garantiza la validez de los resultados obtenidos en el estudio y la fiabilidad de las conclusiones derivadas de las pruebas realizadas en los tableros de aglomerado.

2.6. Recursos

2.6.1. Talento humano

Se convoca a reunión a 3 operadores de cargadores frontales CAT 924K y CAT 928K para explicarles el método empleado para dosificar la madera en la chipeadora y se les facilita una boleta para guiarse del total de pinzadas y el tipo de especies que se emplearon para la elaboración de tablero de Aglomerado, así también como el trabajo de 3 laboratoristas encargados de tomar las muestras y plantearlas a mediciones de resistencia para obtener datos de los tratamientos, 10 operadores de línea de producción.

Tabla 7. Talento humano

Colaboradores	Cantidad
Laboratoristas	3
Operadores de montacarga	3
Operadores de cargador frontal	3
Supervisor de producción	1
Investigador	1
Operadores de línea	10

Tabla detallada de talento humano para realización de la investigación

Fuente. (Lucas, 2024)

2.6.2. Recursos Físicos

A continuación, se detallan los recursos físicos con los que se contó para realizar la investigación en la empresa Aglomerados Alianza

Tabla 8. Físicos

Rubro	Cantidad
Cargadores CAT 928 y CAT 924	2
Máquina Universal de pruebas	1
Medidores de humedad	1
Garrafrones de agua	2
Barra de silicón	40
pistola de silicón	1
Montacarga	1
Impresiones	40

cuadro de recursos físicos utilizados en la investigación

Fuente: (Lucas, 2024)

2.6.5. Recursos financieros

Se detallan los recursos financieros para la realización de la investigación en el siguiente cuadro.

Tabla 9. Recursos financieros

Rubro	Materiales y herramientas	Cantidad	Costo Unitario	Días	Total Q.
Talento Humano	Operadores	3	150.00	3	1350.00
	Laboratoristas	3	140.00	3	1260.00
	Operadores de Línea Productiva	11	130.00	3	4290.00
	Supervisor de Línea	3	500.00	3	4500.00
	Investigador	1	200.00	43	8600.00
Físico	Cargadores CAT 928 y CAT 924	2	7200.00	3	43200.00
	Máquina Universal de pruebas	1	1000.00	3	3000.00
	Medidores de humedad	1	300.00	3	900.00
	Tablero de Aglomerado	40	345.00	3	41400.00
	Barra de silicón	40	3.00	3	360.00
	pistola de silicón	1	150.00	1	150.00
	Montacarga	1	1000.00	3	3000.00
	Impresiones	40	2.00	3	240.00
	Ejemplares del estudio	5	150.00		750.00
Financiero	Garrafrones de Agua	2	15.00	3	90.00
	Transporte	1	200.00	3	600.00
	Imprevistos 2% del total				2273.80
Total					115,963.80

Cuadro de costos de la Investigación realizada en la empresa Aglomerados Alianza.

Fuente. (Lucas, 2024)

Capítulo III

3.1. Interpretación de resultados

3.1.1. Determinación de propiedades físico-mecánicas de los tableros de aglomerado

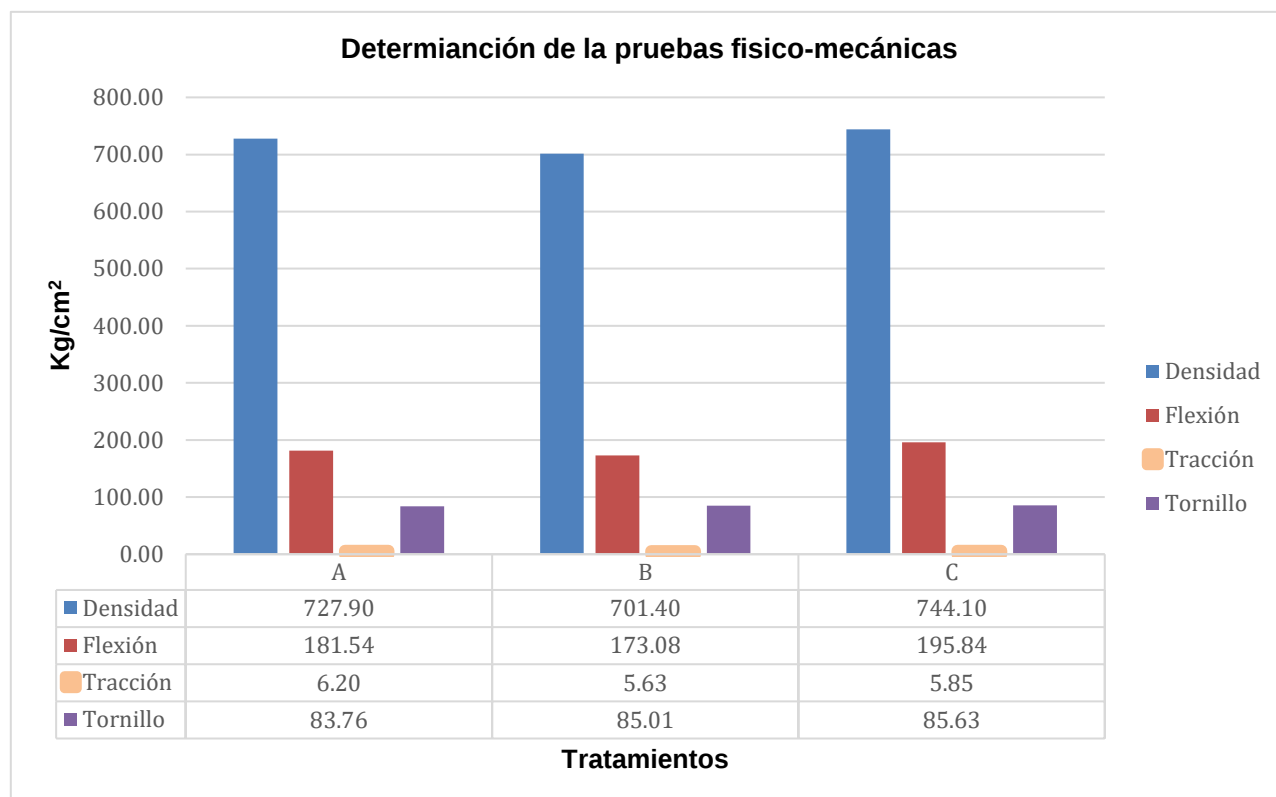


Figura 1. Resultado de las pruebas físico-mecánicas de los tratamientos A, B y C

Fuente: Oscar Lucas, febrero del 2024

Se determinaron los valores de las propiedades físico-mecánicas del tablero de aglomerado midiendo densidades por medio de 18 piezas cortadas de 10x10 cm de cada muestra de cada tratamiento, para determinar las propiedades mecánicas se realizaron pruebas destructivas de flexión con piezas de 7x30 cm, prueba de tracción con piezas de 5x5 cm y pruebas de extracción de tornillo de 7x5 cm, todas las piezas sometidas a fuerzas externas para medir las resistencias en la máquina universal de pruebas destructivas del laboratorio de Aglomerados Alianza.

Se realizaron los ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas más relevantes de los tableros de partículas elaborados. Las propiedades físicas que se determinaron en los aglomerados de partículas incluidas en el estudio realizado, midiendo el peso específico y la variación de espesor, las propiedades mecánicas que se determinaron a los tableros de partículas incluidos en el estudio tensión paralela a la superficie y resistencia a flexión. (González, 2013, pág. 52)

En el presente informe se muestra la determinación de las propiedades físico-mecánicas de cada tratamiento A, B y C para validar la consistencia de las propiedades de los tableros de aglomerado dando como resultados promedios diferentes de cada tratamiento, **A**: densidad 727.90 kg/m³, flexión 181.54 kg/cm², tracción 6.20 kg/cm² y tornillo 83.76 kg, **B** densidad 701.40 kg/m³, flexión 173.08 kg/cm², tracción 5.63 kg/cm², tornillo 85.01 kg y **C** densidad 744.10 kg/m³, flexión 195.84 kg/cm², tracción 5.85 kg/cm², tornillo 85.63 kg. A cada tratamiento se le proporciono dosificaciones distintas de especies forestales (Nombres científicos) y así mismo se determinó que los tratamientos cambiaron los resultados de las propiedades mostrando los parámetros actuales con los que la empresa Aglomerados mejoro con firmeza la calidad de su producto final.

3.1.2. Comparación del desempeño de los tableros de aglomerado fabricados con diferentes tratamientos de especies forestales mediante las propiedades mecánicas de flexión estática, tracción y extracción de tornillos.

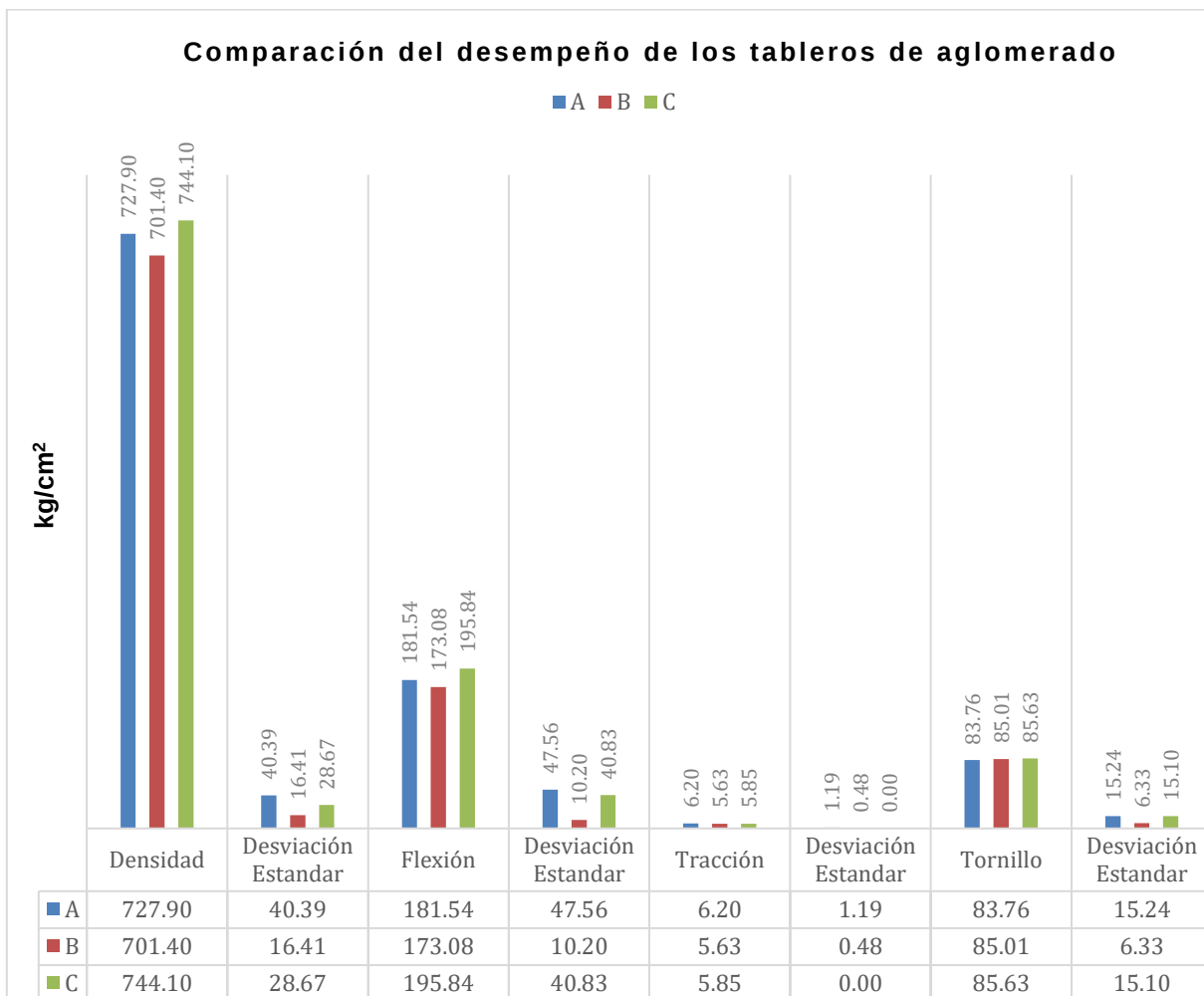


Figura 2. Resultado de comparación del desempeño del tablero de aglomerado

Fuente: Oscar Lucas, febrero del 2024

En esta investigación se realizaron pruebas de laboratorio para obtener resultados de la calidad del tablero, el comportamiento y rendimientos para la sostenibilidad de la empresa, de los efectos obtenidos se compara el desempeño los tableros de aglomerado fabricados especies forestales en diferentes dosis según se presentó el tratamiento A, B y C, en laboratorio tecnológico de realizaron 40 pruebas físicas de

densidad de cada tratamiento, 40 pruebas mecánicas de flexión, tracción y extracción de tornillo para poder ser comparados.

A los tableros obtenidos se les evaluó el efecto de la proporción de aglomerante, la carga de compactación y el tiempo de prensado sobre las propiedades físicas de densidad, absorción de agua e hinchamiento en espesor; así como sobre las propiedades mecánicas de resistencia a la tensión y esfuerzo máximo de flexión. Se puede observar un incremento lineal al aumentar la proporción de colofonia para los tableros compactados a 2,36 kilogramos por centímetro cuadrado tanto durante 5 como durante 2 minutos de tiempo de prensado. Este efecto se le atribuye a que a mayor cantidad de aglomerante, las fibras se encuentran más unidas por lo que se compactan con mayor facilidad. (Monterroso, 2013)

Se compara el desempeño de los tableros de aglomerado a través de las pruebas físicas y mecánicas tomando en cuenta la estabilidad en la calidad y rendimiento de la producción, donde el software IB700 de la maquina universal arroja la media de los resultados para así evaluar los tratamientos siguientes: **A** densidad 727.90 kg/m³, flexión 181.54 kg/cm², tracción 6.20 kg/cm² y tornillo 83.76 kg, **B** densidad 701.40 kg/m³, flexión 173.08 kg/cm², tracción 5.63 kg/cm², tornillo 85.01 kg y **C** densidad 744.10 kg/m³, flexión 195.84 kg/cm², tracción 5.85 kg/cm², tornillo 85.63 kg, comparando los resultados el tratamiento A muestra mejores resultados con variabilidades altas y consumos de materia prima arriba del tratamientos B donde la densidad A 727.90 kg/m³ y B 701.40 kg/m³, el tratamiento B mostro mejores resultados en estabilidad y datos de tornillo 85.01 kg respecto a los otros tratamientos con la densidad 701.40 más de los tratamientos en comparación.

3.1.3. Analizar la variabilidad de la calidad (estabilidad) del tablero con la propiedad física (densidad) y propiedades mecánicas (flexión, tracción y extracción de tornillo).

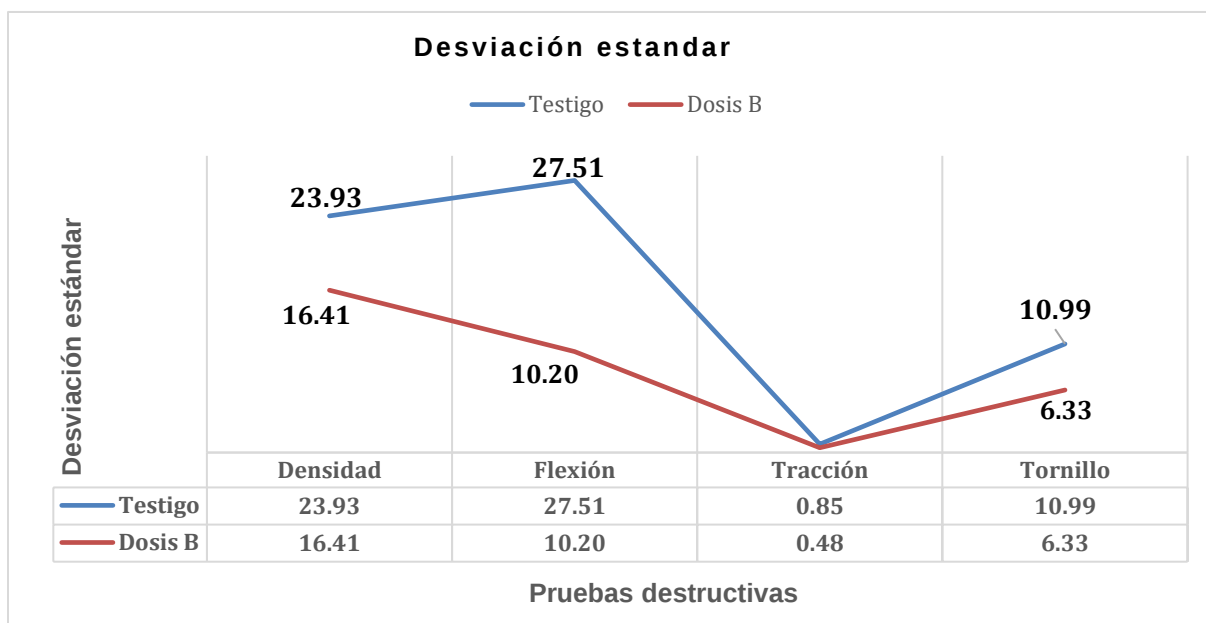


Figura 3. Análisis de la desviación estándar del tratamiento de mejor resultado

Fuente: Oscar Lucas, febrero del 2024

Una desviación estándar alta en las pruebas mecánicas indica una mayor variabilidad en la resistencia de los tableros de aglomerado, lo que sugiere inconsistencias en la calidad del producto final, utilizando el software IB 700 de la máquina universal de propiedades destructivas para recopilar y analizar datos, se pudo determinar la variación entre las pruebas mediante la desviación estándar, esto permitió identificar los tratamientos que mejores resultados mostraron para garantizar una mayor estabilidad en la calidad de tableros de aglomerado, se demuestra la variabilidad de la calidad del tablero en la gráfica comparando el tratamiento “B” que mostró mejores resultados contra el testigo dando como resultado los siguientes datos, tratamiento “B” desviación estándar de flexión 10.20 kg/cm², desviación estándar de tracción 0.48 kg/m² y desviación estándar de extracción de tornillo 6.33 kg/cm² y el testigo con

desviación estándar de flexión 10.2 kg/cm^2 , desviación estándar de tracción 0.85 kg/m^2 y desviación estándar de extracción de tornillo 10.99 kg/cm^2 , comparando los tratamientos presentados, se deja demostrado que el tratamiento **“B”** mediante la evaluación de las propiedades mecánicas del tablero.

No hay dos productos o servicios exactamente iguales porque los procesos mediante se producen incluyen muchas fuentes de variación, incluso cuando dichos procesos se desarrollan en forma prevista, pero la gerencia tiene la opción de investigar las causas de variación del proceso a fin de minimizarlas, para detectar las mediciones anormales de un producto los inspectores deben de tener la capacidad de evaluar de dos formas, consiste en medir atributos o características del producto donde es posible contar rápidamente para saber si la calidad es aceptable, esto permite que se tome una decisión de qué producto cumple con las especificaciones y la otra de evaluar la calidad es medir las variables e identificar las diferencias, la ventaja de medir estas las características consiste en saber si un producto cumple con las especificaciones de calidad. La variación es una medida de dispersión de las observaciones en torno a la media. Dos medidas que se usan comúnmente en la práctica son el rango y la desviación estándar. El rango es la diferencia entre la observación más grande contenida en una muestra y la más pequeña. La desviación estándar es la raíz cuadrada de una población, basada en una muestra (Carro Paz & Gonzáles Gómez , 1992, pág. 2)

En la evaluación de la calidad del producto final, la medición de variables dependientes como la resistencia del tablero desempeñó un papel fundamental, comparar los resultados obtenidos y buscar la estandarización del proceso tomando en cuenta el tratamiento **“B”** que mostró mejores resultados con desviación estándar de flexión 10.20 kg/cm^2 , desviación estándar de tracción 0.48 kg/m^2 y desviación estándar de extracción de tornillo 6.33 kg/cm^2 , sin variaciones significativas es esencial para garantizar la consistencia y fiabilidad de los productos. En términos estadísticos, una

baja desviación estándar indica que la calidad del tablero se mantuvo estable durante el proceso de fabricación.

La estabilidad en la calidad del tablero es crucial para los carpinteros y las industrias de muebles, ya que les permite evitar estancamientos en la producción y minimizar pérdidas por devoluciones debidas a problemas de calidad. Por ejemplo, si el proceso de fabricación no se controla adecuadamente y se dosifica la madera de distintas especies en el molino sin un esquema claro, es probable que la variabilidad en las propiedades del tablero sea alta, lo que se refleja en una desviación estándar elevada en las pruebas de resistencia.

Al lograr una estabilidad en la calidad del tablero, tanto los fabricantes como los consumidores se benefician de productos consistentes y confiables. Esto no solo mejora la reputación de la empresa en el mercado, sino que también contribuye a la satisfacción del cliente y al éxito a largo plazo del negocio.

3.2. Comprobación de las hipótesis

3.2.1. Planteamiento de Hipótesis

H_0 = No existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: Testigo pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 18%, teca ***Tectona grandis*** 16%, pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, con las Dosificaciones: **A**: p. macho ***P. caribaea*** 33%, melina ***G. arborea*** 17%, teca ***T. grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B**: pino macho ***Pinus c.*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, lepa pino macho ***P. caribaea*** 47% y **C**: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, %, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***T. g*** 12%, lepa pino macho ***P. c*** 38%, a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

H_a = Existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: Testigo pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, melina ***Gmelina arborea*** 18%, teca ***Tectona grandis*** 16%, pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, con las Dosificaciones: **A**: p. macho ***P. caribaea*** 33%, melina ***G. arborea*** 17%, teca ***T. grandis*** 12%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 38%, **B**: pino macho ***Pinus c.*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, lepa pino macho ***P. caribaea*** 47% y **C**: pino macho ***Pinus caribaea*** 28%, %, melina ***Gmelina arborea*** 22% , teca ***T. g*** 12%, lepa pino macho ***P. c*** 38%, a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

3.2.2. Niveles de significación

La significación estadística es la referencia práctica del efecto del tratamiento “B” pino macho *Pinus caribaea* 35%, melina *Gmelina arborea* 12%, teca *Tectona grandis* 6% lepa pino macho *Pinus sp* 47%, que mejor resultados expuso. De acuerdo a esta investigación se centró únicamente a los resultados sí son estadísticamente significativos o pueden incluir datos que no son relevantes en la práctica, prudentemente se señala la magnitud del efecto junto a los valores P, con un valor de significancia de $\alpha = 0.05$ y un valor crítico $Z = 1.96$ bajo la curva en una distribución normal. Tabla 20, con el título Valores bajo de la Curva, Apéndice F, pág. 83

3.2.3. Selección del estadístico de Prueba

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Donde:

Z= Valor estadístico

X= Media muestral

μ = Media poblacional

σ = Desviación estándar

α = Nivel de significancia

Fuente: (Walpole, Myers, & Myers, 2012, pág. 341)

Tabla 10. Datos de resultados de las pruebas físico y mecánicas proporcionadas por el software IB700

Tratamiento	Densidad		Flexion		Traccion		Extraccion de tornillo	
	Media Kg/m ³	Desviación Estandar Kg/m ³	Media Kg/cm ²	Desviación Estandar Kg/cm ²	Media Kg/cm ²	Desviación Estandar Kg/cm ²	Media Kg/cm ²	Desviación Estandar Kg/cm ²
T	722.48	23.9315	193.38	27.51	6.57	0.85	83.39	10.99
A	727.9	40.387	181.53	47.55	6.20	1.19	83.76	15.24
B	701.4	16.413	173.08	10.2013	5.63	0.48	85.01	6.33
C	744.1	28.666	195.84	40.83	5.85	0.774	85.63	15.10

Referencias: T (Testigo), A (Tratamiento A), B (Tratamiento B), C (Tratamiento C)

Resultado de las pruebas destructivas en laboratorio tecnológico, obtenidos del software IB700

Fuente: Oscar Lucas, Máquina Universal de Pruebas, 2024.

3.2.4. Formulación de la regla de decisión

- Si Z se localiza en la región no crítica, se acepta la H_0 y se rechaza la H_a .

Las pruebas físico–mecánicas del tablero producido con la dosificación Testigo = a las pruebas físico-mecánicas de la dosificación B.

- Si Z se localiza en la región crítica se rechaza la H_0 y se acepta la H_a .

Las pruebas físico–mecánicas del tablero producido con la dosificación Testigo $\neq$ a las pruebas físico-mecánicas de la dosificación B.

3.2.5 Regla de decisiones

$$Z = \frac{\chi - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Tabla 11. Selección del tratamiento

	Densidad		Flexion		Traccion		Extraccion de tornillo			
	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media de Pruebas	Media de Desviacion Estandar
T	722.5	23.9	193.4	27.1	6.6	0.8	83.4	11.0	251.5	15.7
B	701.4	28.7	173.1	9.3	5.6	0.5	85.0	6.3	241.3	11.2

Datos del tratamiento B de menor variación y datos testigo

Fuente: Oscar Lucas, 2024.

$$Z = \frac{\chi - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

$$Z = \frac{241.49 - 251.45}{15.71/\sqrt{40}}$$

$$Z = -4.25$$

Donde:

Z= Valor estadístico

X= (241.49) Media muestral

μ= (251.45) Media poblacional

σ= (15.82) Desviación estándar

α= (0.05) Nivel de significancia

Fuente: (Walpole, Myers, & Myers, 2012, pág. 341)

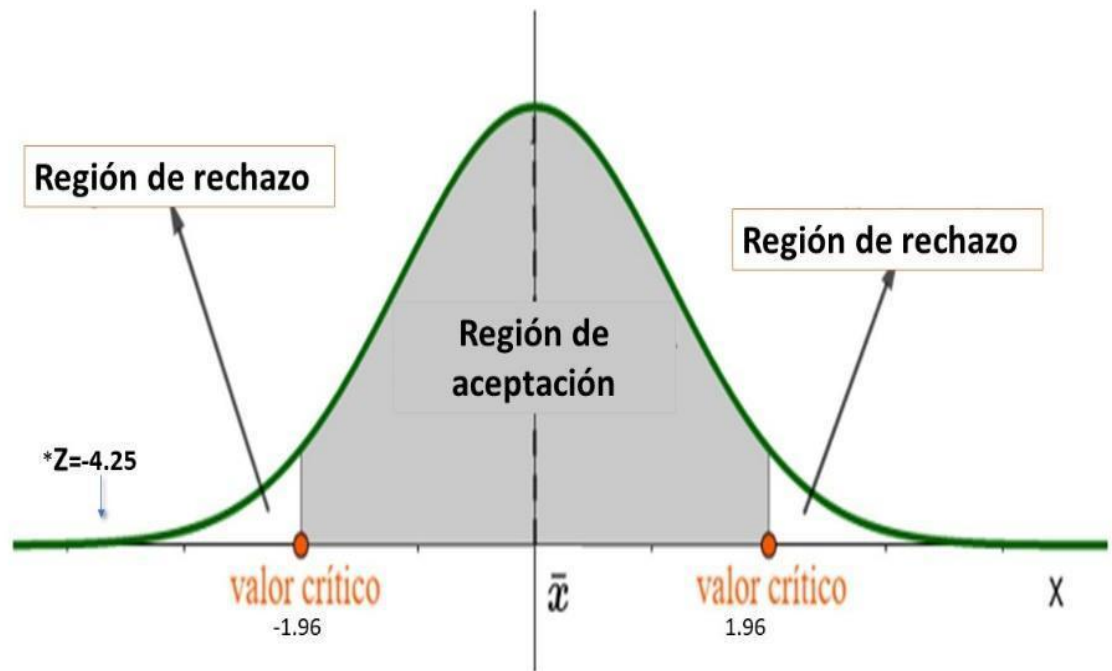


Figura 4. Distribución Normal de medias y muestra de posición Z bajo la curva.

Fuente. (Robert Johnson, 2012, pág. 378)

Con el valor de significancia de $\alpha=0.05$ y 95% de confiabilidad se buscó el valor estadístico Z dentro de la curva de distribución, y se determina estadísticamente que el resultado integra parte del área crítica de rechazo de la H_0 , anunciando que existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas del Testigo, pino macho *Pinus caribaea* 28%, melina *Gmelina arborea* 18%, teca *Tectona grandis* 16%, pino macho *Pinus caribaea* 38% $\neq$ B: pino macho *Pinus caribaea* 35%, melina *Gmelina arborea* 12%, teca *Tectona grandis* 6% lepa pino macho *Pinus caribaea* 47%, exponiendo menores variaciones en calidad del tablero la dosificación B, esto ayuda a tomar decisiones para las actividades de producción de tablero de aglomerado mejorando la eficiencia y disminuir la fluctuación de las pruebas destructivas basándose a las necesidades del consumidor final.

3.3. Hallazgos de la Investigación

- En la investigación se observó detalladamente cada dato de las pruebas de las dosificaciones empleadas, guiados de los beneficios sólidos de la desviación estándar para comparación de las pruebas destructivas físico y mecánicas entre dosificaciones y datos históricos ayudando a tomar decisiones sobre la mejor dosificación que mostró mejor resultado y menor desviación estándar.
- El beneficio de haber tomado la decisión de la mejor dosificación mediante la desviación estándar es que cada punto de datos se incluye en el análisis y así mismo disminuye la variación de la calidad en el proceso productivo, restituyendo las actividades de consumo de materias primas e insumos volviendo el proceso eficiente.
- A través de la desviación estándar, se puede evaluar el rendimiento de la rentabilidad. Un aumento en las variaciones en la calidad del producto conlleva un mayor consumo de insumos y materias primas, lo que a su vez puede reducir los estándares de calidad ofrecidos a los clientes. Por lo tanto, es fundamental tomar decisiones que optimicen los resultados y permitan mantener un seguimiento adecuado de la producción, asegurando así que se cumplan los estándares de calidad establecidos.
- Las pruebas destructivas que menor desviación estándar reflejaron fueron las de la dosificación **B** pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47%, tomando como mejor resultado en cuanto a calidad de tablero y menor variación en las pruebas destructivas.

Conclusiones

- Se efectuaron ensayos en laboratorio tecnológico donde se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de cada tratamiento del tablero de aglomerado donde se concluye que las propiedades físicas (densidades) varían según las proporciones de madera en la alimentación de la Chipeadora con las especies forestales de pino macho *Pinus caribaea*, melina *Gmelina arborea*, teca *Tectona grandis*, y propiedades mecánicas (flexión estática, tracción y extracción de tornillos).
- Con la fabricación de tableros de aglomerado a partir de 3 tratamientos se obtuvieron datos que reflejaron la calidad, comportamiento y desempeño donde dichos datos fueron comparados exponiendo que el tratamiento **A** mostro mayor densidad, pero con extracciones de tornillo menores al tratamiento **B y C** y la inestabilidad de los datos de calidad fueron altas respecto a los tratamientos comparados, el tratamiento **B** con densidad de 701.4 Kg/m^3 mostro resultados mecánicos estables (flexión 173.08 kg/cm^2 , tracción 5.63 kg/cm^2 , tornillo 85.01) y con rendimientos de materia prima eficientes para una sostenibilidad del proceso productivo.
- Al evaluar la desviación estándar de las propiedades físico-mecánicas en cada tratamiento, se demuestra que existe una inestabilidad notable en la calidad del tablero, el tratamiento que mostró la menor variación en sus resultados fue el tratamiento "**B**" con desviación estándar de flexión 10.20 kg/cm^2 , desviación estándar de tracción 0.48 kg/m^2 y desviación estándar de extracción de tornillo 6.33 kg/cm^2 , este tratamiento fue considerado como el más consistente en términos de calidad, lo que es esencial para cumplir con los estándares del mercado y satisfacer las expectativas del cliente.

Recomendaciones

Fundado en los hallazgos sobre la propiedad física como la densidad y las propiedades mecánicas de Flexión, tracción y extracción de tornillo, los tableros de aglomerado de partículas, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Que la empresa Aglomerados Alianza generalice los valores de las propiedades físicas (densidad) y mecánicas (flexión, tracción y tornillo) del tablero de aglomerado asegurando la calidad continua de producción tomando en cuenta las proporciones de especies forestales del tratamiento **B**.
- Dado que el tratamiento “**B**” ha interpretado ser el más eficiente en términos de densidad (701.4 kg/m³) con propiedades mecánicas aceptables y consumos de materias primas eficientes se recomienda utilizar las proporciones de pino macho ***Pinus caribaea*** 35%, melina ***Gmelina arborea*** 12%, teca ***Tectona grandis*** 6%, lepa pino macho ***Pinus caribaea*** 47% para mantener la estabilidad del procesos y estandarizar el consumo de madera en la chipeadora.
- Minimizar las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas del tablero de aglomerado mediante el control del proceso de alimentación de chipeado, esto implica asegurar el cumplimiento de los ciclos de alimentación de la chipeadora, capacitar al personal responsable y maquinaria de trituración de madera en buen estado para mantener la calidad de chips garantizando así la homogeneidad en proporciones obtenidas de la materia prima.

Referencias

- Aranda, G. A. (2013). *Aplicando la Investigación experimental con nuetros niños*. Habana, Cuba. Recuperado el 21 de 3 de 2024, de <https://es.scribd.com/document/155033578/La-investigacion-experimental>
- Arias, j. (2020). *Metodos e Istrumentos de investigación*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/download/90/133/157?inline=1
- Barrantes, R. (2006). *Tecnicas de Investigación*. Recuperado el 5 de 7 de 2004, de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24604w/tecnicas-e-instrumentos-de-investigacion.pdf
- Bastar, S. G. (2012). *Metodología de la investigación* (Primera edición ed.). México. Recuperado el 20 de 2 de 2024, de <https://www.studocu.com/gt/document/universidad-de-san-carlos-de-guatemala/metodos-de-investigacion/investigacion-sergio-gomez/23067166>
- Carro Paz, R., & Gonzáles Gómez , D. (1992). *Control estadístico de procesos. Administración en la operación*. Obtenido de https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1617/1/12_control_estadistico.pdf
- Catalan, F. V. (2005). *Efecto de la densidad sobre las propiedades físico-mecánicas de tableros de fibra HDF*.
- Godínez, O. (2009). *DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO, POTENCIALIDADES PRODUCTIVAS Y PROPUESTAS DE INVERSIÓN*. Gautemala: USAC.
- Gonzáles, S. (2013). *EVALUACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULAS DEL ASERRÍO DE LA MADERA DE PALO BLANCO (Cybistax donell-smithii (Rose) Seibert)*. Guatemala.
- Herman Poblete, E. L. (2000). *Densidad del tablero de partículas y estabilida dimensional*. Recuperado el 28 de enero de 2024

- Hernan Poblete, E. L. (2000). *Universidad Austral de Chile*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/http://revistas.uach.cl/pdf/bosque/v21n2/art06.pdf
- Jhonson, R., & Kubby, P. (s.f.). Prueba de Hipotesis de media conocida. México. Recuperado el 4 de 3 de 2024, de <https://s2f72b13f64f44b23.jimcontent.com/download/version/1571924550/module/14467158930/name/Estadistica%20Elemental%20-%20Johnson%20Kuby%2011ed%20%281%29.pdf>
- Leidig, R. (2017). Propiedades de tableros de particulas fabricados con maderas de Eucalyptus. Mérida, Venezuela. Recuperado el 24 de 3 de 2024, de <https://www.scielo.cl/pdf/maderas/v19n3/aop3217.pdf>
- López, R. G. (2004). *EVOLUCIÓN CIENTÍFICA y METODOLOGIA DE LA ECONOMIA*. Obtenido de <https://josemramon.com/wp-content/uploads/G%C3%B3mez-L%C3%B3pez-Evoluci%C3%B3n-cient%C3%ADfica-y-metodol%C3%B3gica-de-la-econom%C3%ADa.pdf>
- Lucas, O. (2024). *Aglomerados Alianza*.
- MAPS. (2024). *google maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/@14.9621127,-89.8317638,14z?entry=ttu>
- Matas, A. (2023). *El Método Científico: una breve introducción*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgicfindmkaj/https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/27649/Zenodo_UD_Metodo_Cientifico.pdf?sequence=1
- Mejia, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Monterroso, B. (2013). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS TABLEROS AGLOMERADOS ELABORADOS CON CASCARILLA DE CAFÉ*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Moreno, P. (2017). *PROPIEDADES DE TABLEROS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS FABRICADOS CON MADERA DE Eucalyptus urophyll*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6065040.pdf>

- Paitán, H. Ñ. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (5ta ed.). Bogotá, Colombia. Recuperado el 23 de 2 de 2024, de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf
- Pedro, L. (2015). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfendmkaj/https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsoccua_cap2-4a2017.pdf
- Poblete, H. (1986). Resistencias mecanicas de tableros de particulas producidos con mezclas de especies Chilenas. En U. A. Chile. Valdivia, Chile. Obtenido de <http://revistas.uach.cl/pdf/bosque/v7n1/art05.pdf>
- Poblete, H., & Vargas, R. (2006). Relación entre densidad y propiedades de tableros HDF. Concepción, Chile. Recuperado el 4 de 24 de 1, de <https://www.redalyc.org/pdf/485/48580304.pdf>
- Robert Johnson, P. K. (2012). *Estadísticas elemental*. Mexico: Sergio Cervantes.
- Ruiz Espejo, M. (2014). Estimación de la desviación estándar. España. Recuperado el 2 de 4 de 2024, de [file:///C:/Users/u/Downloads/art_192_3%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/u/Downloads/art_192_3%20(1).pdf)
- SEGEPLAN. (2019). *Secretaría de planificación y programación de la presidencia*, . Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfendmkaj/https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/08/1906_PDM_OT_Usumatlan-1.pdf
- Stegmann, G., & Durst, J. (1964). *Spanplatten aus Buchenholz*. Obtenido de <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/MCT/article/view/1465/1411>
- Torres, M. (s.f.). Tamaño de la muestra para una Investigación de mercado. Guatemala, Guatemala. Recuperado el 2 de 3 de 2024, de http://moodlelandivar.url.edu.gt/url/oa/fi/ProbabilidadEstadistica/URL_02_BAS02%20DETERMINACION%20TAMA%C3%91O%20MUESTRA.pdf

- Velázquez, A. P. (2014). *Tipos de muestreo*. Recuperado el 14 de 2 de 2014, de <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/163/1/19-Tipos%20de%20Muestreo%20-%20%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf>
- Walpole, R., Myers, R., & Myers, S. (2012). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Recuperado el 3 de 3 de 2014, de https://vereniciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole_8.pdf

Glosario

Aprovechamiento forestal: la extracción realizada en los términos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de los recursos forestales del medio en que se encuentren, incluyendo los maderables y los no maderables.

Densidad básica: la masa sin agua de un cuerpo de madera, dividida entre su volumen en estado fresco.

Aglomerado: con las virutas, el serrín, restos de maderas molidos adecuadamente, resina y parafina se fabrican tableros de una alta calidad y una apariencia excelente. Estos tableros tienen múltiples aplicaciones en la construcción, carpintería y la ebanistería. Se consiguen tableros de menos peso y grandes dimensiones, constituyen un buen aislante, se pueden trabajar perfectamente con herramientas tradicionales, cortar, ensamblar, perforar, atornillar y clavar.

Dimensión: longitud, área o volumen de una línea, una superficie o un cuerpo, respectivamente.

Chipeadora: esta máquina es una procesadora de madera seca, restos de poda, hojas y ramas secas, cuya función es triturar estos desechos orgánicos para convertirlos en pequeños trozos, denominamos chips o astillas y que pueden ser utilizados en tareas de paisajismo y compostaje.

Flexión: el ensayo de flexión por impacto es uno de los métodos de ensayo destructivos y se utiliza para la caracterización de un material a altas tasas de deformación.

Tracción: el ensayo de tracción consiste en aplicar un esfuerzo axial a una probeta hasta su rotura. La velocidad de deformación aplicada para no distorsionar el resultado debe ser baja. Durante el ensayo de tracción, se mide la fuerza y la extensión de la probeta.

Extracción de Tornillos: se introduce un tornillo en la pieza de madera de interés y mediante un dispositivo se registra la máxima fuerza que se necesita para sacar el tornillo de la pieza. Mediante esta técnica se logra relacionar la fuerza de arranque con

la densidad de la madera, y además pueden detectarse daños y degradaciones ocultas en las piezas de madera.

Pruebas mecánicas: las pruebas mecánicas son una serie de pruebas estandarizadas que se utilizan para determinar las propiedades físicas y mecánicas de un material y su idoneidad para las aplicaciones propuestas. Es un requisito enorme en el diseño de productos y la fabricación de piezas debido a la necesidad de cumplir con los estándares establecidos por organizaciones como ASTM e ISO. Estas pruebas permiten a los fabricantes distinguir materiales de menor calidad y elegir el material adecuado para sus productos.

Melamina: la melamina está hecha a base de resinas melamínicas, lo que significa que es un compuesto orgánico en su base, aunque luego se mezcle con otros componentes para tener sus cualidades. Entre ellas, destacan que hace de los tableros que cubre, madera resistente al agua.

Partículas: una partícula consiste en un pequeño objeto al cual pueden ser atribuidas varias propiedades físicas y químicas tales como un volumen o una masa.

Medidores de densidad: las mediciones de densidad comprueban la pureza y la concentración de una muestra y ofrecen información de su composición. La medición de la densidad resulta fundamental para asegurar la calidad tanto de materias primas como de productos acabados en diferentes sectores.

Magnitud escalar: magnitud física que se expresa por un solo módulo y tiene el mismo valor para todos los observadores. Una magnitud física se denomina escalar cuando se representa con un único número (única coordenada) invariable en cualquier sistema de referencia.

Pruebas destructivas: las pruebas destructivas son aquellas en las que las probetas y/o especímenes sufren cambios irreversibles como producto de la prueba. Algunos tipos comunes de pruebas destructivas aplicadas a la fabricación de materiales compactados como tableros de madera incluyen pruebas de tracción, compresión, torsión y flexión. Estas pruebas miden la resistencia de un material al ser sometido a diferentes tipos de fuerzas y son importantes para determinar la calidad y resistencia de compactación.

Máquina Universal de Ensayos: las máquinas de prueba universales están diseñadas para certificar las propiedades mecánicas de materiales, componentes y productos. Pueden ser accionados por medios electromecánicos o hidráulicos para realizar diferentes tipos de pruebas, como pruebas de tracción, compresión, flexión, peel y desgarre.

Analogía: razonamiento basado en la existencia de atributos semejantes en seres o cosas diferentes.

La Urea-formaldehído: tipo de resina o adhesivo cuya principal propiedad es que, una vez moldeada, no se ablanda con el calor, sino que se endurece debido a su estructura interna. Esta resina se utiliza en adhesivos, acabados, tableros de densidad media y objetos moldeados.

Balanza analítica: las balanzas analíticas son instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático que utilizan la acción de la gravedad para determinación de la masa. Se compone de un único receptor de carga (plato) donde se deposita el objeto para medir.

Cargadores frontales: un cargador frontal es una máquina pesada de construcción que se utiliza para cargar materiales en camiones, tolvas o contenedores. También es conocido como pala cargadora o cargador de ruedas. Se compone de una estructura principal, una cabina de operador, un brazo elevador y una cuchara.

Tablero de aglomerado: un tablero aglomerado podemos decir que es un compuesto formado por partículas o virutas de madera a las que se le añaden colas y resinas termoendurecibles. A este aglomerado se le aplica calor y presión hasta obtener el tablero. El resultado puede variar en función de las maderas utilizadas, los adhesivos y otros aditivos, la presión aplicada, etc.

Termoendurecibles: los plásticos termoendurecibles o termoestables son polímeros que mediante la presión y la temperatura se reblandecen y pueden moldearse en su fase fluida una sola vez y antes de que la reacción de polimerización haya finalizado por completo.

Apéndice

Apéndice A: Proceso productivo de tablero de Aglomerado.

Tabla 12. Boleta anotaciones de observación



Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Ingeniería Forestal

Objetivo: Determinar las condiciones laborales y condiciones productivas en las que opera la empresa Aglomerados Alianza

Aspectos a observar:

Cálida del producto: _____

Procesos de verificación de calidad: _____

Ordenamiento en materia prima: _____

El Proceso de producción: _____

La sostenibilidad: _____

Capacidad de Producción: _____

Atención al cliente: _____

Fuente. Oscar Lucas, enero 2024.

Apéndice B: Datos de pruebas destructivas

Tabla 13. Fichas digitales de pruebas físicas de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas



	Tratamientos de Densidad			
No. De prueba	Testigo	A	B	C
	kg/cm ³	kg/cm ³	kg/cm ³	kg/cm ³
1	730	760	720	755
2	675	670	711	765
3	691	796	715	644
4	700	641	692	690
5	730	647	670	750
6	735	757	709	788
7	711	740	723	765
8	712	752	697	777
9	717	710	683	760
10	717	696	688	765
11	740	654	693	755
12	743	750	683	756
13	740	664	675	726
14	710	740	694	762
15	715	750	723	770
16	716	750	682	701
17	735	742	694	743

18	720	751	714	750
19	750	743	693	741
20	730	745	689	705
21	741	754	710	721
22	679	765	723	712
23	740	742	690	765
24	687	655	690	752
25	690	667	690	762
26	734	758	689	755
27	730	764	720	706
28	734	747	715	755
29	743	730	721	768
30	682	750	715	705
31	680	665	718	762
32	758	761	689	734
33	740	750	688	757
34	745	755	720	754
35	755	700	720	705
36	730	751	699	765
37	680	750	715	755
38	752	740	685	747
39	740	700	726	758
40	723	755	679	756
Promedio	722.48	727.9	701.4	744.1

Fuente. Oscar Lucas, enero 2024.

Tabla 14. Ficha digital de pruebas mecánicas (flexión) de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas



Tratamientos de flexión				
No. De pruebas	Testigo	A	B	C
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
1	187	180	184	176
2	198	143	181	187
3	193	145	176	243
4	244	134	178	180
5	240	140	165	174
6	189	139	160	176
7	194	165	178	178
8	185	167	187	164
9	182	132	169	160
10	178	267	187	165
11	250	137	168	162
12	215	276	181	167
13	216	136	179	163
14	198	154	187	164
15	174	143	186	166
16	165	148	179	165
17	175	167	181	267
18	167	154	172	167
19	179	160	183	164

20	168	156	186	276
21	171	165	182	168
22	173	187	185	163
23	188	167	164	163
24	245	161	183	163
25	190	165	162	274
26	255	157	163	243
27	185	170	164	257
28	180	190	162	236
29	173	190	161	215
30	175	179	180	254
31	174	145	161	180
32	175	156	160	187
33	183	156	168	234
34	181	275	161	245
35	178	264	164	170
36	180	278	169	265
37	172	243	161	176
38	245	267	162	165
39	245	256	187	246
40	175	257	163	162
Promedio	193	181	173.08	195.84

Fuente. Oscar Lucas, enero 2024

Tabla 15. Ficha digital de pruebas mecánicas (tracción) de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas.



No. De pruebas	Tratamientos de tracción			
	T	A	B	C
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²
1	6.7	7.3	6	5.4
2	6.7	6.8	5	6.3
3	6.9	6.3	6.3	7.4
4	6.3	7.6	6	5.2
5	4.3	6.5	5.2	4.3
6	6.5	7	6.2	5.6
7	7.2	4.6	5.4	5.4
8	6.9	7.4	5.9	4.6
9	6.9	6.7	6	5.6
10	7	6.6	5.3	6
11	6.3	4	5.9	5
12	6.8	5.2	6.2	5.3
13	7.5	6.3	5.6	5.4
14	4.2	5.6	5.2	7.4
15	6	4	5.6	6.4
16	6.5	4.3	5	7.5
17	6.7	6.9	6.3	5.6
18	6.8	7.4	6	5.2
19	6.8	6.9	5.3	6

20	4.5	6.9	5.4	6.8
21	6.4	4.5	6.4	5
22	6.8	7.3	5.6	6
23	7.3	4.1	5	6.6
24	6.4	7	5.6	6.3
25	6.8	6.2	5.3	7.3
26	6.5	4.5	5.2	6.7
27	6.5	5.6	5	6
28	6.4	7.7	6.3	5
29	5	4.9	4.5	6.6
30	7	5.3	5.3	5.7
31	5	5.5	5	6
32	7	7.8	5.6	5.2
33	7.3	5.3	6.5	5.4
34	7	6	5.6	5.7
35	7.3	7.2	6	5.5
36	6.3	7.6	6	6.2
37	7.4	7.8	5.6	5.8
38	6.7	7.5	5.4	6
39	7.8	6.7	6	4.8
40	7	7	6	6
Promedio	6.57	6.20	5.63	5.85

Fuente. Oscar Lucas, enero 2024.

Tabla 16. Ficha digital de pruebas mecánicas (Extracción de tornillo) de tablero de Aglomerado tomadas de software IB700 de maquina universal de pruebas



Tratamientos de extracción de tornillo				
No. De pruebas	T	A	B	C
	kg	kg	kg	kg
1	74	62	87	62
2	79	93	90	99
3	80	65	76	97
4	65	89	75	93
5	78	60	95	95
6	81	92	79	90
7	92	95	90	63
8	91	95	87	93
9	76	96	79	96
10	83	97	83	97
11	76	63	89	65
12	95	99	76	94
13	74	61	78	94
14	78	96	77	96
15	99	90	79	62
16	90	92	86	63
17	93	65	92	97
18	74	89	90	98
19	70	87	87	63

20	92	63	93	65
21	76	68	76	99
22	94	95	79	68
23	97	62	87	65
24	85	92	86	96
25	98	65	92	92
26	86	94	92	98
27	75	65	90	96
28	91	95	81	68
29	65	91	93	70
30	96	62	82	99
31	75	98	78	93
32	96	97	95	98
33	83	65	90	63
34	90	65	92	99
35	65	96	79	95
36	78	98	90	94
37	95	94	81	62
38	80	97	93	99
39	71	99	78	96
40	95	97	80	95
Promedio	83.39	83.76	85.01	85.63

Fuente. Oscar Lucas, enero 2024.

Apéndice C: Cuestionario en la línea de producción

Tabla 17. Ficha de cuestionario



Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Ingeniería Forestal



A continuación, se presenta una serie de preguntas referentes a la información obtenida en proceso productivo a la línea de Aglomerado tomando en cuenta el punto de vista operativo.

1. ¿Sabe correctamente la influencia de la calidad de materia prima (madera) en el tablero?
2. ¿Tienes conocimientos de las especies forestales utilizadas en la fabricación de Tablero?
3. ¿Tienes información diaria de los datos obtenidos en laboratorio?
4. ¿Sus actividades diarias van enfocadas a la calidad del producto final?
5. ¿Tiene información de las inquietudes del cliente?
6. ¿Las ideas de mejora en el área operativa son tomadas en cuenta?
7. ¿El ambiente laboral es como para usted?

Fuente. Oscar Lucas, enero 2024

Apéndice D: Entrevista a colaboradores dentro de la empresa

Tabla 18. Boleta de entrevista



Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Ingeniería Forestal



A continuación, se presentan algunas preguntas referentes a la información obtenida en proceso productivo a la línea de Aglomerado.

1. ¿Puesto de trabajo? _____
2. ¿Tiempo trabajando en la empresa? _____
3. ¿Qué te gustaría cambiar en el puesto? _____
4. ¿Crees que hay deficiencias en la empresa Si _____ No _____ cuáles? _____
5. ¿Sientes que existe trabajo en equipo? _____
6. ¿Existe capacitaciones en la empresa? _____
7. ¿Existe comunicación en la empresa? _____
8. ¿Tus ideas son escuchadas? _____
9. ¿Algunas sugerencias para mejorar la empresa? _____
10. ¿Algo que se desee agregar? _____

Fuente. Oscar Lucas, enero 2024.

Apéndice E: boletas de comprobación de cada tratamiento

Tabla 19. Boletas de comprobación tratamiento A de alimentación a la chipeadora.



Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Ingeniería Forestal



Control de ingreso de madera chipeadora tratamiento A						
Encargado de cargador frontal: _____				Turno: _____		
Encargado de chipeadora: _____				Fecha: _____		
Materia prima	Ciclo muestra	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5
Lepa (Pino macho <i>Pinus caribaea</i>)	////////					
Trocillo (Pino macho <i>Pinus caribaea</i>)	////////					
Trocillo (Melina <i>Gmelina arborea</i>)	///					
trocillo (teca <i>Tectona grandis</i>)	//					
	%					
Lepa	38					
pino	33					
melina	17					
teca	12					

Boleta de control de tratamiento A para alimentación de chipeadora

Fuente: Lucas, febrero de 2024



Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Totonicapán

Ingeniería Forestal

Boleta de control de tratamiento B para alimentación de chipeadora

Control de ingreso de madera a chipeadora tratamiento B																
Encargado de cargador frontal: _____				Turno: _____												
Encargado de chipeadora: _____				Fecha: _____												
Materia prima	Ciclo Muestra	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5										
Lepa (Pino macho <i>Pinus caribaea</i>)	////////															
Trocillo (Pino macho <i>Pinus caribaea</i>)	/////															
Trocillo (Melina <i>Gmelina arborea</i>)	//															
trocillo (teca <i>Tectona grandis</i>)	/															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Lepa</td> <td style="text-align: center;">47</td> </tr> <tr> <td>pino</td> <td style="text-align: center;">35</td> </tr> <tr> <td>melina</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td>teca</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> </table>								%	Lepa	47	pino	35	melina	12	teca	6
	%															
Lepa	47															
pino	35															
melina	12															
teca	6															

Boleta de control de tratamiento B para alimentación de chipeadora

Fuente: Lucas, febrero de 2024



Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Ingeniería Forestal

Control de ingreso de madera a chipeadora tratamiento C																
Encargado de cargador frontal: _____				Turno: _____												
Encargado de Chipeadora: _____				Fecha: _____												
Materia Prima	Ciclo Muestra	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5										
Lepa (Pino macho <i>Pinus caribaea</i>)	////////															
Trocillo (Pino macho <i>Pinus caribaea</i>)	////															
Trocillo (Melina <i>Gmelina arborea</i>)	///															
trocillo (teca <i>Tectona grandis</i>)	//															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Lepa</td> <td style="text-align: center;">38</td> </tr> <tr> <td>pino</td> <td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr> <td>melina</td> <td style="text-align: center;">22</td> </tr> <tr> <td>teca</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> </table>								%	Lepa	38	pino	28	melina	22	teca	12
	%															
Lepa	38															
pino	28															
melina	22															
teca	12															

Boleta de control de tratamiento C para alimentación de chipeadora

Fuente: Lucas, febrero de 2024

Apéndice F: valor bajo la curva

Tabla 20. Distribución Bajo la Curva de un nivel de significancia de 0.05

Distribución Normal

En los ejes están los valores de z y la tabla muestra el área del eje central a la derecha.



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990

Valor crítico bajo la curva $Z=1.96$ con significancia de 0.05

Fuente: Daniel, W. (1982) Estadística con aplicaciones a las Ciencias Sociales y la Educación. Edit. Mc Graw Hill, Mex., 1982.

Apéndice G: Fotografías de pruebas destructivas

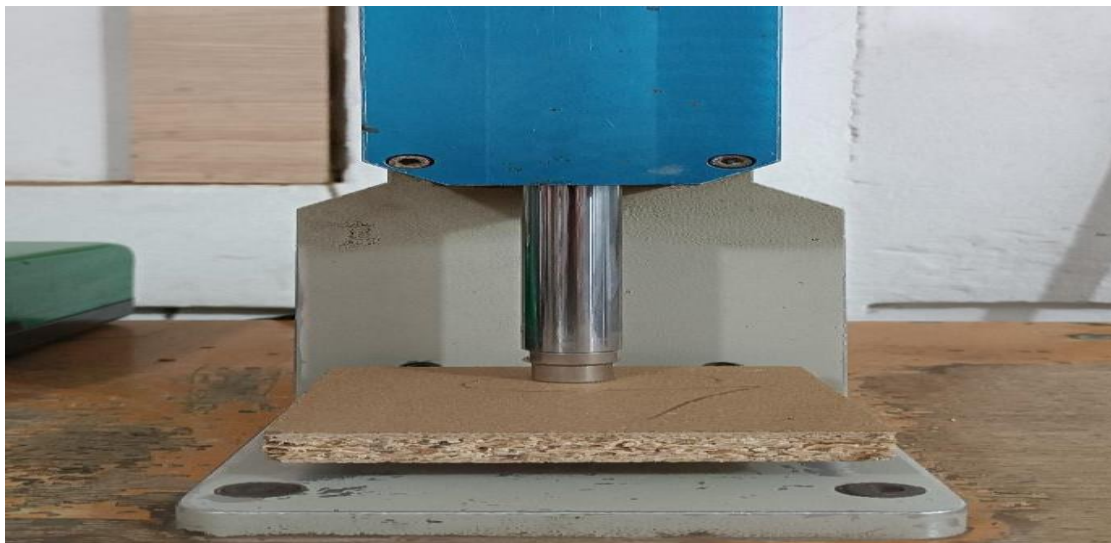


Figura 5. Densímetro digital

Medición de 3 ejes espaciales para obtener volumen de una pieza de ensayo de 10cm x 10cm

Fuente: Daniel cantoral. Laboratorista de Aglomerados Alianza, 20 de enero 2024.



Figura 6. Balanza analítica

Toma de pesos de cada pieza de ensayo, automáticamente el software muestra la densidad al conjugarlo con el volumen kg/m^3

Fuente: Daniel Cantoral. Laboratorista de Aglomerados Alianza, 20 de enero 2024.

IMAL IB

Archivo Editar Ver Prueba Dar formato Base de dato Herramientas Idioma Ayuda

Prueba: 01177

Prueba Más Estándar Comentario

Código: 01177 Usuario: KEVIN Fecha de producción: 29/01/2024 Fecha de prueba: 29/01/2024

Producción: DESTRUCTIVA Cliente: ALIANZA 09:39:50 a.m. 09:39:50 a.m.

Flexión

	Longitud	Anchura	Espesor	Peso	Peso por superficie	Densidad	Fuerza	Flexión	Modulo de
	mm	mm	mm	g	Kg/m²	Kg/m³	Kg	Kg/cm²	Kg/cm²
Media			15.93		10.53	661		128.9	13770.4
Min.			15.36		9.73	634		113.9	12069.2
Máx.			16.61		11.26	687		151.6	15876.6
1	300.00	75.64	15.89	245.17	10.80	680	60.6	142.8	15876.6
2	300.00	77.41	15.36	226.07	9.73	634	46.6	114.8	12268.2
3	300.00	75.68	15.78	229.69	10.12	641	47.7	113.9	13887.8
4	300.00	76.49	16.05	246.51	10.74	669	66.4	151.6	14800.0
5	300.00	76.80	16.61	247.51	10.74	647	59.7	126.8	14668.1
6	300.00	75.06	15.68	241.89	10.74	685	48.2	117.5	13082.7
7	300.00	75.40	15.58	225.79	9.98	641	47.5	116.8	12069.2

Para obtener ayuda presione F1

Figura 7. Software IB 700

Toma de datos de cada prueba destructiva

Fuente: Oscar Lucas, Cómputo de laboratorio Aglomerados Alianza, 29 de enero 2024



Figura 8. Pruebas destructivas de Flexión

Aplicación de fuerza medida para medición de elasticidad de cada prueba, piezas de 7.7 cm x 30 cm,

Fuente: Daniel Cantoral. Laboralista de Aglomerados Alianza, 25 de enero 2024



Figura 9. Pruebas destructivas de extracción de tornillo

Hale de tornillo con fuerzas medidas en Kilogramos a piezas de 7.7 cm x 5 cm

Fuente: Daniel Cantoral. Laboratorista de Aglomerados Alianza, 25 de enero del 2024



Figura 10. Piezas de ensayo de extracción de tornillo

Corte de piezas de ensayo de extracción de tornillo

Fuente: Daniel Cantoral. Laboratorista de Aglomerados Alianza, 25 de enero del 2024

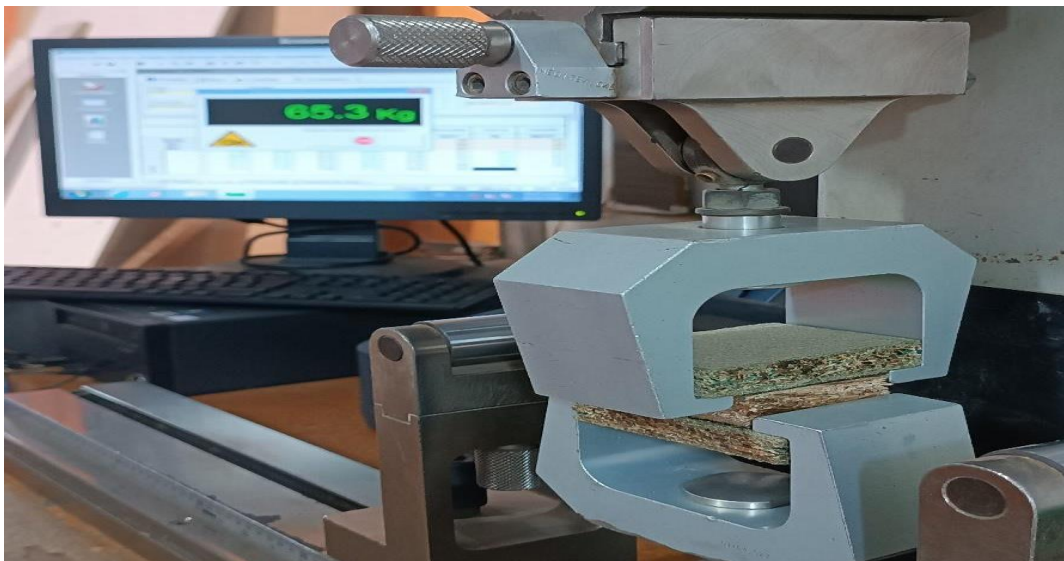


Figura 11. Pruebas destructivas de tracción

Aplicación de fuerzas contrarias para tracción de superficie de piezas de pruebas de 5 cm x 5 cm.

Fuente: Daniel Cantoral. Laboratorista de Aglomerados Alianza, 2 de febrero de 2024.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
USAC
CENTRO UNIVERSITARIO DE TOTONICAPÁN
CUNTOTO
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL
COMISIÓN DE EJERCICIOS PROFESIONAL SUPERVISADO



PLAN DE INVESTIGACIÓN INFERENCIAL
COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO- MECÁNICAS DEL TABLERO DE
AGLOMERADO A PARTIR DE TRES DOSIFICACIONES DE ESPECIES, EN LA
EMPRESA AGLOMERADOS ALIANZA UBICADA EN USUMATLAN, ZACAPA.

POR
OSCAR ROLANDO LUCAS OXLAJ
Carne No. 201046703
Asesor: JAIME MARTINEZ LEIVA
TOTONICAPÁN, AGOSTO DEL 2014

TÍTULO

COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FISICO- MECÁNICAS DEL TABLERO DE AGLOMERADO A PARTIR DE TRES DOSIFICACIONES DE ESPECIES, EN LA EMPRESA AGLOMERADOS ALIANZA UBICADA EN USUMATLAN, ZACAPA.

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.	JUSTIFICACIÓN	6
4.	OBJETIVOS	7
4.1.	GENERAL	7
4.2.	ESPECÍFICOS	7
5.	HIPÓTESIS	8
6.	MARCO TEÓRICO.....	9
6.1.	MARCO CONCEPTUAL	9
6.1.1.	Tableros Aglomerados.....	9
6.1.2.	Madera	9
6.1.3.	Estudios realizados en tableros aglomerados de partículas	11
6.1.4.	Normas ANSI 208.1 -2009.....	11
6.1.5.	ESTADÍSTICA	13
6.1.6.	Línea de producción	16
6.2.	Marco Referencial	21
6.2.1.	Contexto Departamental	21
7.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
7.1.	FASE INICIAL DE GABINETE	26
7.2.	FASE DE CAMPO.....	28
7.3.	Fase final de gabinete	31
8.	CONCLUSIÓN.....	36
9.	RECOMENDACIONES	37
10.	BIIBLIOGRAFÍA.....	38
11.	ANEXOS	40

1. INTRODUCCIÓN

Las actuales tendencias a nivel mundial en relación al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y a la protección del medio ambiente, han ido cambiando la idea de producción de desechos de los procesos industriales, por la generación de “subproductos” con un uso potencial. La fabricación de tableros de aglomerados es particularmente atractivas para los países que poseen recursos forestales limitados, ya que ese producto permite aprovechar al máximo los residuos de madera y emplear diversas especies cuya utilización con otros fines podría no ser rentable. Por tal motivo la empresa Aglomerados Alianza ha generado una alternativa para aprovechar los desechos madereros, como lo son los subproductos de raleos y virutas obtenidas de aserraderos. Producto de ésta alternativa, es necesario el mejoramiento de los procesos productivos asegurando la sustentabilidad de la empresa, por tal razón para una mejor calidad del Tablero de aglomerado mediante la estabilidad de ingreso de madera de distintas especies en dosificaciones a la chipiadora, ya que dentro de esta empresa las dosificaciones son dirigidas mediante la experiencia de los tractoristas, dada esta situación se proponen tres diferentes dosificaciones por la cual con las comparaciones, mediante evaluación físico-mecánica se optara por la mejor propuesta y lograr la estabilización de la calidad del tablero. Los resultados de la evaluación físico-mecánica, se estudiaran en el presente trabajo para determinar la variación estadística existente entre las tres propuestas de dosificaciones mediante diferencia de medias para cada una de las propiedades físicas y mecánicas que se evaluarán.

Se proponen tres dosificaciones de especies de ingreso a la chipiadora,

A= pino (*Pinus caribaea*) 33%, melina (*Gmelina arborea*) 15%, teca (*Tectona grandis*) 12%, Lepa (*pino ssp.*) 40%.

B= pino (*Pinus caribaea*) 35%, melina (*Gmelina arborea*) 12%, teca (*Tectona grandis*) 6%, Lepa (*pino ssp.*) 47%.

C= pino (*Pinus caribaea*) 30%, melina (*Gmelina arborea*) 18%, teca (*Tectona grandis*) 11%, Lepa (*pino ssp.*) 41%.

Y la dosificación testigo obtenida de la producción histórica,

Testigo= pino (*Pinus caribaea*) 28%, melina (*Gmelina arborea*) 18%, teca (*Tectona grandis*) 16%, Lepa (*pino ssp.*) 38%.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la empresa Aglomerados Alianza para fabricación de tableros de aglomerado utilizan 3 especies forestales el pino (*Pinus ssp.*), melina (*Gmelina arborea*) y teca (*Tectona grandis*), de las cuales contienen propiedades muy distintas en cuanto a densidades y pH; Teca densidad: 0.80 g/cm³ pH: 6.41, Pino: Densidad: 0.55 g/cm³ pH: 4.20, Melina 0.60 g/cm³ pH. 5.55. De las cuales al momento de ser combinadas determinan las densidades del tablero y la propiedad distintiva de cada especie como el pH, que hace reaccionar de distinta manera los componentes químicos como lo es la Urea Formaldehído y el Cloruro de Amonio en cuanto a tiempos de Gelatinización, ya que para la fabricación de tableros es muy importante el control de pH por la razón de que al obtener un pH alto el tiempo de reacción de los Químicos son más tardados, estos afectando las propiedades físico-mecánicas del tablero.

En los procesos productivos dentro de la empresa aún no se ha establecido una dosificación de especies al momento de ingreso a la chipiadora, las operaciones de ingreso de especies a la chipiadora es guiado por la experiencia de los tractoristas, por consecuencia el consumo de cada especie tiene muchas variaciones día con día pudiendo afectar la calidad del tablero.

3. JUSTIFICACIÓN

La industria Aglomerados Alianza, tiene como objetivo la venta de tableros de aglomerados recubiertos de melanina de calidad, siendo con las ventas de sus productos una empresa Sostenible generadora de trabajo a los pobladores de las Áreas Rurales contribuyendo al desarrollo del País.

Al momento de mantener la calidad de tableros de Aglomerado, se hablaría del mejoramiento de las actividades del proceso de producción y evaluar la eficiencia con las que estas operan, como lo es el ingreso de las dosificaciones de las especies que se utilizan como materia Prima para la fabricación del tablero de aglomerado.

Una de las oportunidades de mejorar la calidad del tablero es mediante la proposición de tres dosificaciones distintas de especies para ingreso a la chipiadora, por la cual se elegirá una dosificación que mantenga estable las propiedades Físico - mecánicas del tablero y ayude a minimizar costos de producción, haciendo más eficiente el proceso de producción dentro de la Industria, todo esto es debido a que actualmente no se cuenta con una dosificación establecida operando únicamente con la experiencia de los tractoristas, como consecuencia de la misma una variabilidad en las propiedades del tablero.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Hacer un análisis estadístico (prueba de medias) de los resultados de la evaluación física y mecánica de tableros aglomerados hechos a partir de 3 dosificaciones de especies forestales y proponer la dosificación que muestre un mejor resultado.

4.2. ESPECÍFICOS

Determinar la variación entre dosificaciones de especies para fabricación de tableros, con los resultados de la evaluación física, en las propiedades de: Densidad

Determinar la variación entre dosificaciones de especies para la fabricación de tableros con los resultados de la evaluación mecánica, en las propiedades de: flexión estática, tracción y extracción de tornillos.

5. HIPÓTESIS

H_0 = No existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: testigo (pino 28%, melina 18%, teca 16%, lepa (pino) 38%) con las Dosificaciones: A (pino 33%, melina 15%, teca 12%, lepa 40%), B (pino 35%, melina 12%, teca 6%, Lepa 47%) ó C (pino 30%, melina 18%, teca 11%, Lepa 41% a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

H_a = Existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: testigo (pino 28%, melina 18%, teca 16%, lepa (pino) 38%) con las Dosificaciones: A (pino 33%, melina 15%, teca 12%, lepa 40%), B (pino 35%, melina 12%, teca 6%, Lepa 47%) ó C (pino 30%, melina 18%, teca 11%, Lepa 41% a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. MARCO CONCEPTUAL

6.1.1. Tableros Aglomerados

Los tableros de madera aglomerada pueden definirse como los formados por partículas de madera u otro material lignocelulósico aglomerado con resina sintética, moldeados en forma de lámina, solidificados y en los cuales el fraguado de la resina se logra aplicando calor y presión. Los ésteres o lámina acabada presenta uniformidad en el plano de la hoja y la resina sintética sirve de aglutinante de las partículas. Las láminas pueden ser homogéneas o bien presentar caras de mejor calidad o de distinta textura a la del alma del tablero¹.

6.1.2. Madera

Entre el material disponible para utilizar como materia prima en la elaboración de tableros aglomerados, están los siguientes²:

Especies no comerciales. Se refiere a árboles que no son explotados porque las características de su madera no permiten su comercialización para producción de madera aserrada, chapa, o para otros usos como postes, vigas labradas, durmientes para ferrocarril, etcétera.

Desperdicio de la explotación forestal. Al hacer la explotación de un bosque, solamente se extraen las partes sujetas a comercialización o a industrialización, quedando en el monte las ramas que no pueden producir trozas o partes utilizables con las dimensiones mínimas para aserrío, producción de chapa, postes u otros usos directos.

¹ Flamand R., J. 1961. Propiedades y aplicaciones de tableros de madera aglomerada. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Texcoco, Edo. de México. 80p.

² Zamudio S., E. 1986. Manual de la Industria Maderera. Universidad Autónoma Chapingo. México. 16p.

Desperdicio de aserrío. Al preparar la troza para el aserrío, es decir, al irse escuadrando la misma, se van obteniendo piezas generalmente conocidas como costeras, de las cuales algunas no son aprovechables directamente, por lo que se las incluye dentro del desperdicio y otras que, por ser de mayores dimensiones, permiten un aprovechamiento parcial por medio de saneo; el desperdicio de este saneo queda disponible. Más adelante, al irse produciendo las tablas en sí, éstas tienen que ser desorilladas en algunos casos y trozadas o cabeceadas en otros, lo cual también deja un desperdicio por utilizar. Por último, se tiene el aserrín obtenido durante el proceso, aun cuando su uso tiene un panorama menos amplio.

Desperdicios de la producción de chapa y contrachapados. La producción de chapa y contrachapados va produciendo los desperdicios, conforme avanza el proceso. Al trozar la madera en rollo para obtener las dimensiones que deberá aprovechar la máquina cortadora de la chapa, se obtienen puntas de trozas o flitches como desperdicio. Durante el proceso del corte de la chapa y la elaboración de triplay, se obtiene desperdicio de chapa en los diferentes puntos de saneo, y, por último, se consigue desperdicio del contrachapado al ser recortado o escuadrado el producto final. Además, de los desperdicios citados, en los que la madera conserva su estructura anatómica, se obtiene también el desperdicio de polvo y fibra de manera proveniente del pulido y en menor cantidad el aserrín.

Importancia de los anteriores desperdicios. En los bosques de clima templado y frío, el desperdicio más importante es el desperdicio de la explotación forestal; le siguen los desperdicios del aserradero y, por último, los de la producción de chapa. En los climas tropicales, es de primera importancia la no utilización de las especies comerciales, siguiendo en orden los desperdicios de la explotación forestal que representan un mayor porcentaje del árbol que en las especies de tipo coníferas. Por último, como en el caso anterior, se tienen los desperdicios de aserrío y producción de chapa.

Lepa. Es la parte de la orilla de la troza de árboles forestales obtenidos al momento de aserrar las mismas, tomando estas como desperdicios o subproductos de aserraderos.

6.1.3. Estudios realizados en tableros aglomerados de partículas

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Comisión de las Naciones Unidas para la Economía de Europa (CEE), celebraron una consulta internacional sobre tableros de fibra y tableros de madera aglomerada en Ginebra, Suiza del 21 de enero al 4 de febrero de 1957 (FAO, 1968), en la cual se adoptaron los siguientes acuerdos y conclusiones internacionales publicadas en su informe definitivo: método de ensayo; diferencias del material; producción, consumo y comercio mundiales; materias primas; proceso y equipo; aspectos económicos de la producción y comercialización; propiedades, aplicaciones y usos; así como la necesidad y urgencia de realizar investigación en todos los países, pugnando por conseguir resultados de sus productos³.

6.1.4. Normas ANSI 208.1 -2009

DESCRIPCIÓN:

Tablero aglomerado grueso de partículas de madera, impregnadas de resinas urea-formaldehído y urea-formaldehído- melamina, prensadas a altas temperaturas, fabricado bajo un proceso de tecnología alemana.⁴

³ FAO. 1959. Tableros de fibra y tableros de madera aglomerada. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 211p.

⁴ Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, ANSI. (2009) estándares para productos, servicios, procesos y sistemas, (norma 208.1 -2009) EEUU. 2-4 p.

TABLEROS DE AGLOMERADO DE 15 mm Normas ANSI.

Característica	Parámetro
Grado	M-2, ANSI/A 208.1-2009
Densidad	670 Kg/m3
Flexión estática	> 132 kg/cm2
Tracción perpendicular	4.1 kg/cm2
Resistencia interna	
Tornillo de canto	81.6 kgF

Flexión estática

Con el ensayo de flexión estática se pueden deducir propiedades como la medida de la máxima capacidad que tiene una probeta para soportar una carga gradual aplicada en un período corto de tiempo (módulo de rotura), y por lo tanto ya haber cuantificado la resistencia a la de flexión de la misma (módulo de elasticidad).

Tracción perpendicular a las caras de tableros de Aglomerado

La resistencia a la tracción perpendicular a las caras (TPC) es una propiedad cuyo conocimiento tiene interés para todos lo tableros de aglomerado porque aporta información directa entre la fuerza de agresión entre las partículas de la madera. La TPC es por lo tanto un indicador de la calidad del tablero ya que nos informa acerca de su calidad para actuar como un conjunto sólido y compacto en condiciones diferentes⁵.

⁵ Poblete, H. 1985. Influencia del tamaño de partículas sobre las propiedades mecánicas. Flexión y tracción en tableros de partículas aglomeradas con urea formaldehído. Simposio *Pinus radiata* investigación en Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile 241- 246 p.

Extracción de Tornillo

La resistencia a la tracción de tornillo perpendicular al canto (orillas) del tablero de aglomerado, es un dato importante ya que la mayoría de usos del tablero es para muebles de interiores atornillados por lo tanto estos datos son un indicador importante de la calidad del tablero de aglomerado recubierto de melanina.

Densidad

La densidad normal (D_h) es el coeficiente de la masa (m_h) y el volumen de la probeta (v_h) al contenido de humedad en equilibrio que presenta al momento del ensayo. Se expresa en g/cm^3 ⁶.

$$D_h = m_h / v_h \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

6.1.5. ESTADÍSTICA

CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL PROCEDIMIENTO

Etapas básicas en pruebas de hipótesis. Al realizar pruebas de hipótesis, se parte de un valor supuesto (Hipotético) en parámetro poblacional. Después de recolectar una muestra aleatoria, se compara la estadística muestral, así como la media, con el parámetro hipotético, se compara con una supuesta media poblacional. Después se acepta o se rechaza el valor hipotético, según proceda. Se rechaza el valor hipotético sólo si el resultado muestral resulta muy poco probable cuando la hipótesis es cierta⁷.

⁶ Becerra M., J. 1976. Algunas características físicas y mecánicas de tableros de partículas y sus posibles usos en la construcción. Ciencia Forestal. México Pág. 33 -40.

⁷ Robert Jhonon, PK; Estadística Elemental. 9ª ed. Distrito Federal, MX 426-456

Etapa 1. Planear la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula (H_0) es el valor hipotético del parámetro que se compra con el resultado muestral resulta muy poco probable cuando la hipótesis es cierta.

Etapa 2. Especificar el nivel de significancia que se va a utilizar. El nivel de significancia del 5%, entonces se rechaza la hipótesis nula solamente si el resultado muestral es tan diferente del valor hipotético que una diferencia de esa magnitud o mayor, pudiera ocurrir aleatoriamente con una probabilidad de 0.05 o menos.

Etapa 3. Elegir la estadística de prueba. La estadística de prueba puede ser la estadística muestral (el estimador no sesgado del parámetro que se prueba) o una versión transformada de esa estadística muestral.

Etapa 4. Establecer el valor o valores críticos de la estadística de prueba. Habiendo especificado la hipótesis nula, el nivel de significancia y la estadística de prueba que se van a utilizar, se produce a establecer el o los valores críticos de estadística de prueba. Puede haber uno o más de esos valores, dependiendo de si se va a realizar una prueba de uno o dos extremos.

Etapa 5. Determinar el valor real de la estadística de prueba. Por ejemplo, al probar un valor hipotético de la media poblacional, se toma una muestra aleatoria y se determina el valor de la media muestral. Si el valor crítico que se establece es un valor de z , entonces se transforma la media muestral en un valor de z .

Etapa 6. Tomar la decisión. Se compara el valor observado de la estadística muestral con el valor (o valores) críticos de la estadística de prueba. Después se acepta o se rechaza la hipótesis nula. Si se rechaza ésta, se acepta la alternativa; a su vez, esta decisión tendrá efecto sobre otras decisiones de los administradores operativos, como por ejemplo, mantener o no un estándar de desempeño o cuál de dos estrategias de mercadotecnia utilizar.

La distribución apropiada de la prueba estadística se divide en dos regiones: una región de rechazo y una de no rechazo. Si la prueba estadística cae en esta última región no se puede rechazar la hipótesis nula y se llega a la conclusión de que el proceso funciona correctamente.

Al tomar la decisión con respecto a la hipótesis nula, se debe determinar el valor crítico en la distribución estadística que divide la región del rechazo (en la cual la hipótesis nula no se puede rechazar) de la región de rechazo. A hora bien el valor crítico depende del tamaño de la región de rechazo.

Pasos de la Prueba de Hipótesis

- Expresar la hipótesis nula
- Expresar la hipótesis alternativa
- Especificar el nivel de significancia
- Determinar el tamaño de la muestra
- Establecer los valores críticos que establecen las regiones de rechazo de las de no rechazo. -
- Determinar la prueba estadística.
- Coleccionar los datos y calcular el valor de la muestra de la prueba estadística apropiada.
- Determinar si la prueba estadística ha sido en la zona de rechazo a una de no rechazo.
- Determinar la decisión estadística.
- Expresar la decisión estadística en términos del problema.

Hipótesis Estadística. Al intentar alcanzar una decisión, es útil hacer hipótesis (o conjeturas) sobre la población aplicada. Tales hipótesis, que pueden ser o no ciertas, se llaman hipótesis estadísticas. Son, en general, enunciados acerca de las distribuciones de probabilidad de las poblaciones.

Hipótesis Nula. En muchos casos formulamos una hipótesis estadística con el único propósito de rechazarla o invalidarla. Así, si queremos decidir si una moneda está trucada, formulamos la hipótesis de que la moneda es buena (o sea $p=0,5$, donde p es la probabilidad de cara). Análogamente, si deseamos decidir si un procedimiento es mejor que otro, formulamos la hipótesis de que no hay diferencia entre ellos (o sea. Que cualquier diferencia observada se debe simplemente a fluctuaciones en el muestreo de la misma población). Tales hipótesis se suelen llamar hipótesis nula y se denotan por H_0 .

Niveles de Significación. Al contrastar una cierta hipótesis, la máxima probabilidad con la que estamos dispuesto a correr el riesgo de cometerán error de tipo I, se llama nivel de significación. Esta probabilidad, denota a menudo por α , se, suele

especificar antes de tomar la muestra, de manera que los resultados obtenidos no influyan en nuestra elección.

6.1.6. Línea de producción

Recepción de materia Prima

La materia prima que ingresa a la Empresa es dimensionada en rollo, lepa y chip.

La materia prima es comprada por peso, los tráileres cargados deben de pasar por una báscula para ser pesados y luego el tráiler descargado pasa nuevamente a la báscula para poder tener la diferencia de pesos y la diferencia de pesos es llamado peso neto el cual es pagado al proveedor.

Almacenamiento de madera

Un parque de madera permite una mezcla de maderas con diferentes contenidos de humedad y especies de Teca (*Tectona grandis*), pino (*Pino maximinoi*), melina (*Gmelina arbórea*), para obtener de esta forma una mezcla óptima.

Apilamiento

Al llegar la madera esta debe estar clasificada según la longitud, diámetro y apilada separadamente.

Chipiado

Madera redonda o en rollo y piezas descortezadas deben estar muy cerca de la línea de la Chipiadora de tambor o almacenadas en el parque de madera, son manipuladas con un tractor de Grapa móvil.

Molino

La madera obtenida de la Chipiadora es llevada al molino obteniendo chip de planta plano, fino y uniforme.

En este proceso el chip es transportado mediante un tornillo sin fin de transporte horizontal a un silo vertical de Chip humada (silo de verde) húmedo cuyo dispositivo de descarga asegura un flujo regular y ajustable de virutas en el dispositivo de secado a continuación.

Secado

Los silos de Chip húmedo están equipados con dispositivos de descarga ajustable para la carga regular del secadero de tambor.

El chip húmedo con un contenido de humedad inicial de máx. 90% a base seca absoluta están secadas a un contenido de humedad de máx. 3%. El secadero funciona con aire a presión manteniendo en constante movimiento las partículas de madera dentro del secadero, el tambor del secadero es calentado con combustible fósil (Bunker).

Ciclones

Los ciclones son utilizados para separar el aire a presión con el Chip seco con 3 % de humedad y transportarlas a un silo.

Criba

La astilla es transportado mediante tornillos sin fin hacia la criba, esta misma es la encargada de separar las partículas según sus dimensiones a capa interna, capa externa, polvo y las partículas más grandes son devueltas al molino refinador.

Silos de capa interna y capa externa

Las astillas son transportadas a un silo contenedor para poder alimentar a la encoladora constantemente y uniformemente.

Preparación de la cola y mezclado

La resina es Urea Formaldehído, como endurecedor se utiliza una solución de cloruro de amoniaco y agua con una adición de hidróxido de amoniaco.

Para hacer los tableros terminados resistentes a la humedad, hasta cierto grado, se añade una emulsión de parafina a la solución de cola.

De los silos Horizontales de finos y gruesos se asegura un flujo uniforme y ajustable de astilla en el sistema de pesaje continuo, el encolador es una cámara de volumen pequeño con un eje de marcha rápida y un sistema pulverizador centrifugo. La solución de cola esta añadida mediante varios tubos en la cámara de mezclado. El revestimiento y parte del eje con palas están refrigeradas por agua para evitar el pegamiento de la cola en la pared del revestimiento, en el eje y la pala.

Las partículas encoladas están transportadas en una cinta transportadora de elevación hasta la estación de formación de colchones⁸.

Formación de colchones

La máquina de formación de colchones consiste de un silo de alimentación y un mecanismo pulverizador separador por aire.

La descarga del material encolado desde el silo de alimentación está regulado volumétricamente por la cinta y los rodillos de alimentación a pernos. El material cayendo está dividido en dos partes en cada lado del mecanismo central de distribución de aire.

⁸ Cardona, A. F. (2013). Desarrollo de un sistema adhesivo proteínico para la fabricación de tableros aglomerados de densidad media; Maestría en materiales, Universidad Pontificia Bolivariana, 99 p.

Mediante una corriente de aire horizontal las partículas finas están lanzadas a lo largo de la cinta mientras que las partículas más gruesas en el centro resultan en una buena calidad del tablero de aglomerado.

El ciclo de la formación de los colchones empieza después de la carga de la prensa tan pronto como la línea de formación esta parada. Terminado el ciclo de formación de colchones el formador móvil vuelve en su posición inicial.

Línea de prensado

El equipo de prensado comprende una prensa monopiso con platos calientes y un sistema hidráulico con unidades de control automáticas.

Mediante un impulso del sistema de alimentación la mesa superior móvil de la prensa baja contra la mesa inferior estacionaria sobre la cual se encuentra la cinta metálica con el colchón.

Cuando la compresión ha empezado, la presión aumenta poco a poco hasta que están alcanzados los dispositivos limitadores de carrera de la prensa. Estos dispositivos junto con los listones distanciadores intercambiables determinan el espesor definitivo del tablero.

La presión se mantiene un tiempo que es ajustado dependiente del tipo y del espesor del tablero. Después la presión baja y la masa superior de la prensa sube mediante unidades de cilindros de retroceso. Durante la carrera de retorno se da un impulso para el movimiento del transporte textil sobre la distancia de la longitud total del tablero a través de la prensa.

Después de la descarga de la prensa se examina el peso del tablero en bruto. Los tableros son refrigerados en el dispositivo de refrigeración de tableros. Después se efectúa el escuadrado y el tablero es cortado en la longitud y el ancho definitivos. Los tableros escuadrados son almacenados para su curado posterior y otros tratamientos.

Dimensionado

El tablero pasa por una serie de cuchillas para que estos puedan ser escuadrados y apilados para poder ser llevados al área de abastecimiento.

Lijado

Los tableros pasan por el área de lijado, teniendo esta maquinaria rollos de lija para mejorar la superficie o librarlas de algunos imperfectos que puedan tener al haber pasado por la producción y así mismo estas llevan variantes en las dimensiones por lo que se encarga de dimensionar al momento de pasar por las lijas.

Melanina

Los tableros son revestidos de dos hojas de papel melaminico de los colores siguientes: Black Forrest, Blanco, Caoba, Cherry, Maple, Noce Costa, Nogal Paris, R. Venecia, Superry, Wengue, Zebrano y Almendra luego estas pasan por una plancha caliente a 200°C para poder ser adherido al tablero y poder formar parte del tablero. Como producto terminado obtenemos tableros de Melamina.

Bodega

Los tableros de melanina son empaquetados, apilados y almacenados listos para ser despachados al cliente

6.2. Marco Referencial

6.2.1. Contexto Departamental

El nombre Zacapa viene de voces de origen náhuatl, su significado es: Sobre el río del zacate o de la hierba. El departamento de Zacapa fue creado con el decreto número 31 del Organismo Ejecutivo, de fecha 10 de noviembre de 1871.

Este Departamento se encuentra situado en la región III Nor-Oriente, su cabecera departamental es Zacapa, limita al norte con los departamentos de Alta Verapaz e Izabal; al sur con Chiquimula y Jalapa; al este con Izabal y la República de Honduras; y al oeste con El Progreso⁹.

6.2.2. Contexto del Municipio de Usumatlan del departamento de Zacapa.

“Etimológicamente el significado del nombre Usumatlán, se encuentra en la voz mexicana “Uzumatl” que quiere decir “Paraíso de Monos”, la cual a su vez se deriva de las también voces mexicanas Uzumatlí, mono *Alouatta palliata*.

El 27 de Agosto de 1836, se decretó por la Asamblea la distribución de los pueblos para la administración de justicia, lo que dio como resultado que el pueblo de Usumatlán quedara agregado al circuito Zacapa.

6.2.3. Localización y delimitación

El municipio de Usumatlán se localiza al sur-oeste del departamento de Zacapa, con una latitud norte de 14°56'52" y longitud este de 89°46'36"; se encuentra a 230 metros sobre el nivel del mar y tiene una extensión territorial de 115 kilómetros cuadrados. Colinda al norte con el municipio de Panzós, del departamento de Alta Verapaz; al este con Teculután; al sur con Huité y Cabañas del departamento de Zacapa y El Júcaro del departamento de El Progreso; al oeste con San Cristóbal

⁹ Alcaldía Municipal, 2010. Caracterización del Municipio de Usumatlán, Departamento de Zacapa, municipio de Usumatlán p. 2.

Acasaguastlán y San Agustín Acasaguastlán también de El Progreso y Panzós, del departamento de Alta Verapaz¹⁰.

6.2.4. Ubicación De La Unidad Productiva

La Empresa de Aglomerados Alianza se encuentra ubicado en el kilómetro 111.5 de la carretera Jacobo Árbenz Guzmán CA9N, ruta al atlántico, entrada al municipio de Usumatlan del departamento de Zacapa.

Ubicación geográfica: Latitud: 14° 57'42.22" Longitud: 89°47'28.97"

6.2.5. Demografía

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) 2002-2010 la población del Municipio al año 2,010 es de 10,630 habitantes, de los cuales, el 47.25% son hombres y 52.74% mujeres, el 100% de la población se define como no indígena¹¹.

Tomando como base los datos del INE, la densidad poblacional para el 2010 se determinó en 41.36 habitantes por kilómetro cuadrado. La distribución de la población por rangos de edad indica que el 39.80% de la población se ubica en el rango de edad de 0 a 14 años, el 51.74% entre 15 a 59 años, el 2.52% entre 60 a 64 años, y el 5.91% de 65 y más; lo que refleja una alta proporción de población infantil, principalmente en edad escolar a la que hay que atender; asimismo, se tiene otra gran mayoría identificada como población económicamente activa, que se convierte en un potencial para el desarrollo municipal.

¹⁰ Instituto Geográfico Nacional ING. 1976. Diccionario Geográfico de Guatemala. Tomo I, Segunda Edición. Pág. 442.

¹¹ Instituto Nacional De Estadística (INE). 2010. Características Generales De Población. Censo Nacional De Población. Municipio De Usumatlan Del Departamento De Zacapa, Guatemala. 9-10 p.

6.2.6. Densidad poblacional

Es la correlación que existe entre el total de población de un lugar y su superficie. El municipio de Usumatlán tiene una extensión territorial de 257 kilómetros cuadrados y una población de 10,630 habitantes, teniendo una densidad de 41.336 hab/km², según la proyección elaborada por el Instituto Nacional de Estadística INE para el año 2006 ¹².

6.2.7. Bosques

La producción forestal de Usumatlán se ubica principalmente en la Sierra de las Minas, que colinda con las aldeas El paraíso y El Mirador. La parte montañosa está ubicada a 1,500 metros sobre el nivel del mar. En áreas privadas se lleva a cabo el manejo y aprovechamiento de los bosques, principalmente de Pino; para la reforestación de las áreas intervenidas se plantan árboles de Eucalipto, que posteriormente sirven para la producción de carbón vegetal; sin embargo, la devastadora e incontrolable deforestación y la falta de orientación agrícola a partir de la fundación y establecimiento de nuevos poblados, ha afectado severamente los bosques. Aún se cuenta con una reserva de recursos forestales, especialmente en el área norte, donde por lo quebrado de su topografía y otras condiciones, hace que existan extensiones de bosques vírgenes.

6.2.8. Orografía

Entre los principales accidentes orográficos de Usumatlán están: La Sierra de las Minas y las montañas de Mansilla y El Alto; así como los cerros Agua Caliente, Bandera Perdida, De La Cruz, El Cuervo, Gallinero, Joya Grande, Las Pulgas y Tapa de Dulce. El municipio de Usumatlán del departamento de Zacapa geológicamente forma parte de la región del Bloque Chortí. La porción de estas tierras en Guatemala abarca los terrenos situados al sur de la zona de la falla del Motagua hasta el Pacífico; hacia el este, incluye los territorios de El Salvador, Honduras y Nicaragua.

¹² Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia SEGEPLAN, GT. 2003. Estrategia de Reducción de la Pobreza del municipio de Usumatlán, Zacapa. Guatemala, p. 5.

6.2.9. Clima

Las condiciones climáticas de Usumatlán varían de acuerdo a las alturas que posee, que van desde los 200 metros sobre el nivel del mar en la parte baja, con un clima cálido y seco, hasta los 2,000 metros en las montañas de la sierra de Las Minas con climas templado y frío. La temperatura media multianual del Municipio puede estar entre 26°C a 27°C; con temperaturas máximas promedio anual que pueden alcanzar 33°C a 34°C; temperatura mínima promedio anual de 20°C a 21°C; temperaturas máximas extremas, que pueden alcanzar los 45°C¹³.

6.2.10. Hidrografía

Con respecto a recursos hidrológicos (agua), el Municipio se beneficia con los siguientes ríos: Río Huijón, Jutillo, la Palmilla, Chiquito, Motagua, El río Motagua en su recorrido al sur de Usumatlán es de 12 kilómetros, por lo que se utiliza como línea divisoria con el municipio de Cabañas departamento de Zacapa. El agua no es apta para el riego de cultivos o bebederos para animales ni mucho menos para consumo humano. Hace aproximadamente 10 años se conoce su peligrosidad, por contener sustancias inorgánicas altamente tóxicas, Como mercurio, arsénico y plomo.

6.2.11. Patrones de drenaje

Río Motagua Pertenece a la vertiente del Atlántico y es el río más largo de Guatemala con 486.55 kilómetros. En el área donde nace tiene una pluviosidad de 500 milímetros anuales, mientras que en la zona perteneciente a los municipios de Puerto Barrios y Morales del departamento de Izabal, la pluviosidad alcanza hasta 3,500 milímetros. Los ríos que drenan hacia el río Motagua son los Río Huijón, Río Jutillo, Río La Palmilla, Río Chiquito. El agua no es apta para el riego de cultivos o

¹³ Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVMEH. 2012. Registros históricos meteorológicos (en línea) consultado el 15 de julio del 2014. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt>

bebederos para animales, ni mucho menos para consumo humano. Hace aproximadamente 10 años se conoce su peligrosidad, por contener sustancias inorgánicas altamente tóxicas, como mercurio, arsénico y plomo.

6.2.12. Uso actual del suelo

Los suelos del Municipio son utilizados como bosques secundarios, especialmente para la protección, manejo y aprovechamiento forestal, en actividades agrícolas y pecuarias.

Los suelos de la región se consideran muy quebrados y de laderas, no poseen las mejores condiciones para el desarrollo de actividades agrícolas, lo que aumenta la probabilidad de mayor erosión y por ende una baja productividad.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. FASE INICIAL DE GABINETE

Revisión de documentos de planta de producción

Se revisó el comportamiento Histórico de la empresa a través de documentos y situaciones observadas durante el diagnostico obteniendo información mediante boletas, de lo ocurrido en los procesos productivos dentro de la empresa.

Elaboración de Instrumentos de monitoreo del proceso

Elaboración de boletas de control de ingreso de madera a la chipiadora para obtener información cuantitativa de consumo de materia prima y tener control del ingreso.

Anexo, cuadro No.1.

Análisis de la Información Obtenida

Se analizara el comportamiento de consumo de materia prima, información obtenida de las boletas de control de ingreso de materia prima a la chipiadora y se presentaran los datos como Proporción testigo que es como la empresa trabaja.

	Lepa (pino)	Pino	melina	Teca
media	38%	28%	16%	18%
moda	42.1052632	34.8837209	15.7894737	13.1578947
varianza	85.8072509	39.9858607	13.894111	20.0152183
Desviación estándar	9.26322033	6.32343741	3.72748052	4.47383708

Evaluación de pruebas físico-mecánicas de la empresa con las Normas ANSI.

Se compararan los datos históricos de las propiedades físico-mecánicas que la empresa maneja con los parámetros que las normas ANSI y verificar si se cumple con ciertos estándares de calidad de tableros de aglomerado.

NORMA ANSI 208.1 -2009		Propiedades de los tableros Aglomerados- Alianza				
Característica	Parámetro					
Grado	M-2, ANSI/A 208.1-2009		DENSIDAD	FLEXIÓN L	FLEXIÓN T	TRACCIÓN EXTRACCIÓN TORNILLO
Densidad	670 Kg/m3					
Flexión estática	> 132 kg/cm2	Promedio	722.475	189.5	197.775	6.57
		Varianza	585.3657	748.64103	794.01754	0.7293252
Tracción perpendicular	4.1 kg/cm2					
Resistencia interna						
Tornillo de canto	81.6 kgF	Desviación Estandar	23.93151	27.072552	27.954622	0.8458648
						10.9920528

7.2. FASE DE CAMPO

PROPUESTAS DE DOSIFICACIONES

Se propondrán tres dosificaciones con proporciones diferentes de especies utilizados en la empresa Aglomerados Alianza para fabricación de tableros de aglomerado, de las cuales serán utilizados por una semana.

A= pino (*Pinus caribaea*) 33%, melina (*Gmelina arborea*) 15%, teca (*Tectona grandis*) 12%, Lepa (pino) 40%.

B= pino (*Pinus caribaea*) 35%, melina (*Gmelina arborea*) 12%, teca (*Tectona grandis*) 6%, Lepa (pino) 47%.

C= pino (*Pinus caribaea*) 30%, melina (*Gmelina arborea*) 18%, teca (*Tectona grandis*) 11%, Lepa (pino) 41%.

REALIZACIÓN DE PRUEBAS FÍSICO- MECÁNICAS DE LOS TABLEROS

Se realizaron pruebas físico-mecánicas de los tableros producidos con las propuestas de dosificación. Las pruebas Físico-mecánicas a realizar serán las siguientes.

a. Flexión longitudinal

Se midió la capacidad que tiene una probeta para soportar una carga gradual aplicada en un período corto de tiempo (módulo de rotura), obteniendo esta probeta longitudinalmente al tablero, los valores fueron representados en Kg/cm²

Se hicieron las pruebas de flexión a 40 probetas de cada dosificación propuestas haciendo un total de 120 probetas, midiendo cada probeta 5X30 cm.

b. Densidad: Densidad normal del tablero

La densidad es el coeficiente de la masa y el volumen de la probeta al contenido de humedad en equilibrio que se presentó al momento del ensayo, expresando los valores en gr/cm^3 .

Se hicieron las pruebas de densidad a 40 probetas de tableros producidos de cada dosificación propuesta, haciendo un total de 120 probetas, teniendo cada probeta las dimensiones de 10 X10 cm.

c. Flexión Transversal

Se midió la capacidad que tiene una probeta para soportar una carga gradual aplicada en un período corto de tiempo (módulo de rotura), obteniendo esta probeta transversal al tablero expresándose los valores en Kg/cm^2 .

Se hicieron las pruebas de flexión a 40 probetas de tableros producidos de cada dosificación propuesta haciendo un total de 120 pruebas midiendo cada probeta 30X5cm.

d. Tracción

La Tracción es un indicador de la calidad del tablero ya que nos dio la información acerca de su calidad para actuar como un conjunto sólido y compacto en condiciones diferentes, haciendo pruebas de tracción perpendicular a las caras, los datos fueron expresados en Kg/cm^2 .

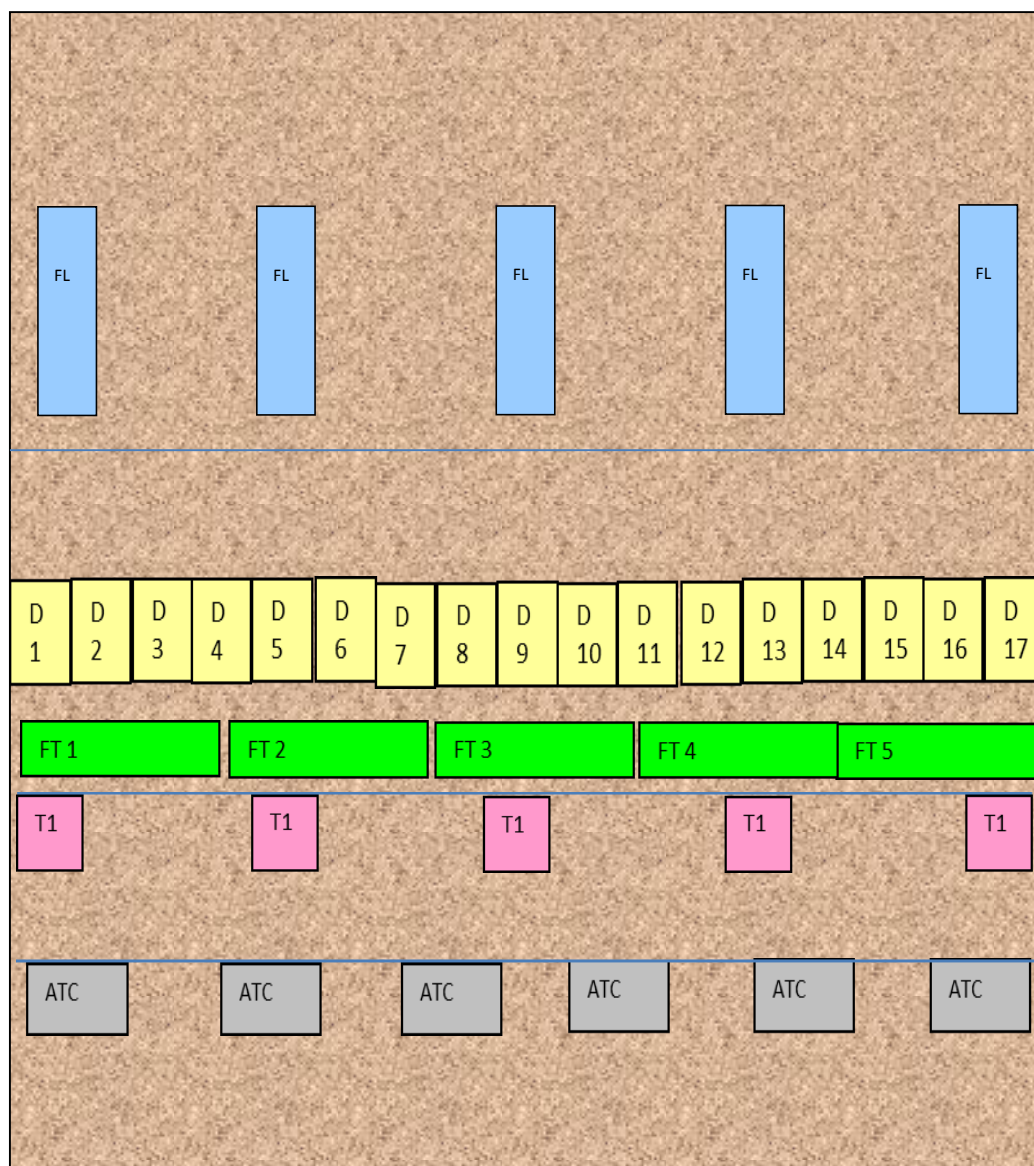
Se hicieron las pruebas de flexión a 40 probetas, de tableros producidos de cada dosificación propuesta haciendo un total de 120 pruebas teniendo una dimencion cada probeta de 5 X 5 cm.

e. Extracción de tornillo

La resistencia a la tracción de tornillo perpendicular al canto (orillas) del tablero de aglomerado, es un dato importante ya que la mayoría de usos del tablero es para muebles de interiores atornillados, los datos serán expresados en Kg/cm^2 F.

Se harán las pruebas de tracción de tornillo a 40 probetas de tableros producidos de cada dosificación propuesta haciendo un total de 120 pruebas, teniendo cada probeta las dimensiones siguientes: 7 X 5 cm.

Figura 1. Cortes para pruebas Físico Mecánicas del tablero de aglomerado (1.83X2.47mts) ¹⁴



F.L	: Flexión. Longitudinal
FT	: Flexión Transversal
T	: Tracción o Enlace Interno (IB)
ATC	: Arranque del Tornillo en el Canto
D	: Densidad

¹⁴ ¹⁴ Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, ANSI. (2009) estándares para productos, servicios, procesos y sistemas, (norma 208.1 -2009) EEUU. 2-4 p.

7.3. Fase final de gabinete

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA MEDIA (μ) CONOCIDA

Descripción del parámetro poblacional de interés.

Descripción de las la media de interés (μ) y desviación estándar (σ) de cada una de las pruebas físico-mecánicas con las que la empresa trabajaba históricamente, estos valores fueron obtenidos de 40 probetas de cada prueba.

	TRATAMIENTO "TESTIGO"				
	DENSIDAD	FLEXIÓN L	FLEXIÓN T	TRACCIÓN	EXTRACCIÓN TORNILLO
Promedio	722.475	189.5	197.775	6.57	83.3875
Varianza	585.365722	748.641026	794.017544	0.72932524	121.3661673
Desviación Estandar	23.931513	27.072552	27.954622	0.8458648	10.9920528

Expresión de las Hipótesis de Investigación

H_0 = No existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: testigo (pino 28%, melina 18%, teca 16%, lepa (pino) 38%) con las Dosificaciones: A (pino 33%, melina 15%, teca 12%, lepa 40%), B (pino 35%, melina 12%, teca 6%, Lepa 47%) ó C (pino 30%, melina 18%, teca 11%, Lepa 41% a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

H_a = Existe diferencia significativa entre la media de las propiedades físico-mecánicas de la dosificación: testigo (pino 28%, melina 18%, teca 16%, lepa (pino) 38%) con las Dosificaciones: A (pino 33%, melina 15%, teca 12%, lepa 40%), B (pino 35%, melina 12%, teca 6%, Lepa 47%) ó C (pino 30%, melina 18%, teca 11%, Lepa 41% . a un nivel de significancia de α 0.05 con un 95% de confiabilidad.

Criterios de la prueba de Hipótesis

Comprobar las suposiciones

Las σ (desviaciones estándar) conocidas de las pruebas físico-mecánicas obtenidas de la distribución agrupada, tomando una muestra mayor a 30, suficiente para que el teorema del límite central (TLC) se aplique y asegurar que la distribución de la media muestral este normalmente distribuidas.

	TRATAMIENTO "TESTIGO"				
	DENSIDAD	FLEXIÓN L	FLEXIÓN T	TRACCIÓN	EXTRACCIÓN TORNILLO
Desviación Estandar	23.931513	27.072552	27.954622	0.8458648	10.9920528

La distribución de la probabilidad normal estándar y la estadística de la prueba:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} \quad \sigma = \text{conocida}$$

Determinar el nivel de significancia α

α = el nivel de significancia será representado por alfa, teniendo un valor de 0.05

Z = valor calculado resultante

$\bar{X}$ = media muestral

μ = media poblacional

σ = desviación estándar

n = número de muestras

Evidencia muestral:

Recolección de la información muestral de cada uno de los tableros producidos de las dosificaciones propuestas, de estas se obtuvieron 40 probetas de las cuales fueron sometidas a las pruebas de destrucción.

tratamiento	DENSIDAD		FLEXION LONGITUDINAL		FLEXION TRANSVERSAL		TRACCION		EXTRACCIÓN DE TORNILLO	
	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar	Media	Desviación Estandar
A	727.9	40.38683938	180.175	36.7645924	182.9	58.35251	6.2	1.1948608	83.763	15.24453139
B	701.4	16.41313088	178.308	9.28672578	167.85	11.116054	5.6325	0.4848407	85.011	6.3312088
C	744.1	28.66602563	184.85	43.0905725	206.825	38.577187	5.85	0.7745967	85.63	15.10165893

Fórmula para Calcular el valor de la estadística de prueba:

$$Z = \frac{\chi - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

La distribución de probabilidad

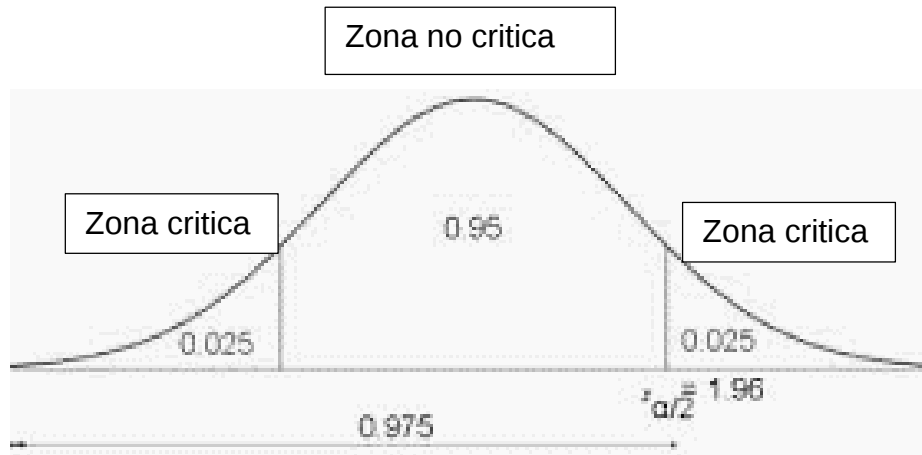
Determinación de la región crítica y valores críticos

Región crítica: fue el conjunto de valores para la estadística de prueba que nos llevo a rechazar la hipótesis nula. El conjunto de valores que no se encuentran en la región crítica se denominaron región no crítica.

Con el valor de significancia de $\alpha=0.05$ a con un 95% de confiabilidad se buscó el valor de la región crítica. Anexo: cuadro No.2. Cuadro de valores críticos de la distribución (Z).

Grafica donde se determinó si la estadística de prueba calculada está o no esta en la región critica.

Gráficamente se mostrara la localización del valor Z.



RESULTADOS

EXPRECIÓN DE LA DECISIÓN ACERCA DE LAS HIPÓTESIS

Regla de decisión

Si Z se localiza en la región crítica se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

Las pruebas físico-mecánicas del tablero producido con la dosificación testigo $\neq$ a las pruebas físico-mecánicas de las dosificaciones A, B ó C.

Si Z se localiza en la región crítica se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 .

Las pruebas físico-mecánicas del tablero producido con la dosificación testigo $=$ a las pruebas físico-mecánicas de las dosificaciones A, B ó C.

Resultado de los Valores de la fórmula estadística para la prueba de medias con desviaciones estándar conocidas de cada una de las pruebas físico-mecánicas de los tableros producidos con las dosificaciones propuestas.

	DENSIDAD	FLEXIÓN L	FLEXIÓN T	TRACCIÓN	EXTRACCIÓN TORNILLO
	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo	Testigo
A	1.44	-2.18	-3.37	-2.77	0.22
B	-5.57	-2.61	-6.77	-7.01	0.93
C	5.70	-1.09	2.05	-5.38	1.29

8. CONCLUSIÓN

Se Rechazó la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alternativa, demostrando estadísticamente que las pruebas físico-mecánicas de los tableros de aglomerado de la dosificación con la que la empresa trabajaba históricamente (testigo) tienen diferencia significativa entre alguna de las dosificaciones propuestas para mejorar las propiedades del tablero de aglomerado y disminuir los costos de producción.

Se determinó estadísticamente que la dosificación “B” muestra diferencia significativa entre la media poblacional y mostro una menor desviación estándar, por lo que la dosificación “B” propuesta, ofrece menor variabilidad entre las propiedades físico-mecánicas de los tableros de aglomerado.

De las dosificaciones propuestas (A, B y C), en la prueba de extracción de tornillo no muestran diferencias significativas con respecto a la media poblacional puesto que es una propiedad del tablero de aglomerado con más dificultad de aumentar su resistencia por usos de corteza en el proceso de chipiado.

9. RECOMENDACIONES

Por demostrar mejores resultados en las propiedades del tablero y ofrecer menores variabilidades entre ellas se recomienda utilizar para la fabricación de tableros de aglomerados, una dosificación con las proporciones siguientes: pino 35%, melina 12%, teca (otros) 6%, Lepa (pino) 47, así mismo mejorar el proceso teniendo una guía de alimentación en la chipi adora por parte de los operarios del tractor de grapas.

Se recomienda que en el proceso de alimentación de madera en la chipiadora se cumpla con lo especificado en las boletas recomendadas y así obtener un mejor resultado de las propiedades Físico-mecánicas de los tableros de aglomerado sin obtener variabilidades entre las mismas y darle al cliente una mejor satisfacción con los el producto terminado.

10. BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Municipal, 2010. Caracterización del Municipio de Usumatlán, Departamento de Zacapa, municipio de Usumatlan p. 2.

Becerra M., J. 1976. Algunas características físicas y mecánicas de tableros de partículas y sus posibles usos en la construcción. Ciencia Forestal. México Pág. 33 -40.

Cardona, A. F. (2013). Desarrollo de un sistema adhesivo proteínico para la fabricación de tableros aglomerados de densidad media; Maestría en materiales, Universidad Pontificia Bolivariana, 99 p.

FAO. 1959. Tableros de fibra y tableros de madera aglomerada. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 211p.

Flamand R., J. 1961. Propiedades y aplicaciones de tableros de madera aglomerada. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Texcoco, Edo. de México. 80p.

Instituto Geográfico Nacional ING. GT. 1976. Diccionario Geográfico de Guatemala. Tomo I, Segunda Edición. Pág. 442.

Instituto Nacional De Estadística, GT (INE). 2010. Características Generales De Población. Censo Nacional De Población. Municipio De Usumatlan Del Departamento De Zacapa, Guatemala. 9-10 p.

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVMEH. 2012. Registros históricos meteorológicos (en línea) consultado el 15 de julio del 2014. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt>

Instituto Nacional Estadounidense de Estándares, ANSI. (2009) estándares para productos, servicios, procesos y sistemas, (norma 208.1 -2009) EEUU. 2-4 p.

Poblete, H. 1985. Influencia del tamaño de partículas sobre las propiedades mecánicas. Flexión y tracción en tableros de partículas aglomeradas con urea formaldehído. Simposio Pinus radiata investigación en Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile 241- 246 p.

Robert Jhonon, PK; Estadística Elemental. 9a ed. Distrito Federal, MX 426-456 p.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia SEGEPLAN, GT. 2003. Estrategia de Reducción de la Pobreza del municipio de Usumatlán, Zacapa. Guatemala, 5p.

Zamudio S., E. 1986. Manual de la Industria Maderera. Universidad Autónoma Chapingo. México. 16p.

11. ANEXOS

Cuadro No1. Boletas de control de alimentación de chipiadora

<u>CONTRO DE INGRESO DE MADERA A LA CHIPIADORA</u>					
ENCARGADO DEL MONTACARGA:					
ENCARGADO DE LA CHIPIADORA:					
cargador No. 924 Gz				Turno:	
subproducto	viajes	%		fecha:	
Lepa					
Trocillo de pino					
Trocillo de melina					
Trocillo de otros					
total de viajes					

Cuadro No. 2 Boletas de las propuestas de alimentación a la chipiadora.

Dosificación A.

CONTROL DE INGRESO DE MADERA A LA										Turno: _____							
Encargado de Montacarga: _____										Fecha: _____							
cargado de la chipiadora: _____																	
subproducto	Ciclo 0		Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Ciclo 4		Ciclo 5		ciclo 6				
lepa	////	///															
trocillo pino	///	///															
trocillo de melina	/	//															
Otros	/	/															
Lepa (pino)	47%																
pino	35%																
melina	12%																
otros (teca)	6%																

Dosificación B.

CONTROL DE INGRESO DE MADERA A LA CHIPIADORA										Turno: _____							
Encargado de Montacarga: _____										Fecha: _____							
cargado de la chipiadora: _____																	
subproducto	Ciclo 0		Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Ciclo 4		Ciclo 5		ciclo 6				
lepa	////	////															
trocillo pino	///	///															
trocillo de melina	/	/															
Otros	/	0															
Lepa (pino)	47%																
pino	35%																
melina	12%																
otros (teca)	6%																

Dosificación C

CONTROL DE INGRESO DE MADERA A LA										Turno: _____							
Encargado de Montacarga: _____										Fecha: _____							
cargado de la chipiadora: _____																	
subproducto	Ciclo 0		Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Ciclo 4		Ciclo 5		ciclo 6				
lepa	////	///															
trocillo pino	///	//															
trocillo de melina	/	///															
Otros	/	/															
Lepa (pino)	47%																
pino	35%																
melina	12%																
otros (teca)	6%																

Cuadro No. 2

Valores Habituales de Z			
NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)	INTERVALO DE PROBABILIDAD ($1 - \alpha$)	2 COLAS	1 COLA
0,10	0,90	1,65	1,28
0,05	0,95	1,96	1,65
0,01	0,99	2,58	2,33
0,001	0,999	3,29	