



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto de Investigación previo
a la obtención del título de
Ingeniero Industrial.

Proyecto de Investigación:

**“EVALUACIÓN DEL EPICARPIO DE CACAO *Theobroma cacao* EN
COMBINACIÓN CON P.E.T (POLIETILENO TEREF TALATO) EN
MÓDULOS DE AGLOMERADO POR MEDIO DE UNA RESINA
COMO LIGANTE PARA USO INDUSTRIAL”**

Autor:

Diego Armando Verdezoto Marín

Director de Proyecto de Investigación:

Juan Alejandro Neira Mosquera PhD.

Quevedo - Ecuador

2016

Declaración de Derechos y Auditoría.

Yo, **VERDEZOTO MARÍN DIEGO ARMANDO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

VERDEZOTO MARÍN DIEGO ARMANDO
C.C. # 1206400440



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303
e-mail: info@uteq.edu.ec
Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito
Página web: www.uteq.edu.ec

CASILLAS
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación

El suscrito, **Juan Alejandro Neira Mosquera Ph.D.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante, **Diego Armando Verdezoto Marín**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“Evaluación del Epicarpio de cacao *Theobroma cacao* en combinación de P.E.T., Polietileno Tereftalato en módulos de aglomerado por medio de una resina como ligante para uso industrial”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....
Juan Alejandro Neira Mosquera Ph.D.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Teléfonos: (593-05) 2750320 – 2752430 – 2753302
Fax: (593-05) 2753300 – 2753303
e-mail: info@uteq.edu.ec
Quevedo – Los Ríos – Ecuador
Km. 1.5 vía a Quito
Página web: www.uteq.edu.ec

CASILLAS
Guayaquil: 10672
Quevedo: 73

CERTIFICACIÓN

PROF. DR. JUAN ALEJANDRO NEIRA MOSQUERA, DOCENTE INVESTIGADOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CERTIFICA:

En calidad de Director del Proyecto de Investigación de grado “**Evaluación del Epicarpio de cacao *Theobroma cacao* en combinación de P.E.T., Polietileno Tereftalato en módulos de aglomerado por medio de una resina como ligante para uso industrial**”. Previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial de la autoría del Señor Diego Armando Verdezoto Marín, informo que este trabajo de investigación luego de ingresado al sistema anti plagio URKUND, reporto el porcentaje del 6%, para lo cual adjunto a continuación el reporte respectivo.

URKUND

Dokument [Proyecto tesis Diego Verdezoto.docx](#) (D22377772)
Inskickat 2016-10-13 09:41 (-05:00)
Inskickad av Sungey Sanchez Llaguno (sungeysanchez@uteq.edu.ec)
Mottagare sungeysanchez.uteq@analysis.arkund.com
Meddelande [Proyecto Diego Verdezoto Visa hela meddelandet](#)
6% av det här c:a 39 sidor stora dokumentet består av text som också forekommer i 10 st källor.

.....
Juan Alejandro Neira Mosquera PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACION

Título:

**“EVALUACION DEL EPICARPIO DE CACAO *Theobroma Cacao* EN
COMBINACIÓN DE P.E.T., *Polietileno Tereftalato* EN MÓDULOS DE
AGLOMERADO POR MEDIO DE UNA RESINA COMO LIGANTE PARA USO
INDUSTRIAL”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE PROYECTO DE INVESTIGACION

Ing. Robert Williams Moreira Macías

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Milton Alexander Peralta Fonseca

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rogelio Manuel Navarrete Gómez

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2016

Agradecimiento.

Me gustaría expresar mi humilde agradecimiento a Mariana Marín mi madre, que me enseñó el amor incondicional; a Ángel Verdezoto mi padre, que me enseñó disciplina; a Darío Verdezoto mi hermano, por formar mi carácter; a Erika mi esposa por el amor que siempre me brinda y a Stefano mi hijo, por ser el motor de mi vida.

Deseo expresar mi gratitud y afecto a Rene Marín mi tío, de una mente brillante que cuya fe nunca se quebrantó; a Martha Marín mi tía, de un corazón enorme; a Eder Lozano mi gran amigo.

Me gustaría también reconocer el apoyo brindado por las personas que generosamente me respaldaron en la culminación de mi meta. Una lista parcial incluye a: Leonel Romero, John Álvarez, Karina Triviño, Darwin Zambrano, Ricardo Párraga, Luis Párraga, Antonio Yépez, María Dolores Sánchez.

Dedicatoria

La culminación de este proyecto está dedicada a mi madre, pilar fundamental en mi vida. Sin ella, jamás hubiese podido Conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ella el gran ejemplo a seguir y destacar no solo para mí, sino para hermano y familia en general. También dedico este proyecto a mi esposa, Erika, compañera inseparable de cada jornada, roca en la que he construido mi hogar. Ella represento gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser mi éxito.

Resumen ejecutivo y palabras claves.

Este proyecto de investigación se centra en la evaluación del epicarpio de cacao en unión con el P.E.T., en la elaboración de un prototipo de aglomerado, el objetivo es evaluar la combinación del porcentaje del epicarpio junto al P.E.T., al igual que determinar la cantidad de resina adecuada y establecer un tiempo de prensado óptimo. La materia prima se obtuvo, en el cantón Quevedo Provincia de los Ríos en lo que respecta al epicarpio de cacao y las hojuelas de P.E.T., en el cantón El Empalme Provincia del Guayas. Para la elaboración de los módulos de aglomerado, se seleccionó la materia prima, luego se la seco al ambiente por tres días para ser triturada, se dosifico y preparo la materia prima de acuerdo a las combinaciones propuestas, el proceso de encolado fue según los tratamientos, se homogenizo la mezcla ubicándolos en moldes metálicos, compactándolos en un tiempo determinado en un prensado en húmedo. El modelo matemático que se empleo fue diseño de bloques con arreglo factorial $A \times B \times C$, siendo el Factor A; Porcentaje de epicarpio de *Theobroma cacao* con p.e.t. en tres niveles con dos repeticiones; a_0 (70% -30%), a_1 (50% - 50%), a_2 (80% - 20%), Factor B; Tiempo de prensado b_0 (6min), b_1 (8min) y el Factor C; Resina c_0 (blancola), c_1 (duracol), como existen tres factores de estudios se aplica un ADEVA con un nivel de significancia del 0.5%. La evaluación de resultados se realizó mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS centurión XVI versión 16.1.18, y para la determinación de diferencias de las medias entre los tratamientos y los niveles y se utilizó la prueba de TUKEY ($p < 0.05$). Para determinar que niveles son los más óptimos en los tratamientos se analizaron las siguientes variables: flexión, tracción, tirón tornillo, elasticidad y humedad respectivamente cada tratamientos con su repetición. Se concluyó que en lo referente al Factor A (porcentaje de epicarpio y p.e.t.), 70%-30%, Factor B (Tiempo de prensado) en el periodo de 6min es el que presenta mayor efectividad, y en el Factor C: cantidad de resina. Se recomienda utilizar la relación 70% - 30%, en lo que corresponde al porcentaje de epicarpio de cacao y de P.E.T, en el prensado utilizar el tiempo de 6 min, y por último el empleo de las dos resinas.

Palabras claves: Fibra vegetal, Adhesivo, Tiempo, Características físico-mecánicas.

Abstract and Keywords.

This project of investigation centres on the evaluation of the epicarpio of cocoa on union with the P.E.T., in the production of a prototype of agglomerate, the aim is to evaluate the combination of the percentage of the epicarpio close to the P.E.T., as to determine the quantity of suitable resin and to establish a time of ideal pressing. The raw material was obtained in what concerns the epicarpio of cocoa, in the canton Quevedo Provincia of Los Ríos and P.E.T's small leaves., in the canton El Empalme Province of the Guayas. For the production of the modules of agglomerate, the raw material was selected, then I dry her to the environment for three days to be crushed, dose and prepare the raw material of agreement for him to the proposed combinations, the process of stuck was according to the treatments, I homogenize the mixture locating them in permanent molds, compacting them in a time determined in a pressing in cold. The mathematical model that I use was a design of blocks with arrangement factorial $A \times B \times C$, being the Factor To; Percentage of epicarpio of Theobroma cocoa with p.e.t. in three levels with two repetitions; a_0 (70 %-30 %), a_1 (50 % - 50 %), a_2 (80 % - 20 %), Factor B; Time of pressing b_0 (6min, b_1 (8min) and the Factor C; Resin c_0 (blancola), c_1 (duracol), since three factors of studies exist applies an ADEVA to itself with a level of significancia of 0.5 %. The evaluation of results realized by means of the statistical package STATGRAPHICS centurion the XVIth version 16.1.18, and for the difference determination of the averages between the treatments and the levels and there used TUKEY's test ($p < 0.05$). To determine that levels are the most ideal in the treatments the following variables were analyzed: flexion, traction, pull screw, elasticity and dampness respectively every treatments with his repetition. One concluded that in what concerns the Factor To (percentage of epicarpio and p.e.t.), 70 %-30 %, Factor B (Time of pressing) in the period of 6min is the fact that he presents major efficiency, and in the Factor C: quantity of resin.70 % - 30 % recommend to him to use the relation, in what it corresponds to the percentage of epicarpio of cocoa and of P.E.T, in the pressing to use the time of 6 min, and finally the employment of both resins.

Keywords: plant fiber, adhesive, Time, physico-mechanical characteristics.

TABLA DE CONTENIDO

INDICE GENERAL.

	Página.
Portada.	i
Declaración de Autoría y Cesión de Derechos.	ii
Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación.	iii
Certificado del Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico.	iv
Certificado de aprobación por Tribunal de Sustentación.	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria	vii
Resumen Ejecutivo y Palabras claves.	viii
Abstract and Keywords.	ix
Tabla de Contenido	x
Código Dublin	xi

CAPÍTULO I	23
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.1. Problema de Investigación.....	24
1.1.1. Planteamiento del problema.	24
1.1.2 Formulación del problema.....	26
1.1.3 Sistematización del problema.	26
1.2 Objetivos.....	26
1.2.1 Objetivo General.....	26
1.2.2 Objetivo Específicos.....	26
1.3 Hipótesis.	27
1.3.1 Hipótesis nulas.....	27
1.3.2 Hipótesis alternativas.....	27
1.4 Justificación.	28

CAPÍTULO II.....	29
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	29
2 Fundamentación Teórica.	30
2.1. Marco Referencial.	30
2.1.2. Aprovechamiento de polipropileno y polietileno de alta densidad reciclado, reforzado con fibra vegetal, tetera (<i>stromanthe stromathoides</i>).....	30
2.1.3. Madera plástica con PET de post consumo y paja de trigo.	30
2.1.4. Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción.....	31
2.1.5. Optimización de propiedades mecánicas y térmicas de un aglomerado sintético por el Método de Taguchi.....	31
2.2. Marco Conceptual.....	31
2.2.1. Cacao.	31
2.2.2. La producción de cacao en el Ecuador.	32
2.2.3 Producción de madera en el Ecuador.	33
2.2.3.1 Características del producto	33
2.2.3.2 Producción y variedades en el Ecuador.....	33
2.2.3.3 Datos de Interés.	33
2.2.3.4 Información estadística del sector.	34
2.2.3. Fibras De Origen Vegetal.	34
2.2.4. P.E.T.	35
2.2.5. Reciclaje de Botellas de PET.....	35
2.2.6 Aglomerado.	36
2.2.6.1 Tipos de Aglomerados.....	36
2.2.6. Aglomerado de fibra vegetal reforzado con P.E.T.	37
2.2.7. Parámetros físicos en los tableros aglomerados.	37
2.2.7.1. Densidad	37
2.2.7.2. Humedad.....	37
2.2.7.3. Higroscopicidad.....	38

2.2.7.4. Conductividad térmica y eléctrica.	38
2.2.8. Parámetros mecánicos en los tableros aglomerados.	38
2.2.8.1. Flexión.	38
2.2.8.2. Tirón tornillo.	38
2.2.8.3. Tracción.	39
2.2.8.4. Módulo de Elasticidad.	39
2.2.8.5. Aglomerantes.	39
2.2.9. Métodos de encolado para aglomerados.	39
2.2.9.1. Encolado en caliente.	39
2.2.9.2. Encolado en frío.	40
2.2.9.3. Encolado en húmedo.	40
2.2.9.4. Encolado en seco.	40
2.2.11 Tipos de aglomerantes utilizados para aglomerados.	41
2.2.11.1 Formaldehidos Adhesivos.	41
2.2.11.2 Poliésteres.	41
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. Localización.	43
3.1.1 Ubicación geográfica del cantón Quevedo.	43
3.2. Tipo de Investigación.	43
3.3. Métodos de Investigación.	43
3.3.1. Método inductivo.	43
3.3.2. Método deductivo.	43
3.3.3. Método analítico.	44
3.4. Fuentes de recopilación de la Información.	44
3.5. Diseño de la Investigación.	44
3.5.1. Factores de Estudio.	45
3.5.2. Tratamientos.	46

3.5.3. Manejo experimental.	47
3.5.3.1. Materia Prima.	47
3.5.3.2. Tamaño de partícula de la materia prima.	47
3.5.3.3. Dosificación y preparación de la materia prima.	47
3.5.3.4. Tipo y Cantidad de aglomerante.....	47
3.5.3.5. Dosificación de la masa total.....	48
3.5.3.6. Tiempo de compactación del aglomerado.	48
3.5.3.7. Secado.....	48
3.6. Instrumentos de la Investigación.	48
3.6.1. Método estadístico.....	48
3.6.2. Variables a evaluarse.	48
3.6.3. Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a las caras.	49
3.6.4. Determinación de la resistencia a la flexión.	49
3.6.5. Determinación de la resistencia a la prueba Tirón Tornillo.	50
3.6.6. Determinación de la humedad de los aglomerados de Cacao- P.E.T.	50
3.7. Tratamientos de los datos.	51
3.8. Recursos humanos y materiales.....	51
3.8.1. Recursos humanos.	51
3.8.2. Recursos físicos.	52
3.8.3. Recursos materiales.	52
3.9. Diagrama de Procesos en la elaboración del Aglomerado de cacao/P.E.T.	54
3.10. Diagrama De Flujo Para Balance De Materiales.	55
3.11. Determinación del costo de producción.	56
3.11.1. Costos producción de un módulo de 200mm x 200mm x 100mm; 250 g. de aglomerado (A nivel de experimentación).	56
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1. Resultados.....	58

4.1.1. Resultados en relación a los análisis de flexión, tracción, tirón tornillo, elasticidad y humedad.	58
4.1.1.1. Análisis de Varianza flexión.....	58
4.1.1.2. Análisis de varianza Tracción.....	59
4.1.1.3. Análisis de varianza de Tirón Tornillo.	60
4.1.1.4. Análisis de varianza de Elasticidad.	61
4.1.1.5. Análisis de varianza de Humedad.	62
4.1.2. Resultados con respecto a los Factores de estudios para la investigación.....	63
4.1.2.1. Resultados con respecto al Factor A (Porcentaje de epicarpio de cacao y p.e.t.)...	63
4.1.2.2. Resultados con respecto al Factor B (Tiempo del prensado).	65
4.1.2.3. Resultados con respecto al Factor C (Cantidad de resina para el proceso).	67
4.1.2.4. Resultados con relación a las réplicas.	69
4.1.3. Resultados concernientes a los Factores de Investigación mediante gráficos de Interacciones.....	71
4.2 . Discusión.	74
4.2.1.Discusión de Resultados con relación a las variables estudiadas en los Aglomerados.	74
4.2.1.1. Discusión con relación al Factor A (% de epicarpio de cacao/P.E.T.).....	74
4.2.1.2. Discusión con relación al Factor B (Tiempo de prensado).	75
4.2.1.3. Discusión con relación al Factor C (Cantidad de resinas).....	76
CAPÍTULO V	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1 Conclusiones.....	78
5.2.1. Porcentaje de epicarpio y P.E.T (Factor A).....	78
5.2.2. Tiempo de prensado (Factor B).....	79
5.2.3. Resina (Factor C).....	80
5.2 Recomendaciones.	81
CAPÍTULO VI	82
BIBLIOGRAFÍA	82

6.1.	Literatura Citada.....	83
	CAPÍTULO VII.....	85
	ANEXOS.....	85

INDICE DE CUADROS.

	Página.
Cuadro 1: Descripción Factores de Estudio para la evaluar la utilización de epicarpio de cacao <i>Theobroma cacao</i> combinado con P.E.T. (Polietileno tereftalato) en un prototipo de aglomerado.....	45
Cuadro 2: Combinación de los tratamientos propuestos para la determinación correcto funcionamiento del proceso.	46
Cuadro 3 Análisis de varianza con respecto a Flexión	58
Cuadro 4 Análisis de varianza con respecto a Tracción	59
Cuadro 5 Análisis de varianza con respecto a Tirón Tornillo	60
Cuadro 6 Análisis de varianza con respecto a Elasticidad	61
Cuadro 7 Análisis de varianza con respecto a Humedad.....	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

	Página.
Gráfico 1 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) entre los niveles: (a_0) = 70% - 30% , (a_1) = 50%-50% y (a_2) = 80%-20%.....	63
Gráfico 2 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) entre los niveles: (b_0) 6 minutos y (b_1) 8 minutos.	65
Gráfico 3 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) entre los niveles: (c_0) Blanca 500g y (c_1) Duracol 600g.	67
Gráfico 4 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) a las repeticiones.	69
Gráfico 5 Resultados en referencia a la variable de Flexión.	71
Gráfico 6 Resultados referentes a la variable de Tracción.	71
Gráfico 7 Resultados en lo concerniente a Tirón Tornillo.	72
Gráfico 8 Resultados en lo correspondiente a Elasticidad	72
Gráfico 9 Resultados referentes a Humedad	73

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página.
Anexo 1 Fotografías de la fase experimental del proceso de elaboración de un prototipo de aglomerado.....	86
Anexo 2 Análisis de Flexión, Tracción, Tirón tornillo, Elasticidad y Humedad, en el laboratorio de Aglomerados Cotopaxi.....	88
Anexo 3 Tabla de valores control de calidad interna de Aglomerados “Cotopaxi”.....	100

Código Dublín.

Título:	“Evaluación del epicarpio de cacao <i>THEOBROMA CACAO</i> en combinación con P.E.T. (polietileno tereftalato) en módulos de aglomerado por medio de una resina como ligante para uso industrial”			
Autor:	Diego Armando Verdezoto Marín			
Palabras clave:	Fibra vegetal.	Adhesivo.	Tiempo.	Características físico-mecánicas.
Fecha de publicación:	13-10-20016			
Editorial:	Quito: EPN, 2016.			
Resumen:	Resumen: La necesidad de crear nuevas oportunidades para la industria nacional, hace necesaria la investigación de materias primas alternativas (fibra vegetal), con el propósito de desarrollar alternativas tecnológicas que permitan el empleo de elementos de desechos agrícolas para explotar su potencial. Este proyecto de investigación se centra en la evaluación del epicarpio de cacao en unión con el P.E.T., en la elaboración de módulos de aglomerado, el objetivo es evaluar la combinación del porcentaje del epicarpio junto al P.E.T., al igual que determinar la cantidad de resina y encontrar el tiempo de prensado óptimo. Para la fabricación de los módulos; se seleccionó, se secó al ambiente, se trituro, se dosifico, se encolo, se homogenizo la materia prima de acuerdo a las combinaciones propuestas, cuya masa se ubicó en moldes metálicos, siendo prensados en húmedo con el tiempo propuesto. El modelo matemático que se empleo fue diseño de bloques con arreglo factorial $A \times B \times C$, siendo el Factor A; Porcentaje de epicarpio de cacao con P.E.T.; $a_0 = 70\% - 30\%$, $a_1 = 50\% - 50\%$, $a_2 = 80\% - 20\%$, Factor B; Tiempo de prensado $b_0 = 6\text{min}$, $b_1 = 8\text{min}$ y el Factor C; Resina $c_0 = \text{Blancola}$, $c_1 = \text{Duracol}$, con dos repeticiones, aplicando un ADEVA con una significancia del 0.5%. La evaluación de resultados se realizó con un programa estadístico STATGRAPHICS, y para la determinación de diferencias entre los tratamientos y sus niveles se utilizó la prueba de TUKEY ($p < 0.05$). Las variables que se analizaron			

	fueron: Flexión, Tracción, Tirón Tornillo, Elasticidad y Humedad. Concluyendo que el Factor A; 70%-30%, Factor B; en el periodo de 6min, y en el Factor C: las dos cantidad de resina; presentaron mayor efectividad. Recomendando utilizar la relación 70% - 30%, porcentaje de cascara de cacao y de P.E.T, en el prensado el tiempo de 6 min, y por último el empleo de las dos resinas. Abstract : The need to create new opportunities for domestic industry, requires the investigation of alternative raw materials (vegetable fiber), in order to develop technological alternatives to the use of agricultural waste elements to exploit their potential. This research project focuses on the evaluation of epicarpio cocoa in conjunction with PET in the development of modules Board, the objective is to evaluate the combination of percentage of epicarpio by the PET, as well as determine the amount of resin and find the optimal pressing time. For producing modules; He was selected, the environment dried, triturated, dosed, was glued, the raw material according to the proposed combinations, whose mass started metal molds, wet being pressed with the proposed time homogenized. The mathematical model was employed block design was factorial arrangement with AxBxC being Factor A; Epicarpio percentage of cocoa PET. ; $a_0 = 70\% - 30\%$, $a_1 = 50\% - 50\%$, $a_2 = 80\% - 20\%$ Factor B; Pressing time $b_0 = 6\text{min}$, 8min and $b_1 =$ Factor C; Blancola resin = c_0, $c_1 =$ Duracol, with two replications, using a ADEVA with a significance of 0.5%. Outcome assessment was performed using a statistical program STATGRAPHICS, and to determine differences between treatments and their levels Tukey test ($p < 0.05$) was used. The variables analyzed were: Bending, Pulling, Pull Screw, Elasticity and humidity. Concluding that the Factor A; 70% - 30%, Factor B; in the period 6min, and Factor C: the two amount of resin; They presented more effectively. Recommending use the ratio 70% - 30%, percentage of cocoa husks and P.E.T, in pressing time of 6 min, and finally the use of the two resins. Keywords: plant fiber, adhesive, Time, physico-mechanical characteristics.
Descripción:	97 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)

Introducción.

La necesidad de crear nuevas oportunidades para la industria nacional, hace necesaria la investigación de materias primas alternativas (fibra vegetal), que además de su accesibilidad y por su bajo costo económico, motiva a la disminución de la utilización de la materia prima común, representado como desecho no reutilizable.

Con el propósito de desarrollar alternativas tecnológicas que permitan el empleo de elementos de desechos agrícolas para explotar su potencial y ayudar a la disminución del impacto ambiental que se genera por mal manejo de la misma, surge la oportunidad de aprovechar los subproductos de la cosecha y materiales reciclables, permitiendo la innovación en el área de los materiales de ingeniería, campo en el cual la cascara de cacao se perfila como materia prima de alta efectividad, competitividad para la elaboración de aglomerados y de fácil obtención, lo cual contribuye al reemplazo de productos derivados del petróleo, [1].

Existe una cantidad importante de residuos que origina la industria que podrían ser reutilizados. Por la escala de producción, y la capacidad de consumir materiales, el sector de la construcción es una alternativa válida para dar destino a residuos que no pueden volver al ambiente en forma sustentable. Ejemplos son los residuos de demolición, entre los residuos plásticos (PET, polietileno, polipropileno o sus mezclas), neumáticos fuera de uso, entre otros, [2].

El precio de los materiales de construcción en la industria del mueble son cada vez más altos y el daño que ocasiona en su proceso industrial que influye fuertemente en el cambio climático.

El objetivo principal de la innovación que viabiliza el Ingeniero Industrial, es utilizar subproductos de diferentes procesos a fin de mitigar impactos ambientales y maximizar la rentabilidad. Como ejemplo se cita el caso del desperdicio de la industria del cacao y de bebidas gaseosas que podría emplearse en la fabricación de aglomerados para la industria de la construcción, muebles, tumbados entre otros. El modelo propone elaborar un aglomerado, con materia prima de epicarpio de cacao y P.E T; en el caso de la cáscara del cacao, es un residuo que en el Ecuador y en particular en la provincia de Los Ríos eminentemente cacaotera su disponibilidad es alta. Por otro lado el Polietileno Tereftalato (P.E.T) se puede obtener de los envases plásticos de jugos y bebidas gaseosas este material

en el medio tarda de 100 a 1000 años en degradarse, hoy en día solo el 10% se reutiliza y el resto va a la basura.

Considerando los problemas que causan al ambiente estos subproductos al no ser utilizados debidamente, este trabajo de investigación plantea la elaboración de aglomerado a base de la combinación de fibra vegetal -P.E.T ,agregando una resina como ligante, para esto su factibilidad se comprobará mediante la aplicación de un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial $A \times B \times C$, que permite determinar las proporciones y el número de prototipos a realizar, continuando con una serie de ensayos mediante los cuales se determina sus propiedades físico-mecánicas, con el objetivo de obtener datos precisos que sirvan como base para su aplicación en el campo de la edificación industrial del mueble y afines como también de la construcción.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de Investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Los procesos industriales en Ecuador generan gran cantidad de subproductos que en algunos casos son sub utilizados y en otros descartados sin un manejo adecuado que podría poner en riesgo el medio ambiente, tal es el caso del epicarpio del cacao, fundamental en la industria del chocolate y el P.E.T, generado especialmente por envases plásticos no retornables. Esto podría constituirse en una oportunidad para la industria del mueble y la construcción debido a la disponibilidad a bajo costo de los mismos, mediante la reutilización de los antes mencionados subproductos, para esto surge la necesidad de plantear una investigación que permita determinar las proporciones adecuadas para la elaboración de módulos a partir de fibras no convencionales de calidad para diversas aplicaciones en la industria de muebles y la construcción, mediante esto se lograría reducir el impacto de la deforestación o sobreexplotación de suelos designados a la producción forestal y por otro lado reducir el efecto contaminante del P.E.T.

Diagnóstico

La industria de los tableros aglomerados de madera triturada tiene como objetivo de emplear prácticamente, cualquier especie maderable. A raíz del impacto ambiental producido por la tala indiscriminada e ilegal de los bosques naturales, utilizados en el presente para la transformación de tableros de madera, se han encontrado como opción los subproductos de cosecha, siendo amigables con el medio ambiente, y que permitan optimizar o ser similares a los parámetros de calidad encontrados en los aglomerados de madera.

Por esta razón se realizó un análisis FODA, con lo referente a la Evaluación del epicarpio de cacao *Theobroma cacao* en combinación con Polietileno tereftalato (P.E.T) en módulos de aglomerado por medio de una resina como ligante para uso industrial.

Fortalezas

Son aquellos factores estratégicos que incrementan la efectividad o posibilidades de éxito del proyecto. Como fortalezas se ha considerado las siguientes:

- Extensas temporadas de disponibilidad de la cáscara de cacao como materia prima, es un sub producto que se produce en varios meses del año y con la facilidad del cultivo ya que no necesita de mayor tecnificación en la obtención de la materia prima.
- Mínimos costos de la materia prima con lo referente a la resina.

Oportunidades

Son las oportunidades comerciales que potencialmente representan un crecimiento rentable.

- ✓ Tendencia progresiva del consumo de productos elaborados de aglomerados de epicarpio de cacao combinado con P.E.T. para la industria del mueble y afines como también de la construcción.
- ✓ Los productos elaborados con epicarpio de cacao- P.E.T, contarían con interesantes perspectivas en cuanto sus características físico-mecánicas, que se encontrarían al obtener la combinación óptima.

Debilidades

Las debilidades que limitan el proyecto.

- El surgimiento de nuevos productos que se estancaría por las barreras del mercado.
- La poca información de las bondades de los subproductos agrícolas.
- No contar con el financiamiento adecuado.

Amenazas

Los obstáculos que impiden el desarrollo del proyecto.

- La preferencia y uso fortalecido de los productos de origen maderable.
- Falta de interés para este tipo de productos.

1.1.2 Formulación del problema.

¿El desconocimiento de las propiedades físico-mecánicas del epicarpio de cacao *Theobroma cacao* y P.E.T., Polietileno tereftalato limitan la elaboración de aglomerado por medio de una resina como ligante polímero?

1.1.3 Sistematización del problema.

- ¿Qué son las propiedades físico-mecánicas?
- ¿Cuáles son las propiedades físico-mecánicas?
- ¿Qué es epicarpio de cacao?
- ¿Qué es P.E.T.?
- ¿Cuál es el origen del P.E.T?
- ¿Qué es un aglomerado?
- ¿Cuántos tipos de aglomerado existen?
- ¿Qué es una resina?
- ¿Cuántos tipos de resinas existen?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

- Evaluar el epicarpio de cacao *Theobroma cacao* en combinación con Polietileno tereftalato (P.E.T) en módulos de aglomerado por medio de una resina como ligante para uso industrial.

1.2.2 Objetivo Específicos.

- Analizar el porcentaje adecuado entre: (70%-30%; 50%-50%; 80%-20%) de epicarpio de cacao y Polietileno Tereftalato (P.E.T), como variables de la materia prima que puedan influir en el proceso.

- Evaluar el efecto óptimo en el tiempo de prensado (6 y 8 minutos), para el aglomerado en base a la carga de compactación aplicada.
- Determinar la cantidad adecuada entre dos tipos de ligantes: (Adhesivo vinílico 1; Adhesivo vinílico 2), para su aplicación a la materia prima para la elaboración del aglomerado.

1.3 Hipótesis.

Es posible elaborar un material aglomerado a partir del epicarpio del cacao combinado con Polietileno tereftalato (P.E.T), con en el cual sus propiedades físico-mecánicas sean adecuadas con el ligante, y con el tiempo de compactación aplicada durante el prensado del material.

1.3.1 Hipótesis nulas.

- H_0 = La determinación del porcentaje óptimo, del epicarpio del cacao combinado con Polietileno tereftalato (P.E.T), no incide en el proceso de obtención de aglomerado para la edificación industrial del mueble y afines.
- H_0 = La determinación del tiempo de prensado óptimo no difiere la elaboración de aglomerado para la compactación.
- H_0 = La determinación de la cantidad de goma adecuada para la elaboración de aglomerado no influye en los especímenes de prueba.

1.3.2 Hipótesis alternativas.

- H_a = La determinación del porcentaje óptimo, del epicarpio del cacao combinado con Polietileno tereftalato (P.E.T), difiere en el proceso de obtención de aglomerado para la edificación industrial del mueble y afines.

➤ H_a = La determinación de tiempo de prensado óptimo difiere la elaboración de aglomerado para la compactación.

➤ H_a = La determinación de la cantidad de goma adecuada para la elaboración de aglomerado, influye en los especímenes de prueba.

1.4 Justificación.

En este trabajo se fundamenta en la optimización del proceso de obtención de aglomerado, mediante la aplicación un modelo de Diseño Experimental propicio para determinar con la mayor exactitud posible, las propiedades mecánicas de un material compuesto aglomerado y obtener los parámetros más adecuados para su elaboración.

La importancia del desarrollo de los aglomerados sintéticos está en el uso de desechos agrícolas para darle un empleo útil al suplir materiales de gran demanda. Se utilizó la cáscara de cacao, Polietileno tereftalato (P.E.T) y una resina como ligante, como materias primas. Con la variación de los valores de los factores de control: porcentaje de cáscara de cacao y P.E.T (%), tiempo prensado (t) y cantidad de ligante (gr).

La relevancia de esta investigación radica no únicamente en la utilización de desechos agrícolas aplicados a la industria del mueble y construcción, uno de sus propósitos es crear una conciencia ecológica, ir construyendo día a día una educación en los seres humanos a utilizar materiales alternativos y así evitar destruir nuestros ecosistemas.

Por lo anterior, es lógico pensar que el desarrollo tecnológico para la producción y utilización de materiales alternativos para el empleo del aglomerado, tiene un doble beneficio para los usuarios.

Para la fabricación de tableros aglomerados no solo se utiliza la fibra de cáscara de cacao, existen numerosas investigaciones en diferentes países en donde combinan algunas otras fibras naturales que ofrecen alternativas para elementos utilizados en la construcción como lo son la cascarilla de arroz, maní, coco entre otros.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2 Fundamentación Teórica.

2.1. Marco Referencial.

Referente al tema de investigación se realizó un conocimiento previo, por lo que es necesario ubicar esta exploración dentro de un enfoque, entre los que podemos citar:

2.1.2. Aprovechamiento de polipropileno y polietileno de alta densidad reciclado, reforzado con fibra vegetal, tetera (*stromanthe stromathoides*).

Este trabajo expone cómo la mezcla en proporciones adecuadas de PP (polipropileno y PEAD (polietileno de alta densidad) reciclados, como matriz polimérica, reforzada con cantidades óptimas de fibra natural tetera (*Stromanthe stromathoides*), permiten obtener materiales a más bajos costos y que pueden reemplazar a los usados actualmente, especialmente productos de madera superando sus propiedades de ductilidad y de durabilidad, al mismo tiempo que, se contribuye significativamente a mitigar impactos ambientales negativos, [3].

2.1.3. Madera plástica con PET de post consumo y paja de trigo.

El objetivo de la investigación fue desarrollar un material compuesto de polietileno tereftalato (PET) de post consumo y paja de trigo, para la elaboración de madera plástica. El PET es el plástico de mayor volumen y tonelaje en los rellenos sanitarios y basureros de Mexicali, Baja California, México. Por otro lado, la paja de trigo es un desecho agrícola en el Valle de Mexicali. Lo anterior motivó la realización de la investigación, pues existen en la zona bajos porcentajes de reciclado del PET y paja de trigo para materiales compuestos. Se aprovechan principalmente las propiedades mecánicas del PET reforzado con paja de trigo pulverizada para elaborar el material compuesto. La madera plástica obtenida de estos dos materiales de desecho no presenta poros, se puede: taladrar, lijar, pulir, cortar con sierra manual o eléctrica, por lo que, puede utilizarse para la elaboración de tarimas industriales, mesas, sillas, libreros, escritorios, entre otras aplicaciones, [4].

2.1.4. Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción.

Se propone la realización de un nuevo material constructivo, denominado *ecoladrillo*, inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos. Como aditivos comerciales se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y, la menos usual pero igual de eficiente cal hidráulica. Como aditivo resistente se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. La adición de estos dos últimos aditivos residuales supone la reducción de un gran impacto medio ambiental ya que las cenizas procedentes de la biomasa generada por la combustión de los restos de la cosecha del arroz, permanecen por millones de toneladas en vertederos de todo el mundo, [5].

2.1.5. Optimización de propiedades mecánicas y térmicas de un aglomerado sintético por el Método de Taguchi.

En este trabajo se aplicó el modelo de Diseño Experimental de Taguchi para la optimización de las propiedades mecánicas y térmicas de un material compuesto aglomerado y obtener los parámetros más adecuados para su elaboración.

La importancia del desarrollo de los aglomerados sintéticos está en el uso de desechos agrícolas para darle un empleo útil al suplir materiales de gran demanda. Se utilizaron la cáscara de arroz, arcilla, arena y gel de aloe como materias primas, [6].

2.2. Marco Conceptual.

2.2.1. Cacao.

El cacao es una fruta de origen tropical. Su altura es de 5-8 metros. Las hojas de forma alargada y de color verde oscuro. Las flores son pequeñas y los pétalos son largos. El tamaño, el color y la forma de los frutos del cacao es variable, aunque la mayoría tiene unos 30 cm. La cáscara es gruesa y de una consistencia similar al cuero, [7].

El número de variedades del cacao que se comercializa es muy grande, aunque todas forman parte de una de dos variedades: Forastero y Criollo. La variedad Forastero presenta un fruto con cáscara dura y los granos son de sabor amargo y de color morado. La raza Criollo tiene frutos de cáscara suave con semillas redondas, blancas o violetas, y de un agradable sabor dulce, [7].

El mercado mundial de cacao fino distingue dos amplias categorías de cacao en grano: el cacao en grano “fino o de aroma” y el cacao en grano “corriente u ordinario”. Como una generalización hay que mencionar que el cacao fino o de aroma proviene de las variedades de tipo Criollo y Trinitario, mientras que el cacao ordinario proviene de las variedades de tipo Forastero. Existen sin embargo, conocidas excepciones a esta generalización. Los árboles de la variedad Nacional en Ecuador, considerada como de tipo Forastero, producen cacao fino o de aroma, [7].

2.2.2. La producción de cacao en el Ecuador.

El cacao es el producto de exportación más antiguo del Ecuador, durante la época Colonial y luego durante la República, la economía de lo que hoy constituye el Ecuador ha estado fuertemente ligada a la producción del cacao, [8].

En Ecuador, los árboles de cacao tienen, comúnmente, una floración bianual. La Floración más importante es en diciembre y enero y la maduración del fruto se produce en un período de cuatro a seis meses, [8].

Una planta de cacao toma de 3 a 5 años para producir su primera cosecha, aunque existen variedades que producen a una edad más temprana. El tiempo en que el árbol de cacao es productivo puede llegar a los 25 años, existiendo factores como el atmosférico, la variedad del árbol de cacao, mantenimiento, etc., que influyen en el tiempo de vida de la plantación, [8].

La cosecha de mayor volumen tiene lugar en abril, mayo y junio. Las principales provincias ecuatorianas productoras de cacao son Los Ríos con el 35%, Guayas con el

25%, Manabí con el 14%, Esmeraldas con el 8%, El Oro con el 5%, Bolívar y Cotopaxi con el 3% y Pichincha con el 4% de la superficie productora, [8].

2.2.3 Producción de madera en el Ecuador.

2.2.3.1 Características del producto

Existen alrededor de 3.6 millones de tierras disponibles para la repoblación forestal, lo cual indica el alto potencial de producción del país. La industria está representada por empresas con alto nivel tecnológico para la elaboración de productos derivados del sector maderero, [9].

Por su situación geográfica y diversidad de climas, Ecuador es un paraíso forestal, con disponibilidad de tierras aptas y ubicación estratégica en relación a mercados demandantes como Estados Unidos y Japón, [9].

2.2.3.2 Producción y variedades en el Ecuador.

Ecuador produce balsa, teca, tableros y acabados para la construcción. La producción de madera es de aproximadamente 421.000 TM y está concentrada principalmente en variedades como madera fina, madera regular, madera para construcción, de pallets (estibas) y otros, [9].

2.2.3.3 Datos de Interés.

Las empresas madereras ecuatorianas cuentan con el respaldo de las principales certificaciones, como Forest Stewardship Council (FSC) y las normas ISO, entre ellas la ISO 9000:2008, [9].

2.2.3.4 Información estadística del sector.

Los principales países de destino de la madera ecuatoriana son: Estados Unidos, China, Colombia, Perú, Japón, Alemania, Dinamarca y México, [9].

Alrededor de 235,000 familias en el Ecuador se benefician directamente de esta actividad, otras 100,000 lo hacen indirectamente. La industria forestal tiene certificados que aseguran que la madera se extrae de manera sostenible y que el impacto al medio ambiente es mínimo, gracias al manejo sustentable de los bosques, [9].

2.2.3. Fibras De Origen Vegetal.

Las fibras de origen vegetal son sustancias complejas, con una combinación peculiar de diferentes constituyentes vegetales heterogéneos; entre los más importantes están la celulosa, la lignina y la pectina. La celulosa forma el esqueleto de las paredes de la célula, y la hemicelulosa forma los materiales adherentes que la unen. La manera en que todas estas células constituyentes se orientan es todavía un misterio en las ciencias de las fibras, [3].

Son amplios los estudios de fibras en materiales compuestos de los cuales podemos mencionar a varios autores, quienes realizaron investigaciones sobre refuerzos de plásticos empleando fibras procedentes de residuos textiles de algodón y lino, y fabricación de cuerdas como sisal, cáñamo, fique y kenaf y concluyen que el aprovechamiento de fibras vegetales de desecho es perfectamente viable con la peculiaridad de su disparidad en forma y tamaño obligando a la peletización previa y a la utilización de compatibilizantes para obtener el producto final, [3].

Son usadas como refuerzos de materiales compuestos, presentando ventajas como disponibilidad, fácil procesamiento, bajo costo y peso, teniendo la propiedad de ser biodegradables. Por esta razón, disminuye así el uso de materiales contaminantes, los cuales poseen gran absorción de agua y son sensibles al ataque microbiano, [3].

2.2.4. P.E.T.

El PET (Polietileno terftalato) es un derivado del petróleo con el cual se fabrican diferentes tipos de envases plásticos para productos de consumo masivo y no masivo, al ser un derivado del petróleo el costo fluctúa de acuerdo al precio del mismo, y al ser utilizado constantemente se está ayudando a agotar uno de los recursos naturales no renovables de nuestro planeta, [9].

Actualmente el Ecuador procesa alrededor de 4493 toneladas de resina de PET mensualmente para elaborar envases plásticos desechables de productos de consumo masivo, lo cual implica en 10 % de desperdicio luego de ser consumido dicho producto, porque solo se recicla alrededor del 90% del mismo, el resto va a parar en los basureros y/o son incinerados emanando gases tóxicos y CO₂ dañinos para el medio ambiente, [10].

2.2.5. Reciclaje de Botellas de PET.

Las botellas de P.E.T. cuentan con un estado de degradación bajo, es decir tarda entre 100 y 1000 años en descomponerse. Se trata de valorar el reciclaje como un importante recurso de ahorro de materias primas, recursos económicos y una opción para mejorar la calidad del medio ambiente, [3].

No todos pueden ser reciclados fácilmente, pero la importancia del mismo, cobra especial importancia desde la perspectiva ecológica, [3].

En el área del reciclaje existen los métodos llamados primario, secundario, terciario y cuaternario. El primario tiene que ver con la utilización de partes del plástico pero en aplicaciones diferentes y se lo obtiene por recortes del material original. El secundario es el más empleado y es el utilizado en esta investigación y se refiere a la fusión, de los desechos que son convertidos en productos de diferentes formas y con mayor espectro de aplicaciones, las cuales son diferentes a las del plástico original. El terciario es un proceso de tipo químico, consistentes en el aprovechamiento de los componentes químicos del plástico. La ruta química de reciclado terciario es la solvólisis o descomposición química, la cual se puede realizar por diferentes vías: metanólisis, glicólisis, hidrólisis y aminólisis. El cuaternario, consiste en la incineración para recuperar la energía, [3].

2.2.6 Aglomerado.

El aglomerado de madera es un material que se vende en tableros y está compuesto por partículas de madera de diferentes tamaños, unidas entre sí por algún tipo de resina, cola u otro material y posteriormente prensada a temperatura y presión controlada formando el tablero. El origen de las partículas de madera y de los materiales de unión varía y de ahí que sea más o menos ecológico.

Los aglomerados son las maderas más baratas porque están hechas con virutas de restos de cortar otras maderas naturales o restos sobrantes de maderas de los aserraderos.

Se llama aglomerado porque está construido con agregación o aglomeración (o unión) de varias partículas, en este caso virutas de madera.

2.2.6.1 Tipos de Aglomerados

- Tablero Sencillo es un tablero formado por tres capas de partículas de madera, es un tablero en crudo sin ningún tipo de revestimiento de papel, constituye la base para elaborar los demás diseños.

Este tablero siendo un producto para interiores es ideal para cielos rasos, revestimientos de paredes, divisiones modulares, fondos, laterales y puertas. Por sus excelentes cualidades acústicas, [12]

- Tablero Laminado recubierto con papel decorativo impregnado con resina melaminica, es un tablero que se recomienda para ser usado en interior: muebles de hogar (cocina, dormitorios, baños), oficinas, hospitales, centros comerciales. Se recomienda trabajar en sus dos caras puesto que posee una amplia gama de colores para satisfacer los gustos y necesidades, [12]

- El MDF es un material versátil por su naturaleza en base a fibras de madera y es considerado un producto ecológicamente amigable.

El MDF es un producto homogéneo, uniforme, estable, de superficie plana y lisa, que ofrece buena trabajabilidad y maquinado para encajar, tallar, cortar, atornillar, perforar y moldurar. Incluso, produce economía en cuanto a la reducción del uso de tintas, pinturas y lacas, economía en el consumo de adhesivo por metro cuadrado, además de presentar óptima aceptación para recibir revestimientos con diversos acabados, [13].

2.2.6. Aglomerado de fibra vegetal reforzado con P.E.T.

La elaboración de materiales compuestos (aglomerados) a partir de materiales inorgánicos y fibras de origen vegetal ha sido una práctica común desde hace mucho tiempo, [15].

La bioconstrucción es un campo amplio en el que se debe trabajar de forma constante para obtener nuevos logros. Esta tecnología es muy ambiciosa por su eficiencia energética y económica.

Se desarrolla una nueva pieza constructiva que elimina la emisión de CO₂ a la atmósfera, y utiliza niveles de compactación mínimos que incluso se pueden obtener por medio de prensas manuales mediante un simple mecanismo hidráulico que no requiere de grandes avances tecnológicos. Además, se trabaja con residuos procedentes de fibra vegetal que suponen millones de toneladas al año en todo el mundo, lo que implicaría la reducción de un gran impacto ambiental ya que, al no tener ninguna salida comercial hasta el momento, [5].

En los últimos años, se ha ampliado el espectro de uso de las fibras naturales, ya que han empezado a utilizarse como materia prima no solamente para la industria textil, sino también para compuestos modernos eco-amigables usados en diferentes áreas de aplicación, como materiales de construcción, tableros aglomerados de partículas, tablas de aislamiento, nutrición, cosméticos, medicina y recursos para bio-polímeros,.

2.2.7. Parámetros físicos en los tableros aglomerados.

2.2.7.1. Densidad.

La densidad de un tablero de aglomerado es variable dependiendo del tipo de partícula, normalmente varían de 600 a 680 kg/m³, [15].

2.2.7.2. Humedad.

Es la cantidad de agua contenida en un material, corresponde a la humedad del tablero a la salida del proceso de producción. Este valor variará dependiendo de la humedad relativa del ambiente en que se encuentre, tendiendo a buscar la humedad de equilibrio, [16].

2.2.7.3. Higroscopicidad.

Está relacionada con la cualidad de absorber o desprender humedad, [17].

2.2.7.4. Conductividad térmica y eléctrica.

Mala conductora del calor y la electricidad, por lo que suele emplearse como material aislante en suelos y paredes.

2.2.8. Parámetros mecánicos en los tableros aglomerados.

2.2.8.1. Flexión.

Resistencia a la rotura, cuando se trata de piezas delgadas, largas y de plano o planas. Aquí se conjuga y mide cuanto se flexiona la pieza antes del punto de rotura. La pieza se flexiona cuando se carga fuera de los soportes o apoyos, [18].

Es de importancia hablar de este tipo de resistencia ya que en un mismo bloque sometido a un esfuerzo de flexión, parte de sus fibras trabajan así: un número de ellas hacen compresión y las inferiores atracción para equilibrar y trasladar la carga a los apoyos. En la zona media del bloque no habrá ninguno de estos esfuerzos por la transición de los mismos a los extremos, sino que esta zona quedaría expuesta a un esfuerzo de corte, [19].

2.2.8.2. Tirón tornillo.

Es un método cuasi no destructivo, pues su afección a la pieza es mínima, que consiste en introducir un tornillo en la pieza que se desea estudiar para posteriormente arrancarlo con el extractor, [20].

Durante dicha operación se mide la resistencia al arranque que presenta la pieza, que coincide con la máxima fuerza aplicada para lograrlo, [20].

2.2.8.3. Tracción.

La resistencia a la tracción es el esfuerzo máximo que remarca el diagrama esfuerzo-deformación y se corresponde con la fuerza de tracción máxima que soporta un material antes de que se fracture. La fractura de los materiales puede ser fractura frágil, [21].

2.2.8.4. Módulo de Elasticidad.

Medida de la resistencia a la deformación axial de la probeta cuando se la somete a una carga de dirección paralela a las fibras de la madera. Se determina como la pendiente de la zona lineal del gráfico carga-deformación por debajo del límite de proporcionalidad. En el caso del ensayo de flexión, se relaciona con la deflexión debido al cizalle o esfuerzo de corte, [22].

2.2.8.5. Aglomerantes.

Un Adhesivo es un compuesto de materiales sólidos que puede componerse por poliuretanos, neoprenos, vinil, y líquidos como antioxidantes, agua y o solventes, que permitirán la aplicación en cualquier superficie. Para obtener resultados óptimos en el uso de un adhesivo es necesario aplicar el tipo de adhesivo adecuado para cada proceso según las características de cada material o superficie, y realizar la aplicación correctamente, respetando los tiempos y recomendaciones, [23].

2.2.9. Métodos de encolado para aglomerados.

2.2.9.1. Encolado en caliente.

Se aglutinan las partículas a altas temperaturas y bajo presión en prensas hidráulicas. Los paneles encolados en caliente son fuertemente unidos y elaborados en tiempo breve, aproximadamente en un minuto de presión por milímetro de espesor del material, [24].

2.2.9.2. Encolado en frío.

Consiste en la unión de varias chapas con un porcentaje de humedad inferior al 15 por ciento. Las chapas son sometidas a secado por aire caliente y luego se realiza el encolado fijando el aglomerado a presión por medio de prensas, [24].

2.2.9.3. Encolado en húmedo.

Este tipo de encolado es aplicable a la fabricación de tableros de chapas de madera aún húmeda. Es económicamente factible pero los tableros resultantes son deficientes en propiedades mecánicas, reducen la capacidad adhesiva de los aglomerantes, y por el contenido de humedad tienden a deformarse, [24].

2.2.9.4. Encolado en seco.

Consiste en el sistema de encolado más eficiente. Se realiza generalmente utilizando colas líquidas. Luego de realizar el encolado, el material resultante se deja secar hasta que la humedad sea menor al 12 por ciento, [24].

2.2.10 Clasificación De Los Adhesivos

- **Adhesivos sintéticos:** a base de polímeros derivados del petróleo (colas de polivinil acetato, colas etilénicas, colas de poliuretano, colas de caucho sintético, adhesivos anaeróbicos o de cianoacrilato), [25].
- **Adhesivos de origen vegetal:** a base de derivados de la fécula de patata, el maíz (colas de almidón, dextrinas, cauchos naturales), [25].

Son adhesivos de origen natural son aquellos que se producen o se extraen de los recursos naturales de nuestro planeta, recursos como los vegetales o animales, el almidón, las colas de caseína o el caucho natural son ejemplos de adhesivos naturales. Los adhesivos naturales fueron los primeros pegamentos que se descubrieron y se utilizaron en la amplia y compleja historia y evolución de los adhesivos, [26].

- **Adhesivos de origen animal:** a base de pieles de animales (colas de gelatina) o de derivados lácteos (colas de caseína), [25].

2.2.11 Tipos de aglomerantes utilizados para aglomerados.

2.2.11.1 Formaldehidos Adhesivos.

Los adhesivos para madera más comunes, son aquellos a base de reacciones formaldehídicas con Fenol, Resorcinas, Urea, Melanina o una mezcla de los mismos, [27].

2.2.11.2 Poliésteres.

La mejor manera de describir a los poliésteres, es mencionando que son de bajo costo y de curado rápido. Por lo general, son frágiles; sin embargo, existen formulaciones flexibilizadas con una buena resistencia al impacto. Los adhesivos de poliéster pueden curarse con calor o a temperatura ambiente, [28].

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

3.1.1 Ubicación geográfica del cantón Quevedo.

Geográficamente se encuentra situada en la Provincia de Los Ríos, se halla entre los paralelos 01° 01'18,34" de latitud sur, los meridianos 79°28'5,02" de longitud Oeste, con una altitud de 500 m s. n. m., y con temperatura media de 23° C a 32° C. Se encuentra a 253,2 Km de la capital del Ecuador.

3.2. Tipo de Investigación.

El tipo de Investigación es Exploratoria que permitirá de forma idónea aproximarse a fenómenos en relación a las características físico-mecánicas, con el fin de dar respuestas al tema de investigación.

3.3. Métodos de Investigación.

3.3.1. Método inductivo.

Luego de realizar las respectivas observaciones, se descubrieron problemas con el Sistema Nacional de Control Forestal, [32] para la industria de aglomerados, y en el caso del P.E.T., en botellas de gaseosas, que tarda en degradarse en muchos años.

El método inductivo permitió corroborar estos problemas, determinando el inadecuado uso de los sub productos de la industria del cacao y del PET pudiéndolos aplicar en la elaboración de aglomerados de fibra vegetal que son amigables con nuestros ecosistemas.

3.3.2. Método deductivo.

A través del método deductivo se analizaron inconvenientes como en saber las combinaciones ideales, con lo que se planteó las posibles soluciones mediante la aplicación de un modelo matemático.

3.3.3. Método analítico.

Con método analítico se pudo llegar a la conclusión de que la mejor manera de obtener resultados es determinar mediante combinaciones para elaboración del aglomerado de fibra de cascara de cacao y PET., consiguiendo una mejor calidad del producto final, y teniendo como resultados la optimización de los recursos de una mejor manera.

3.4. Fuentes de recopilación de la Información.

Las fuentes de información se las obtuvo a partir de revistas, artículos científicos, fichas técnicas, tesis y documentos.

3.5. Diseño de la Investigación.

Se empleó un diseño experimental, siendo una técnica que se aplica en tiempo, espacio y recursos para encontrar resultados factibles.

En el presente proyecto se utilizó un arreglo factorial $A \times B \times C$ con tres niveles en el Factor A (Porcentaje de epicarpio de cacao y P.E.T.), dos niveles en el Factor B (Tiempo del prensado) y dos niveles en el Factor C (Cantidad de resina para el proceso). Y así determinar la homogeneidad en el prototipo de aglomerado. Para la evaluación de los efectos entre niveles y tratamientos se utilizó la prueba de Tukey.

3.5.1. Factores de Estudio.

Los factores de estudio que empleó en esta investigación son los siguientes:

Cuadro 1: Descripción Factores de Estudio para la evaluar la utilización de epicarpio de cacao *Theobroma cacao* combinado con p.e.t (Polietileno tereftalato) en un prototipo de aglomerado.

Factores De Estudio	Simbología	Descripción
Factor A: Porcentaje de epicarpio de cacao y p.e.t.	a ₀	70% - 30%
	a ₁	50%-50%
	a ₂	80%-20%
Factor B : Tiempo del prensado	b ₀	6 minutos
	b ₁	8 minutos
Factor C: Cantidad de resina para el proceso	c ₀	Adhesivo vinílico 1
	c ₁	Adhesivo vinílico 2

Elaborado por: Autor (2016).

3.5.2. Tratamientos.

Se aplicó un arreglo factorial **AxBxC**, con los niveles en **A=3; B=2; C=2** y **R=2**, dando como resultado un total de 24 tratamientos.

Cuadro 2: Combinación de los tratamientos propuestos para la determinación correcto funcionamiento del proceso.

Nº.	Simbología	Descripción
1	a₀b₀c₀	70% Epicarpio de Caco; 30% P.E.T. + 6 min + 500 gr. Adh. vinílico 1
2	a₀b₀c₁	70% Epicarpio de Caco; 30% P.E.T. + 6 min+ 600 gr. Adh. vinílico 2
3	a₀b₁c₀	70% Epicarpio de Caco; 30% P.E.T. + 8 min + 500 gr. Adh. vinílico 1
4	a₀b₁c₁	70% Epicarpio de Caco; 30% P.E.T. + 8 min+ 600 gr. Adh. vinílico 2
5	a₁b₀c₀	50% Epicarpio de Caco; 50% P.E.T. + 6 min + 500 gr. Adh. vinílico 1
6	a₁b₀c₁	50% Epicarpio de Caco; 50% P.E.T. + 6 min + 600 gr. Adh. vinílico 2
7	a₁b₁c₀	50% Epicarpio de Caco; 50% P.E.T. + 8 min+ 500 gr. Adh. vinílico 1
8	a₁b₁c₁	50% Epicarpio de Caco; 50% P.E.T. + 8 min+ 600 gr. Adh. vinílico 2
9	a₂b₀c₀	80% Epicarpio de Caco; 20% P.E.T. + 6 min+ 500 gr. Adh. vinílico 1
10	a₂b₀c₁	80% Epicarpio de Caco; 20% P.E.T. + 6 min+ 600 gr. Adh. vinílico 2
11	a₂b₁c₀	80% Epicarpio de Caco; 20% P.E.T. + 8 min+ 500 gr. Adh. vinílico 1
12	a₂b₁c₁	80% Epicarpio de Caco; 20% P.E.T. + 8 min + 600 gr. Adh. vinílico 2

Elaborado por: Autor (2016).

3.5.3. Manejo experimental.

Las condiciones de operación para la realización de la fase experimental de este trabajo investigativo fueron:

3.5.3.1. Materia Prima.

Se utilizó sub productos, empleando un molino de martillo que es apto para moler cualquier tipo de grano seco; en este caso especial la cascara de cacao, como también para el P.E.T., un molino triturador de cuchillas para plásticos con potencia de 20 CV.

3.5.3.2. Tamaño de partícula de la materia prima.

Para obtener la granulometría del material molido, se procedió tamizar de la materia prima en una malla N° 4, arrojando partículas de 3,00 milímetros de cáscara de cacao; y para la granulometría del P.E.T., se obtuvo hojuelas de 3,5 milímetros.

3.5.3.3. Dosificación y preparación de la materia prima.

La muestra por tratamiento fue de 250g por módulo, y se realizaron 12 tratamientos, es decir se empleó 6000g de la materia prima principal (epicarpio de cacao y P.E.T.), considerando dos repeticiones. Los materiales fueron distribuidos de la siguiente manera: 175g de epicarpio, 75g de P.E.T., el siguiente fue de 125g de epicarpio y 125 de P.E.T. y el último fue de 200g de epicarpio de caco y 50g de P.E.T., para luego ser ligado mediante un adhesivo comercial de bajo costo.

3.5.3.4. Tipo y Cantidad de aglomerante.

En el proceso de encolado fue utilizó una goma comercial como cola blanca, como uno de los adhesivos más empleados por la industria de aglomerados de partículas maderables. Se utilizó dos tipos gomas para madera de nombre comercial.

La cantidad de goma fue de 500 g de Adhesivo vinílico 1 y 600 g de Adhesivo vinílico 2, según los tratamientos del diseño experimental.

3.5.3.5. Dosificación de la masa total.

Se homogenizó la mezcla de acuerdo a la formulación durante cinco minutos por cada tratamiento.

Ubicación de la masa mezclada en moldes metálicos de 200 mmx 200 mm x 70 mm.

3.5.3.6. Tiempo de compactación del aglomerado.

Los tiempos de prensado fueron de 6 min – 8 min respectivamente con una fuerza de compactación de 100 bares en un sistema hidráulico para un prensado en frío.

3.5.3.7. Secado.

Desecado a temperatura ambiente hasta obtener una humedad de varia de 5 a 11 %.

3.6. Instrumentos de la Investigación.

3.6.1. Método estadístico.

Se empleó un diseño de bloques con arreglo factorial $A \times B \times C$, siendo el Factor A; Porcentaje de epicarpio de *Theobroma cacao* con P.E.T., en tres niveles a_0 (70% -30%), a_1 (50% - 50%), a_2 (80% - 20%), Factor B; Tiempo de prensado b_0 (6min), b_1 (8min) y el Factor C; Resina c_0 (Adhesivo vinílico 1), c_1 (Adhesivo vinílico 2), como existen tres factores de estudios se aplica un ADEVA con un nivel de significancia del 0.5%.

3.6.2. Variables a evaluarse.

- Flexión
- Tracción
- Tirón Tornillo
- Humedad

3.6.3. Determinación de la resistencia a la tracción perpendicular a las caras.

Para determinar la resistencia a la tracción de los módulos de aglomerados (cáscara de cacao y P.E.T.). Se la realizó en Aglomerados Cotopaxi S.A., bajo la tutoría del encargado del laboratorio. El objeto de esta prueba es determinar la resistencia a la tracción en sus caras del espécimen de aglomerado mediante una fuerza máxima expresada en kgf, bajo la norma INEN 898.

Se procedió a la preparación de las muestras como sigue:

- Los módulos o probetas tendrán forma cuadrada de 50 mm de lado y de espesor con 20 mm, sus cantos serán sin imperfecciones y limpios.
- Para ejecutar las pruebas, se empleó una maquina universal para pruebas de Resistencia de Materiales; que emplee una fuerza de 0.25 kgf, con mordazas direccionales y velocidad de carga por cm^2 de 0.1 kgf por sg.
- Se procedió a aplicar un adhesivo de secado rápido y posteriormente una ligera presión sobre cada cara exterior del módulo, empleando un taco de agarre de metal, siendo que el área de contacto sea de 50 x 50 mm.
- Por último se aplicó la carga designada hasta que produzca su rotura del módulo, en la máquina de tracción, arrojando como expresión en Kg/cm^2 .

3.6.4. Determinación de la resistencia a la flexión.

Para determinar la resistencia de flexión de los módulos de aglomerados (cáscara de cacao y P.E.T.). Se la realizó en Aglomerados Cotopaxi S.A., bajo la tutoría del encargado del laboratorio, cuya norma NTE INEN 2554:2011;

Se preparó los especímenes de aglomerado como se detalla a continuación:

- Los módulos o probetas tendrán forma alargada con una longitud de 200 mm y de espesor con 20 mm, sin imperfecciones y limpios.
- Para ejecutar el ensayo, se empleó una Maquina Universal para pruebas de Resistencia de Materiales utilizando una viga simple con carga en los tercios.

- Posteriormente se apoya libremente en los extremos, aplicando una carga continua de 0.1 kgf/cm²/seg, sin impacto a una velocidad constante que cuyo módulo de ruptura se expresa en Kg/cm².

3.6.5. Determinación de la resistencia a la prueba Tirón Tornillo.

Para determinar la resistencia a la prueba de Tirón Tornillo de los módulos de aglomerados (cascara de cacao y P.E.T.). Se la realizó en Aglomerados Cotopaxi S.A., bajo la tutoría del encargado del laboratorio. El objeto de esta prueba es determinar la resistencia de Tirón Tornillo en el canto del módulo de aglomerado mediante una fuerza expresada en kgf.

Se realizó la preparación de las muestras que a continuación se detalla:

- Los módulos o probetas tendrán forma cuadrada de 50 mm de lado y de espesor con 20 mm, sus cantos serán sin imperfecciones y limpios.
- Se introdujo con un pre taladrado hasta 2 mm de un tornillo de 4 mm, en el canto del módulo recomendado por las normas internas de Aglomerados Cotopaxi S.A.
- Para ejecutar las pruebas, se empleó una maquina universal para pruebas de Resistencia de Materiales; que emplee una fuerza de 0.25 kgf, con sargentas para evitar vibraciones y movimientos, con lo que se coloca el extractor con una velocidad constante y siendo su unidad de medida expresada en Kg.

3.6.6. Determinación de la humedad de los aglomerados de Cacao- P.E.T.

En lo referente a la humedad de la materia prima (cáscara de cacao) y los módulos de aglomerados se la realizó bajo la tutoría de la encargada del laboratorio de bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo bajo la norma NTE INEN 896:2005.

Se procedió a la preparación de las muestras que a continuación se detalla:

Los módulos para la prueba deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios y secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire. La cantidad de muestra extraída de un lote determinado debe

ser representativa y no debe exponerse al aire por mucho tiempo. Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

Procedimiento:

- La determinación debe efectuarse por duplicado.
- Calentar el crisol de porcelana durante 30 min. en la estufa, en donde va a ser colocada la muestra, dejar enfriar a temperatura ambiente y pesar.
- Homogenizar la muestra y pesar 2 gr. con aproximación al 0.1 mg.
- Llevar a la estufa a 130° C por dos horas o 105°C por 12 horas.
- Transcurrido este tiempo sacar y dejar enfriar en el desecador por media hora, pesar con precisión.

CÁLCULOS: Para la determinación de Humedad se aplicará la siguiente fórmula:

$$\% H = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Donde:

1. W0 = Peso de la Muestra (gr.).
2. W1= Peso del crisol más la muestra después del secado.
3. W2= Peso del crisol más la muestra antes del secado.

3.7. Tratamientos de los datos.

Los resultados obtenidos de nuestras variables de estudio se le aplicó el software STATGRAPHICS centurión XVI versión 16.1.18 de la Universidad de Warrenton Virginia, para la determinación de diferencias de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de TUKEY ($p \geq 0.5$).

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

- Investigador del proyecto.
- Tutor del proyecto.
- Tutores en los laboratorios donde se realizó las pruebas físico-mecánicas.

3.8.2. Recursos físicos.

- Área de la Planta de Balanceados de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Laboratorio de Resistencia de Materiales de Aglomerados Cotopaxi S.A.

3.8.3. Recursos materiales.

Cuadro 3 Material utilizado en la fase experimental.

Materia Prima	
Cantidad	Descripción
3000 g.	Epicarpio de Theobroma Cacao
3000 g.	Hojuelas de Polietileno Terftalato (P.E.T.)
Reactivo	
Cantidad	Descripción
5 kilogramos	Adhesivo vinílico
5 kilogramos	Adhesivo vinílico

Elaborado por: Autor (2016).

Cuadro N° 4 Equipos utilizados en la fase experimental.

Equipos			
Cantidad.	Descripción.	Capacidad.	Medida.
1	Gramera de precisión modelo: EK 5055	1g -5kg.	-
1	Molino de martillos.		
1	Molino de cuchillas.	Potencia de 20 CV.	-
1	Tamiz.	-	N° 4.
1	Maquina Universal para pruebas de Resistencia de Materiales.	Capacidad de carga de tracción (kN):500 Capacidad de carga en compresión (kN):1500 Juego vertical máximo con accesorio (mm):330 Distancia máxima entre mordazas, incluyendo recorrido del pistón (mm):225 Distancia entre columnas (mm):305 Recorrido máximo del pistón (mm):100 Dimensiones: 1,820 x 740 x 420mm. Peso aproximado: 535 kg.	-
1	Sistema hidráulico.	200 bares.	
6	Moldes de plancha tol.	-	200 x 200x 70 mm.

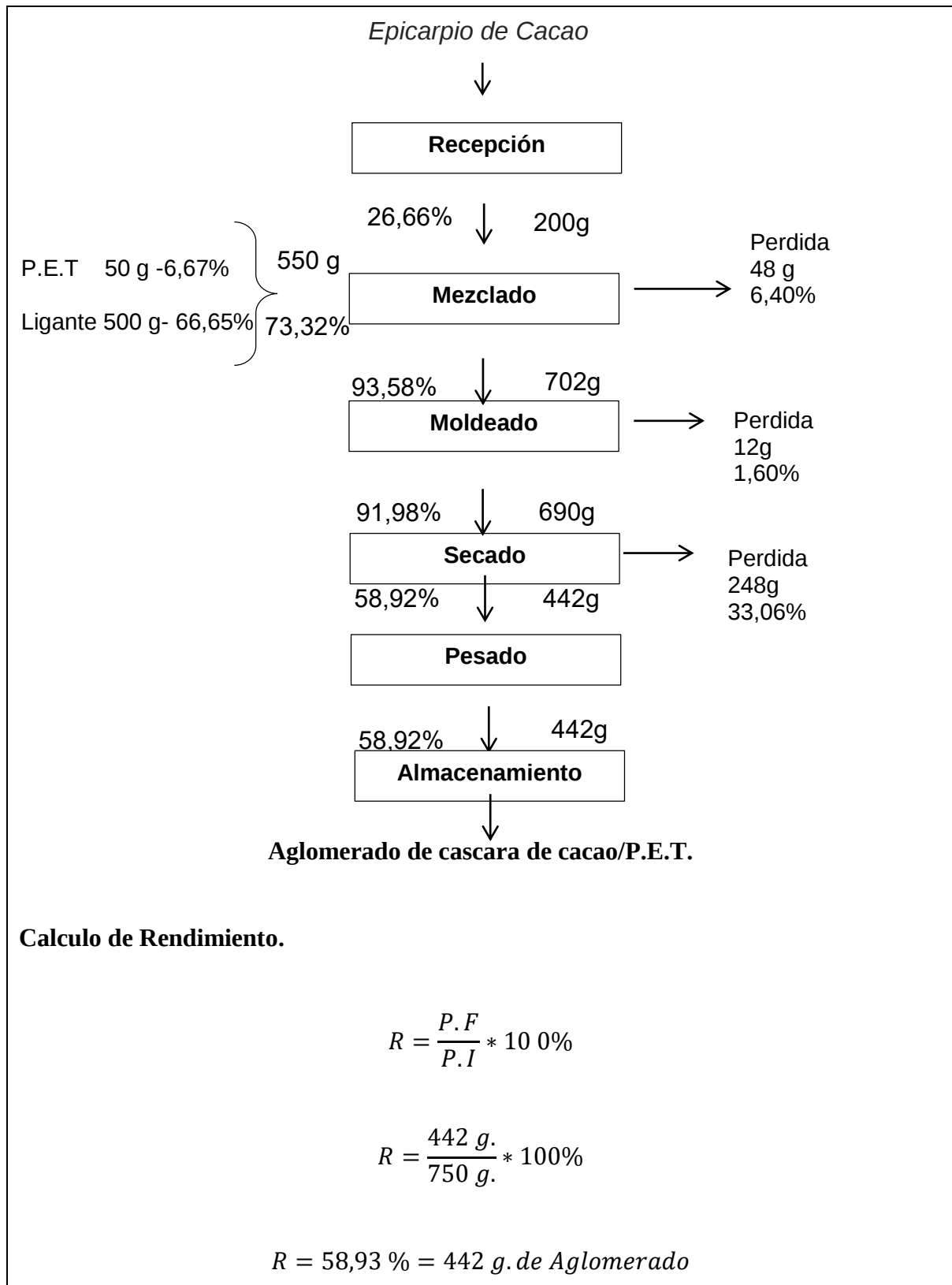
Elaborado por: Autor (2016).

3.9. Diagrama de Procesos en la elaboración del Aglomerado de cacao/P.E.T.

Diagrama De Procesos								
Objeto del Diagrama: Elaboración del Aglomerado de cacao/p.e.t					Diagrama: 1			
El Diagrama inicia en: Alistar materia prima								
El Diagrama termina en: Almacenaje del Aglomerado de cacao/P.E.T.								
No	Descripción	Actividad					Tiempo	Observaciones
								
1	Alistar Materia Prima	0					10 min	Botellas P.E.T. recicladas.
2	Ir A Equipo		0					De la recicladora “El Empalme”.
3	Picadora De Plásticos	0					10 min	10 kilogramos de P.E.T.
4	Inspección			0			2 min	Revisar que no existan cuerpos extraños.
5	Ir A Equipo		0					El equipo fue utilizado en la planta de balanceados de La UTEQ. (LA María).
6	Picadora De Martillos	0					5 min	10 kilogramos de cascara de cacao.
7	Inspección			0			1 min	Revisar que no existan cuerpos extraños.
8	IR A Secar La Materia Prima		0					Se empleó tendal de la Quinta Marianita.
9	Secado Al Ambiente					0	4320min	
10	Inspección			0			30 min	El P.E.T. y la cascara serán tamizados en una malla N° 4.
11	IR A Pesar		0					12 tratamientos x 2 repeticiones.
12	Gramera Electric Kitchen Scale High Precision.	0					5min x los tratamientos y repeticiones	Pesar las combinaciones de acuerdo al tratamiento.
13	Inspección			0			7 min	Ubicar la masa en los moldes de 200x200x70mm.
14	Ir A Equipo		0					De TECNIAGRO.
15	Prensa Hidráulica	0					84 min	El aglomerado será comprimido con una presión de 120 bares.
16	Inspección			0			12 min	Que no tenga imperfecciones.
17	Ir A secar los aglomerado		0					
18	Secado al ambiente					0	4320min (3 días)	Se empleó tendal de la Quinta Marianita.
19	Inspección			0			15 min	No cuente con deformaciones.
20	Almacenaje aglomerados					0		Análisis en aglomerados Cotopaxi.
TOTAL		5	6	6		3	8821 min	

Elaborado por: Autor (2016)

3.10. Diagrama De Flujo Para Balance De Materiales.



Elaborado por: Autor (2016).

3.11. Determinación del costo de producción.

Cuadro 5 Costo de Producción.

Producto	Unidad	Costo
Cascara de cacao.	10 kg.	\$ 0.10
Hojuelas de P.E.T.	25 kg.	\$ 0.60
Ligante Adhesivo vinílico 1.	5 kg.	\$ 11.00
Ligante Adhesivo vinílico 2.	5 kg.	\$ 10.00
Mano de obra.	1 Jornal.	\$ 12.00
Alquiler Prensa.	1 hora.	\$ 0.30
Total.		\$ 34.00

Elaborado por: Autor (2016).

3.11.1. Costos producción de un módulo de 200mm x 200mm x 100mm; 250 g. de aglomerado (A nivel de experimentación).

Cuadro 6 Costo de producción de 250 g.

Producto	Cantidad	Costo
Cascara de cacao.	200 g.	\$ 0.002
Hojuelas de P.E.T.	50 g.	\$ 0.0012
Adhesivo vinílico.	500 g.	\$ 1.00
Mano de Obra.	1	\$ 0.50
Prensado (alquiler de prensa).	8 min.	\$ 0.04
Total.		\$ 1.54

Elaborado por: Autor (2016).

Un módulo de 200 mm x 200 mm x 100 mm de aglomerado de cascara de cacao con P.E.T. y aglutinante, cuesta, \$1. 54 Dólares, por lo que 1 m² de aglomerado de cascara de cacao con P.E.T. y aglutinante cuesta \$ 38.50 Dólares.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.

4.1.1. Resultados en relación a los análisis de flexión, tracción, tirón tornillo, elasticidad y humedad.

En el anexo N° 1 se reportan los valores de cada indicador con relación a los análisis de flexión, tracción, tirón tornillo, elasticidad y humedad.

4.1.1.1. Análisis de Varianza flexión.

Cuadro 7 Análisis de varianza con respecto a flexión

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A	17,3333	2	8,66667	2,08	0,1713
B:FACTOR B	37,5	1	37,5	9,00	0,0121
C:FACTOR C	37,5	1	37,5	9,00	0,0121
D:REPETICIONES	4,16667	1	4,16667	1,00	0,3388
INTERACCIONES					
AB	36,0	2	18,0	4,32	0,0412
AC	16,0	2	8,0	1,92	0,1927
BC	28,1667	1	28,1667	6,76	0,0247
ABC	9,33333	2	4,66667	1,12	0,3608
RESIDUOS	45,8333	11	4,16667		
TOTAL (CORREGIDO)	231,833	23			

Elaborado por: Autor (2016).

En el cuadro 7 indica los valores de Flexión, el Factor A (% de epicarpio de cacao- P.E.T) no presenta diferencia significativa, Factor B (tiempo de prensado), Factor C (cantidad en gr de ligante), las interacciones AB, BC existe diferencia altamente significativa, mientras que las repeticiones las interacciones AC y ABC no presentan diferencia significativa.

4.1.1.2 Análisis de varianza Tracción

Cuadro 8 Análisis de varianza con respecto a Tracción.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A	0,975833	2	0,487917	252,57	0,0000
B:FACTOR B	0,00375	1	0,00375	1,94	0,1911
C:FACTOR C	0,0104167	1	0,0104167	5,39	0,0404
D:REPETICIONES	0,00375	1	0,00375	1,94	0,1911
INTERACCIONES					
AB	1,2225	2	0,61125	316,41	0,0000
AC	0,115833	2	0,0579167	29,98	0,0000
BC	0,120417	1	0,120417	62,33	0,0000
ABC	0,235833	2	0,117917	61,04	0,0000
RESIDUOS	0,02125	11	0,00193182		
TOTAL (CORREGIDO)	2,70958	23			

Elaborado por: Autor (2016).

El cuadro 8 que nos presenta los valores de Tracción indica que el Factor A (% de epicarpio de cacao- P.E.T) Factor C (cantidad en gr de ligante) y las interacciones AB, AC, BC y ABC presentan diferencia altamente significativa mientras que el Factor B (tiempo de prensado) y las repeticiones no existe diferencia significativa.

4.1.1.3 Análisis de varianza de Tirón Tornillo.

Cuadro 9 Análisis de varianza con respecto a Tirón Tornillo.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A	0,00583333	2	0,00291667	0,74	0,4993
B:FACTOR B	0,00166667	1	0,00166667	0,42	0,5288
C:FACTOR C	0,0266667	1	0,0266667	6,77	0,0246
D:REPETICIONES	0,00666667	1	0,00666667	1,69	0,2199
INTERACCIONES					
AB	0,0408333	2	0,0204167	5,18	0,0260
AC	0,0258333	2	0,0129167	3,28	0,0764
BC	0,015	1	0,015	3,81	0,0769
ABC	0,0475	2	0,02375	6,03	0,0171
RESIDUOS	0,0433333	11	0,00393939		
TOTAL (CORREGIDO)	0,213333	23			

Elaborado por: Autor (2016).

El cuadro 9 se observa que los valores de Tirón Tornillo indica que el Factor A (% de epicarpio de cacao- P.E.T), Factor B (tiempo de prensado), Repeticiones y las interacciones AC, BC no presentan diferencia significativa, el Factor C (cantidad en gr de ligante), las interacciones AB, ABC presentan diferencia altamente significativa.

4.1.1.4 Análisis de varianza de Elasticidad.

Cuadro 10 Análisis de varianza con respecto a Elasticidad.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A	2,12201E6	2	1,061E6	1037426075,05	0,0000
B:FACTOR B	1038,85	1	1038,85	1015765,06	0,0000
C:FACTOR C	1,35939E7	1	1,35939E7	13291828492,81	0,0000
D:REPETICIONES	0,00375	1	0,00375	3,67	0,0819
INTERACCIONES					
AB	88658,7	2	44329,3	43344252,71	0,0000
AC	948710,	2	474355,	463813840,02	0,0000
BC	1,48161E6	1	1,48161E6	1448682432,05	0,0000
ABC	211549,	2	105775,	103424033,87	0,0000
RESIDUOS	0,01125	11	0,00102273		
TOTAL (CORREGIDO)	1,84475E7	23			

Elaborado por: Autor (2016).

En el cuadro 10 indica los valores de Flexión, el Factor A (% de epicarpio de cacao-P.E.T), Factor B (tiempo de prensado), Factor C (cantidad en gr de ligante), se encontró en las interacciones AC, BC, AB y ABC que existe diferencia altamente significativa, mientras que las repeticiones no presentan diferencia significativa.

4.1.1.5 Análisis de varianza de Humedad.

Cuadro 11 Análisis de varianza con respecto a Humedad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:FACTOR A	2,21853	2	1,10927	55,89	0,0000
B:FACTOR B	1,17927	1	1,17927	59,41	0,0000
C:FACTOR C	0,5046	1	0,5046	25,42	0,0004
D:REPETICIONES	0,0416667	1	0,0416667	2,10	0,1753
INTERACCIONES					
AB	2,11853	2	1,05927	53,37	0,0000
AC	0,1492	2	0,0746	3,76	0,0570
BC	0,187267	1	0,187267	9,43	0,0106
ABC	1,99853	2	0,999267	50,34	0,0000
RESIDUOS	0,218333	11	0,0198485		
TOTAL (CORREGIDO)	8,61593	23			

Elaborado por: Autor (2016).

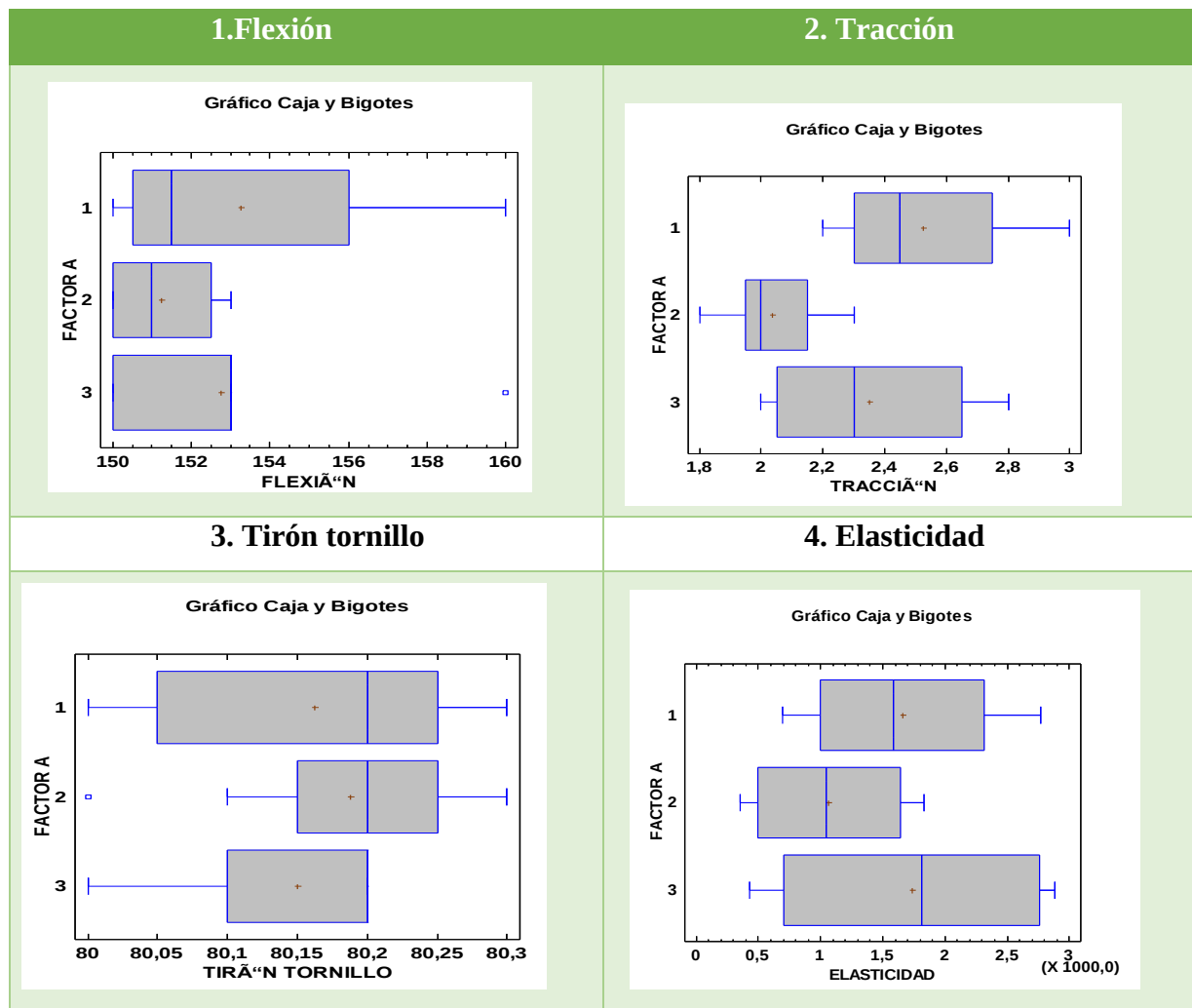
En el cuadro 11 indica los valores de Humedad, el Factor A (% de epicarpio de cacao-P.E.T), Factor B (tiempo de prensado), Factor C (cantidad en gr de ligante), las interacciones BC, AB y ABC presentan diferencia altamente significativa, sin embargo las repeticiones y la interacción AC no presentan diferencia significativa.

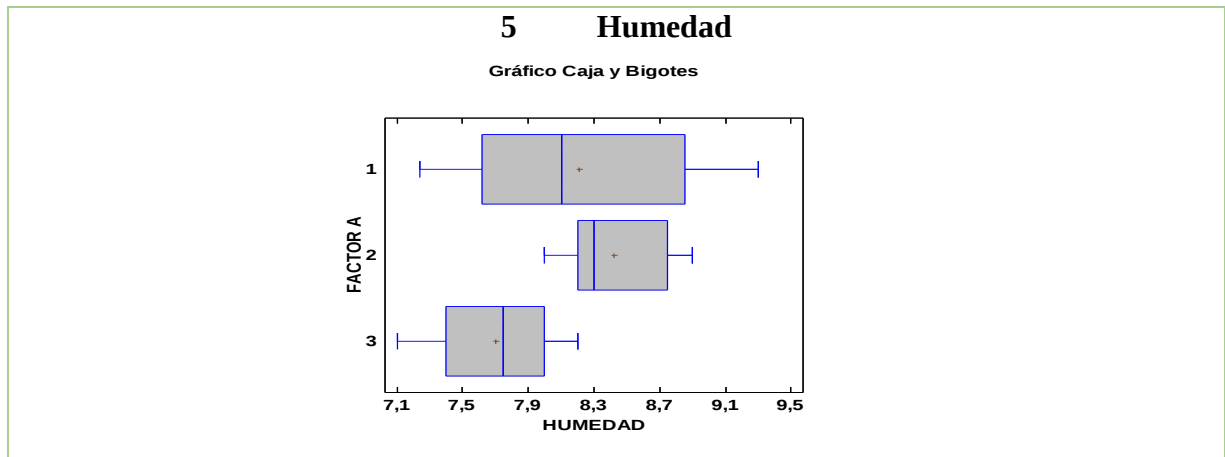
4.1.2 Resultados con respecto a los Factores de estudios para la investigación.

4.1.2.1 Resultados con respecto al Factor A (Porcentaje de epicarpio de cacao y p.e.t.).

Gráfico 1 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) entre los niveles: (a_0) = 70% - 30% , (a_1) = 50%-50% y (a_2) = 80%-20%.

Revela. 1.- Flexión ($a_0 = 153,25$; $a_1 = 151,25$; $a_2 = 152,75$) 2.- Tracción ($a_0 = 2,525$; $a_1 = 2,0375$; $a_2 = 2,35$) 3.- Tirón Tornillo ($a_0 = 80,1625$; $a_1 = 80,1875$; $a_2 = 80,15$) 4.- Elasticidad ($a_0 = 1657,18$; $a_1 = 1068,65$; $a_2 = 1734,54$) 5. Humedad ($a_0 = 8,21$; $a_1 = 8,425$; $a_2 = 7,7$).





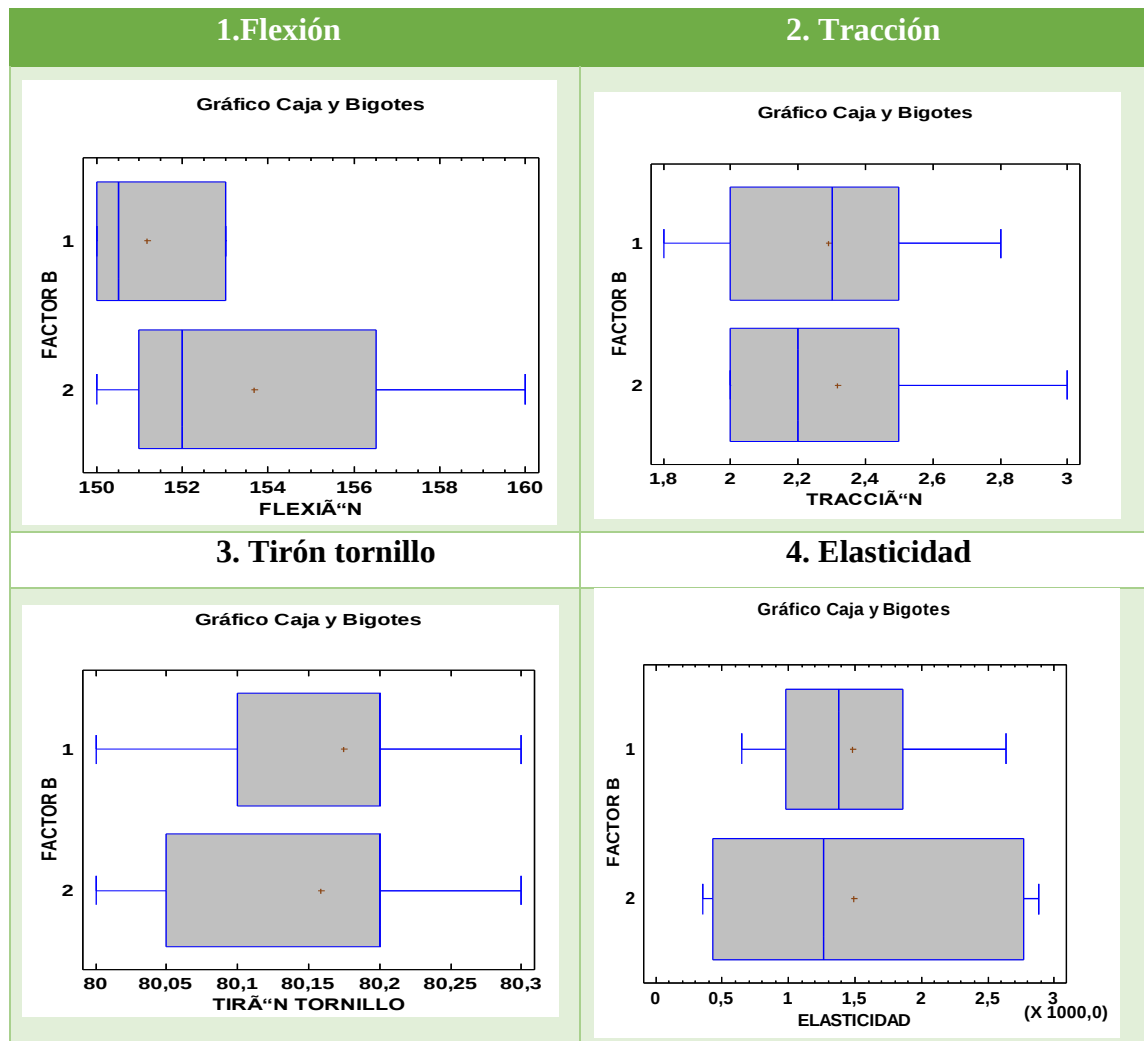
Elaborado por: Autor (2016).

El gráfico 1 indica que en cuanto a la Flexión, Tirón Tornillo no presentan diferencia significativa, en lo referente a Tracción el valor más alto lo presenta a_0 , a_1 en cuanto a Elasticidad el a_2 obtuvo el valor más elevado y en lo que concierne a la humedad el valor superior es el a_0 .

4.1.2.2. Resultados con respecto al Factor B (Tiempo del prensado).

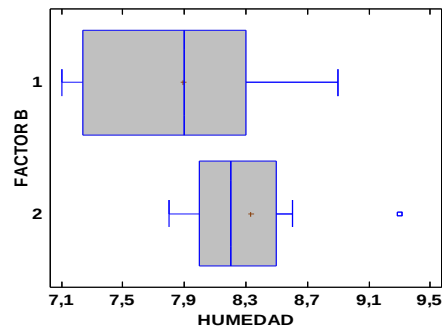
Gráfico 2 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) entre los niveles: (b_0) 6 minutos y (b_1) 8 minutos.

Revela. 1.-Flexión ($b_0 = 151,167$; $b_1 = 153,667$) 2.- Tracción ($b_0 = 2,29167$; $b_1 = 2,31667$)
3.- Tirón Tornillo ($b_0 = 80,175$; $b_1 = 80,1583$) 4.- Elasticidad ($b_0 = 1480,21$; $b_1 = 1493,37$)
5.Humedad ($b_0 = 7,89$; $b_1 = 8,33333$)



4. Humedad

Gráfico Caja y Bigotes



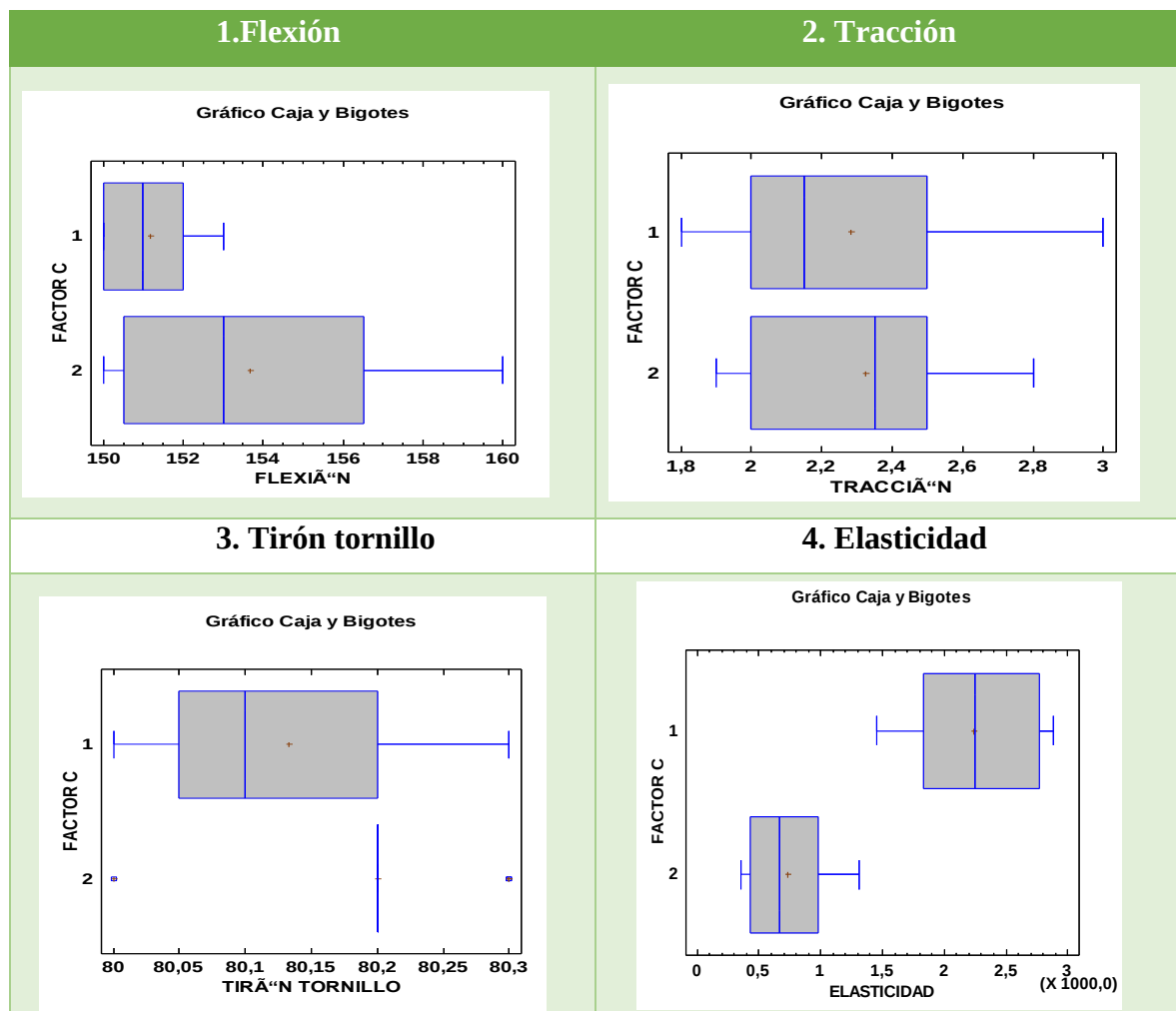
Elaborado por: Autor (2016).

El gráfico 2 se observa que en cuanto a la variable de Flexión el valor más alto es de b_0 , en lo que concierne a Tracción, Tirón Tornillo no existe diferencia significativa, en la prueba de Elasticidad el valor más alto lo obtuvo es de b_1 y en la Humedad el valor superior es de b_1 .

4.1.2.3 Resultados con respecto al Factor C (Cantidad de resina para el proceso).

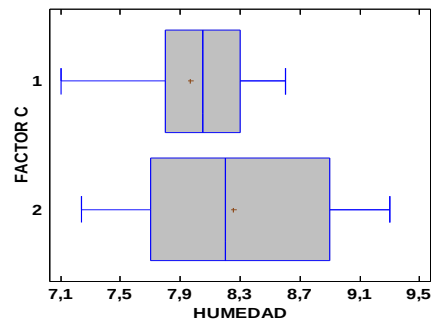
Gráfico 3 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) entre los niveles: (c_0) Blanca 500g y (c_1) Duracol 600g.

Se observa. 1.- Flexión ($c_0 = 151,167$; $c_1 = 153,667$) 2.- Tracción ($c_0 = 2,28333$; $c_1 = 2,325$) 3.- Tirón Tornillo ($c_0 = 80,1333$; $c_1 = 80,2$) 4.- Elasticidad ($c_0 = 2239,39$; $c_1 = 734,183$) 5. Humedad ($c_0 = 7,96667$; $c_1 = 8,25667$).



5 Humedad

Gráfico Caja y Bigotes



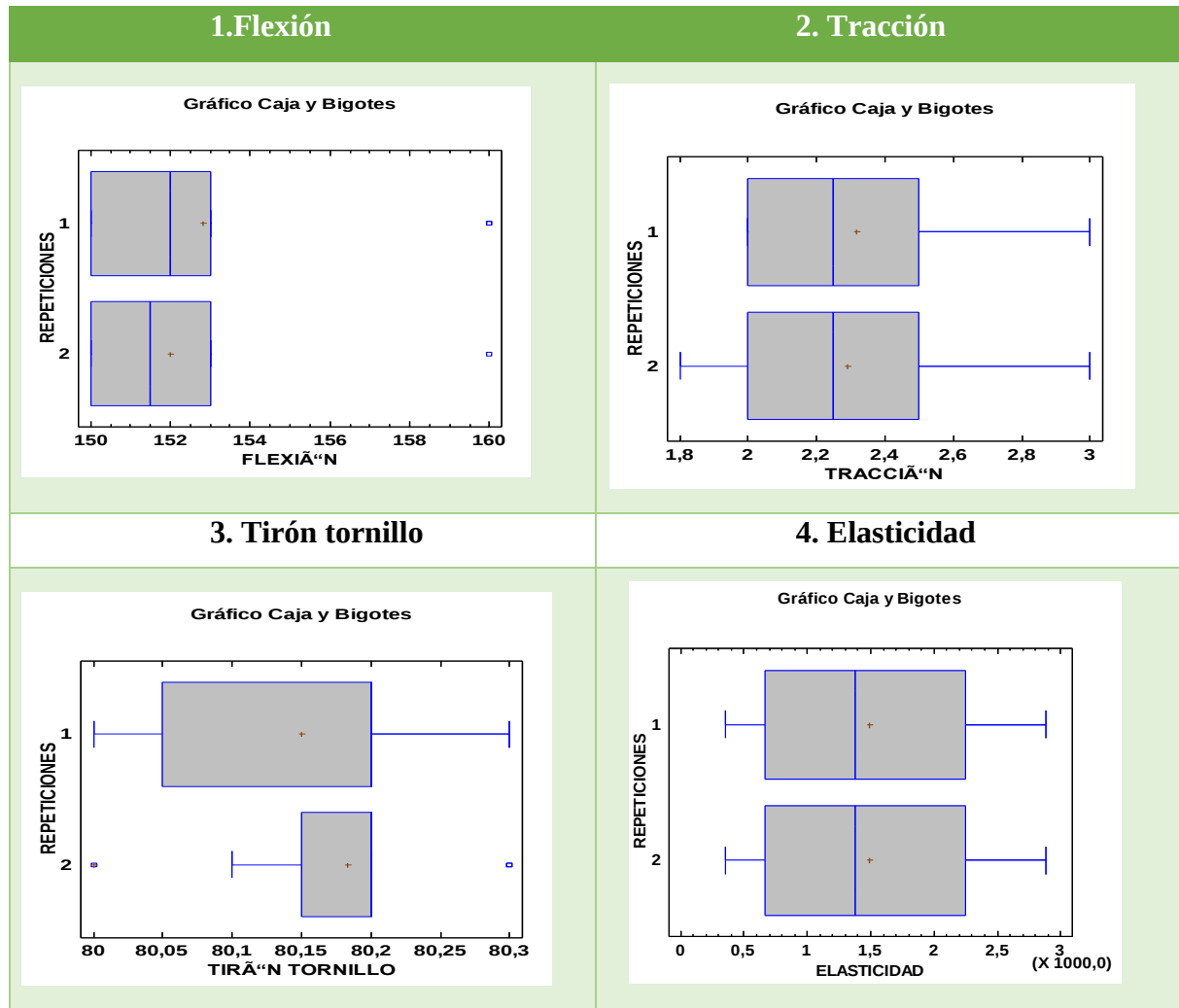
Elaborado por: Autor (2016).

El gráfico 3 indica que en cuanto a la Tracción no existe diferencia significativa, en lo que concierne a la Flexión el valor más elevado fue de c_1 , el análisis de Tirón tornillo el dato superior es de c_1 , en lo referente a la elasticidad el valor superior es de c_0 , la humedad presenta a c_1 como su valor superior.

4.1.2.4 Resultados con relación a las réplicas.

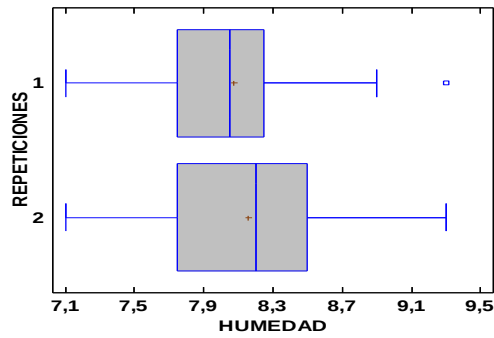
Gráfico 4 Resultados obtenidos al aplicar la prueba de tukey ($p < 0.05$) a las repeticiones.

Revela. 1.- Flexión ($r_o = 152,833$; $r_1 = 152,0$) 2.- Tracción ($r_o = 2,31667$; $r_1 = 2,29167$) 3.- Tiron Tornillo ($r_o = 80,15$; $r_1 = 80,1833$) 4.- Elasticidad ($r_o = 1486,8$; $r_1 = 1486,78$) 5. Humedad ($r_o = 8,07$; $r_1 = 8,15333$).



5. Humedad

Gráfico Caja y Bigotes

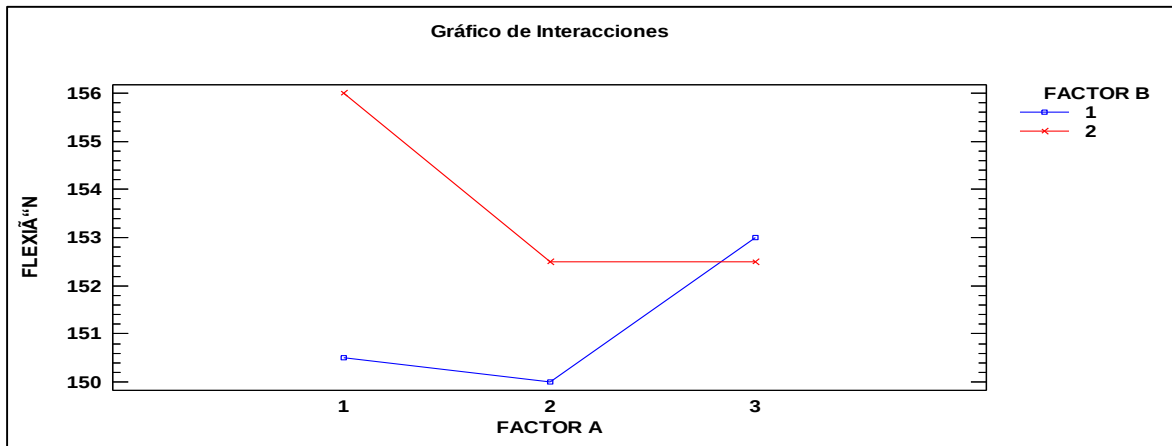


Elaborado por: Autor (2016).

El grafico 4 indica que en cuanto a la variables de Tracción, Flexión, Tirón Tornillo, Elasticidad y Humedad no existe diferencia significativa en lo respecta a las réplicas.

4.1.3. Resultados concernientes a los Factores de Investigación mediante gráficos de Interacciones.

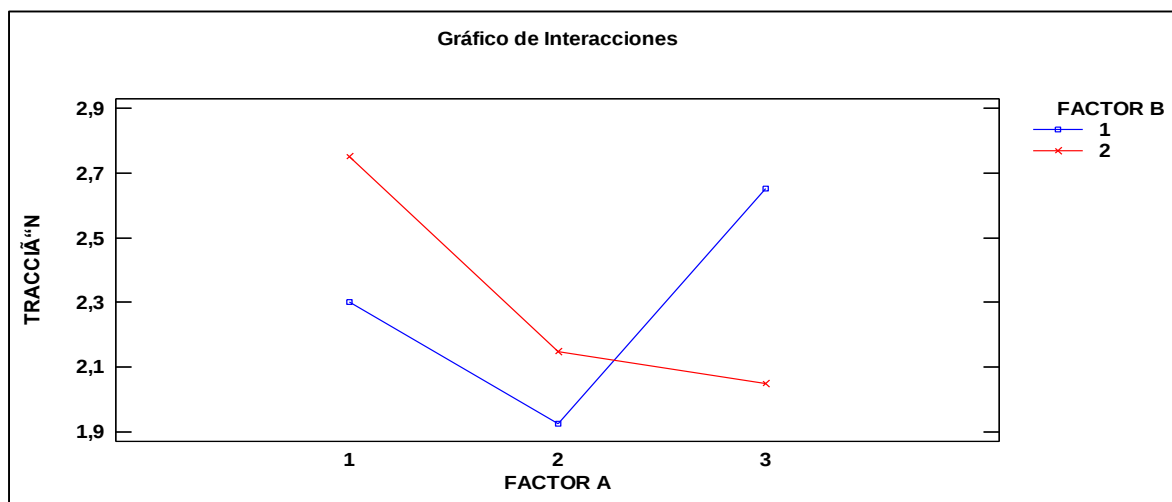
Gráfico 5 Resultados en referencia a la variable de Flexión.



Elaborado por: Autor (2016).

El gráfico 5 muestra los resultados obtenidos en lo concerniente a la Flexión, se puede apreciar que existe interacción en un valor de 152,75 en donde la línea azul presenta valores inferiores en línea roja se puede distinguir valores más altos.

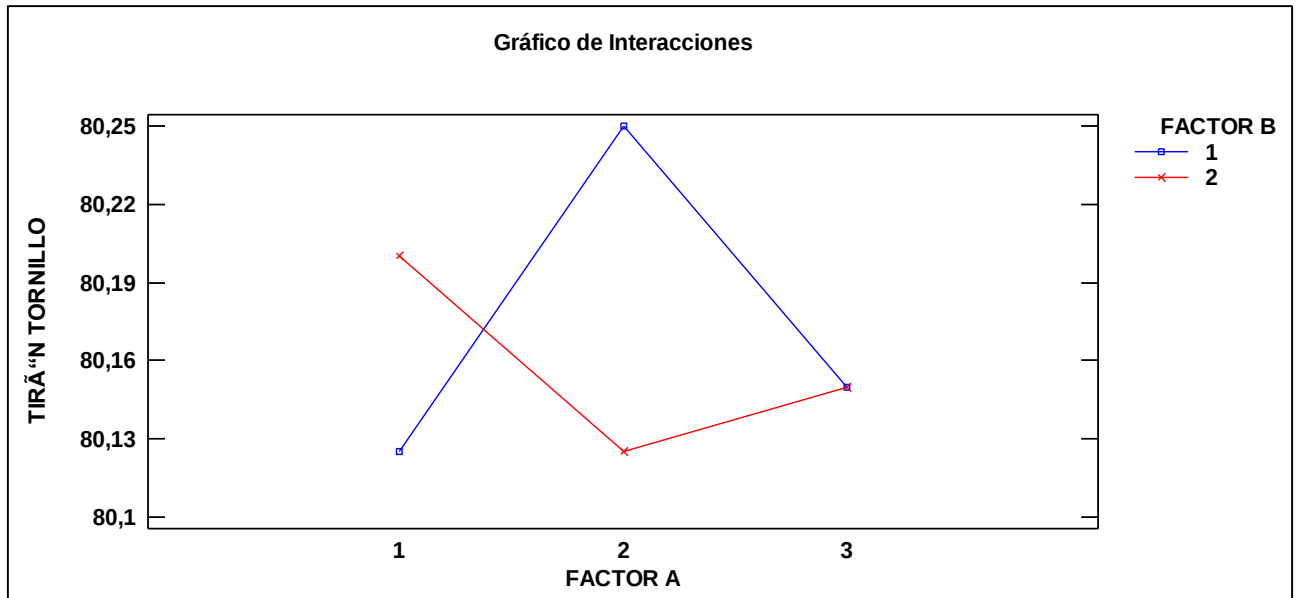
Gráfico 6 Resultados referentes a la variable de Tracción.



Elaborado por: Autor (2016).

En el grafico 6 se observa que existe interacción en el valor de 2,13 en lo referente a la tracción, en dicho dato la línea azul y la línea roja presentan valores casi iguales.

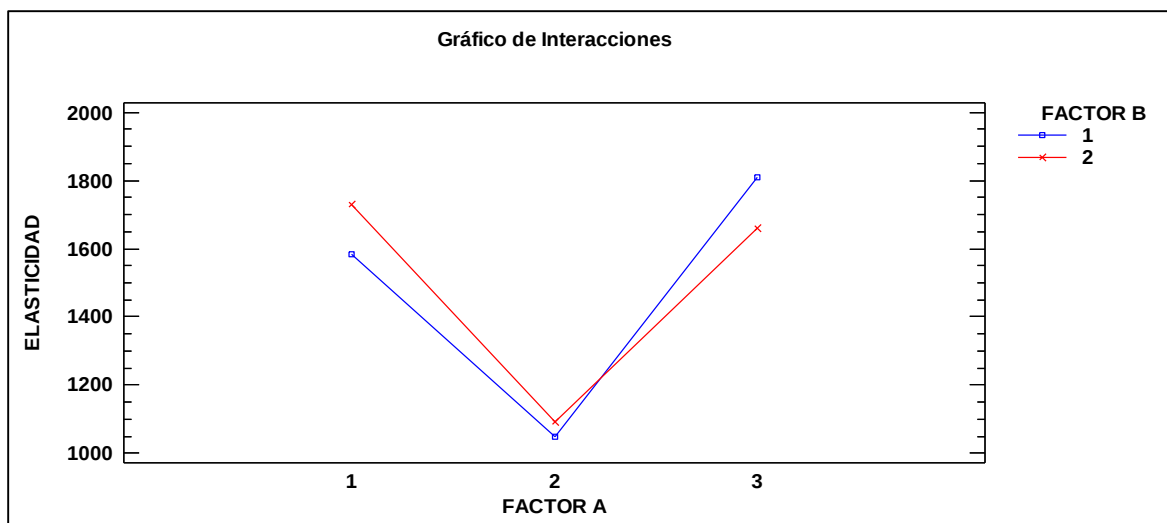
Gráfico 7 Resultados en lo concerniente a Tirón Tornillo.



Elaborado por: Autor (2016).

Se puede distinguir en el gráfico 7 que en el valor 80,1625 existe interacción en lo concerniente a la línea roja presenta una inclinación inferior mientras que la azul una elevación superior.

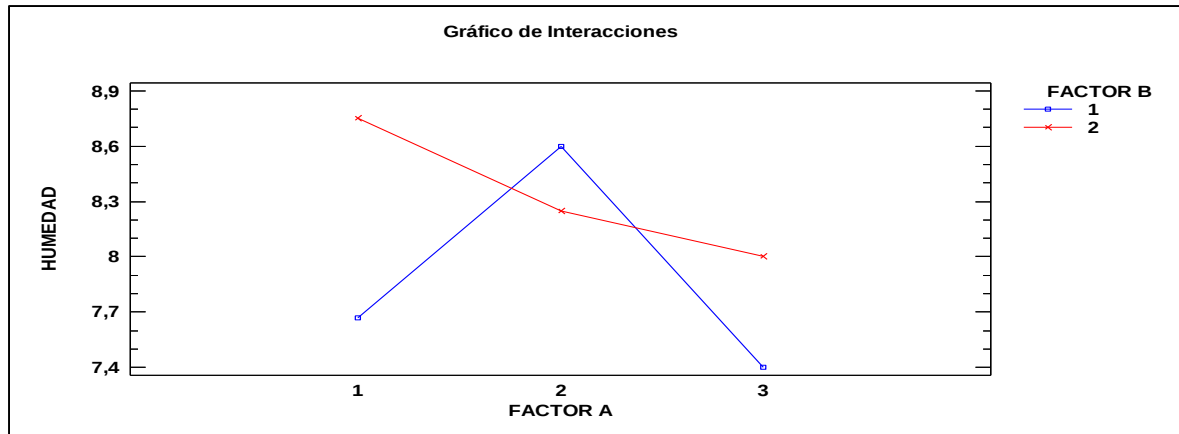
Gráfico 8 Resultados en lo correspondiente a Elasticidad



Elaborado por: Autor (2016).

Se aprecia en el gráfico 8 la interacción en el valor 1200, la línea azul y la roja presentan una inclinación inferior encontrándose ambas en lugares casi iguales.

Gráfico 9 Resultados referentes a Humedad



Elaborado por: Autor (2016).

En el gráfico 9 se aprecian dos interacciones la primera es en valor 8,425 y la segunda en 8,21 mientras se distinguen que la línea roja se encuentra casi en línea recta y la línea azul esta inclinada hacia la parte superior del gráfico.

4.2 Discusión.

4.2.1 Discusión de Resultados con relación a las variables estudiadas en los Aglomerados.

4.2.1.1 Discusión con relación al Factor A (% de epicarpio de cacao/P.E.T.).

En lo que concierne a los resultados arrojados en el Factor A (Porcentaje de epicarpio de cacao y p.e.t.), a lo correspondiente con la Variable de Flexión se observaron valores para $a_0 = (70\% - 30\%)$ de 153,25, en $a_1 = (50\% - 50\%)$ de 151,25 y 152,75 para $a_2 = (80\% - 20\%)$, los valores de los niveles a_0 , a_1 y a_2 se encuentran dentro del rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (180 Kg/cm²-150 Kg/cm²).

De acuerdo a la variable de Tracción se obtuvo valores en el nivel $a_0 = 2,525$; en el nivel $a_1 = 2,0375$; y en el nivel $a_2 = 2,35$ estos valores no se encuentran dentro del rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (4.5 Kg/cm²).

En lo que respecta a Tirón Tornillo en el nivel $a_0 = (70\% - 30\%)$, da el valor de $a_0 = 80,1625$; en el nivel de $a_1 = (50\% - 50\%)$, da 80,1875; y por ultimo 80,15 en el nivel $a_2 = (80\% - 20\%)$ estos valores son superiores a los reportados por, (2015 la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (mín. 80 kgf).

En lo corresponde a la variable de Elasticidad en el nivel $a_0 = 1657,18$ de (70% - 30%); en el nivel $a_1 = (50\% - 50\%)$ corresponde 1068,65; y en el nivel $a_2 = 1734,54$, estos datos no se encuentran dentro del rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (28750 Kg/cm²).

De acuerdo a la variable de Humedad se obtuvo valores en el nivel $a_0 = 8,21$; en el nivel $a_1 = 8,425$; y en el nivel $a_2 = 7,7$ estos valores se encuentran dentro del rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (5 % - 11 %).

4.2.1.2. Discusión con relación al Factor B (Tiempo de prensado).

Con respecto a los resultados en el Factor B (Tiempo de Prensado) en relación a la variable de Flexión arrojo valores de 151,167 para el nivel b_0 (6 minutos), mientras que para el nivel b_1 (8 minutos) se obtuvo el valor 153,667, estos datos se encuentran en el rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (180 Kg/cm²-150 Kg/cm²).

En lo que respecta a la variable del Tracción se distinguió valores de 2,29167 para el nivel b_0 y en cuanto al nivel b_1 2,31667 estos valores son inferiores a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (4.5 Kg/cm²).

De acuerdo a la variable de Tirón Tornillo donde se obtuvo valores para el nivel b_0 80,175 mientras que para el nivel b_1 80,1583 los datos son superiores a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (mín. 80 kgf) .

En lo que concierne a la variable de Elasticidad en donde se diferenció valores para el nivel b_0 1480,21 mientras que para el nivel b_1 1493,37, el nivel a_0 no se encuentran dentro del rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (28750 Kg/cm²).

En lo que respecta a la variable de Humedad se distinguió valores de 7,89 para el nivel b_0 y en cuanto al nivel b_1 8,33333 estos valores se encuentran dentro del rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (5 % - 11 %).

4.2.1.3. Discusión con relación al Factor C (Cantidad de resinas).

En lo referente al Factor C (Resinas) en lo que respecta a la variable de Flexión se observó valores de 151,167 para el nivel c_0 (Blancola) mientras que para el nivel c_1 su valor fue de 153,667, los cuales se encuentran en el rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (180 Kg/cm^2 - 150 Kg/cm^2).

En lo concerniente a la variable de Tracción para el nivel c_0 presenta un valor de 2,28333, en cuanto al nivel c_1 presenta un valor de 2,325, estos valores no se encuentran dentro del rango a los obtenidos por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (4.5 Kg/cm^2).

De acuerdo a la variable de Tirón de Tornillo donde se obtuvo valores de 80,1333 para el nivel c_0 mientras que para el nivel c_1 se presenta un valor de 80,2 estos valores son superiores a los obtenidos por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (mín. 80 kgf) .

En lo que corresponde a la variable de Elasticidad en donde se diferenciaron valores para el nivel c_0 fue de 2239,39, y en lo que respecta al nivel c_1 presentó un valor de 734,183 los cuales son inferiores a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (28750 Kg/cm^2).

En lo referente a la variable de Humedad se distinguió un valor de 7,96667 para el nivel c_0 mientras que para el nivel c_1 se reportó el valor de 8,25667, se encuentran dentro del rango a los reportados por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (5 % - 11 %).

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

En lo referente a los análisis de Flexión, tracción, tirón tornillo, elasticidad y humedad.

5.2.1. Porcentaje de epicarpio y P.E.T (Factor A).

- En lo que respecta al Factor A (porcentaje de epicarpio y P.E.T) en la variable de Flexión no existió diferencia significativa se acepta la hipótesis nula, se concluye que el porcentaje de epicarpio y el p.e.t no influyen en el prototipo de aglomerado.
- En lo referente a la tracción existe diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el nivel a_0 2,525 presenta el valor más alto, seguido por a_2 2,35 y el valor más bajo el nivel a_1 2,35 cuyos valores no se encuentran dentro del rango a lo expuesto por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (4.5 Kg/cm²).
- En lo concerniente a tirón tornillo no existió diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis nula, se concluye que el porcentaje de epicarpio y el p.e.t no influyen en el aglomerado.
- En lo que concierne a la elasticidad existió diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa, se concluye que el valor más alto lo obtuvo a_2 1734,54, seguido por a_0 1657,18 mientras que el valor más bajo lo reporta a_1 1068,65 estos datos no se encuentran dentro del rango a lo obtenido por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (28750 Kg/cm²).
- En lo que concierne a humedad existió diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa, se concluye que el valor más alto lo presenta a_1 8,425, el nivel a_0 nos dio 8,21 y finalmente 7,7 a_2 cuyos valores se encuentran dentro del rango a lo reportado por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (5 % - 11 %) .

5.2.2. Tiempo de prensado (Factor B).

- En lo concerniente al Factor B (Tiempo de prensado) en la variable de Flexión existió diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el nivel b_1 153,667 presentó un valor superior, mientras que b_0 151,167 obtuvo un valor inferior ambos se encuentran dentro del rango a lo reportado por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (180 Kg/cm²-150 Kg/cm²).
- En lo pertinente a la tracción no existió diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que el tiempo de prensado no influye en el aglomerado.
- En lo que respecta a tirón tornillo no existió diferencia significativa por lo que se acepta la hipótesis nula y se concluye que el porcentaje de epicarpio y el p.e.t no influyen en el aglomerado.
- En lo que pertenece a la elasticidad existió diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el valor más alto lo obtuvo b_1 1493,37 mientras que b_0 1480,21 el valor más bajo cuyos datos están acorde a lo descrito por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (28750 Kg/cm²). .
- En lo referente a la humedad existió diferencia se acepta la hipótesis alternativa, se concluye que el valor más alto lo presentó b_1 8,33333 y el más bajo el nivel b_0 7,89 ambos están dentro del rango a lo descrito por, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (5 % - 11 %).

5.2.3. Resina (Factor C).

- De acuerdo a lo expuesto al Factor C (Resina) en lo que corresponde a la Flexión existió diferencia significativa, se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el nivel c_1 153,67 presento el valor más alto mientras que el c_0 151,17 nos dio el valor más bajo estos valores se reportan dentro de lo especificado por (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (180 Kg/cm^2 - 150 Kg/cm^2).
- En lo que respecta a la tracción no existió diferencia significativa, se acepta la hipótesis nula y se concluye que la resina no influye en la tracción.
- En lo que corresponde a tirón tornillo existió diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa, y se concluye que el valor más elevado lo proporciono el nivel c_1 80,2 frente al valor más bajo en el nivel c_0 80,1333 estos valores se encuentran dentro del rango a lo expuesto por (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (mín. 80 kgf).
- En lo referente a la elasticidad existió diferencia significativa se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el nivel más elevado lo presentó el c_0 2239,39 mientras que el c_1 734,183 nos dio el valor más bajo cuyos valores no se encuentran acorde a lo descrito en, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (28750 Kg/cm^2).
- En lo que pertenece a la humedad existió diferencia significativa, se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que el nivel c_1 8,25667 presento el valor más elevado, mientras que el nivel c_0 7,96667 el valor inferior, ambos datos se encuentran dentro a lo expuesto en, (2015) la ficha técnica de aglomerados Cotopaxi, (5 % - 11 %).

5.2 Recomendaciones.

- En lo que corresponde al porcentaje de epicarpio de cacao y de P.E.T, se recomienda utilizar la relación 70% - 30%, ya que solo en los valores de flexión, tirón tornillo y humedad se encuentran dentro de los niveles de fabricación de aglomerados.
- En lo referente al tiempo de prensado para la producción de aglomerados de fibra vegetal y P.E.T, se recomienda utilizar el periodo de 6 min, por la efectividad en las características mecánicas.
- En lo concerniente a la cantidad de resinas para el empleo de fabricación de aglomerados se recomienda el empleo de las dos resinas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada.

- [1] C. G. Cadena y A. J. Bula Silvera, «Estudio de la variación de la conductividad térmica,» *Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad del Norte*, pp. 1-9, 2002.
- [2] M. Gatani y R. Arguello, «Nuevos materiales de construcción sustentable con cascara de mani,» *Boletín de la cámara del mani*, pp. 1-10, 2004.
- [3] C. Córdoba, J. Mera, D. Martínez y J. Rodríguez, «APROVECHAMIENTO DE POLIPROPILENO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RECICLADOS, REFORZADOS CON FIBRA VEGETAL, TETERA (*Stromanthe Stromathoides*),» *Revista Iberoamericana de Polímeros*, vol. 11, nº 7, pp. 417-427, 2010.
- [4] Á. García, M. Amado, M. Casados y R. Brito, «Madera plástica con PET de post consumo y paja de trigo,» *Ciencia y Tecnología*, nº 13, pp. 25-40, 2013.
- [5] M. Cabo, «LADRILLO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE PARA LA CONSTRUCCIÓN,» 2011.
- [6] C. Bedoya, P. Pineda y R. A., «Optimización de propiedades mecánicas y térmicas de un aglomerado sintético por el Método de Taguchi,» *Ingeniería y Ciencia*, vol. v, nº 10, pp. 155-170, 2009.
- [7] J. Rosero y D. Mancheno, «LA VENTAJA COMPARATIVA DEL CACAO ECUATORIANO,» *Apuntes de Economía No 20*, Guayaquil, 2002.
- [8] Sica, «Sica,». Available: www.sica.gov.ec.
- [9] INSTITUTO DE PROMOCION DE EXPORTACIONES E INVERSIONES, «PROECUADOR,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/madera/>. [Último acceso: 11 10 2016].
- [10] E. Zambrano, «Análisis del impacto económico ambiental en las industrias plásticas del Ecuador: Diseño de una planta procesadora de residuos plásticos PET que impulse el consumo local,» Guayaquil, 2013.
- [11] Banco Central del Ecuador , «BCE,» 2012. [En línea]. Available: http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jp. [Último acceso: 03 09 2016].
- [12] L. P. Cruz Lema y V. P. Cruz Lema, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA PARA EXPORTACION DE TABLEROS AGLOMERADOS DE MADERA HACIA ESTADOS UNIDOS POR LA EMPRESA NOVOPAN DEL ECUADOR S.A.»,
- [13] C. I. De Campos y F. A. Rocco Lahr, «CARACTERIZACIÓN DEL MDF PRODUCIDO A PARTIR DE EUCALIPTO Y ADHESIVO POLIURETANO NATURAL,» *Maderas, Cienc. tecnol.*, vol. VI, nº 1, pp. 73-84, 2004.
- [14] J. Valderrama, INFORMACIÓN TECNOLÓGICA, Chile: Centro de Información tecnológica, 1999.

- [15] «Tableros de partículas,» pp. 1-5, 2011.
- [16] A. Hidalgo, «DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE TABLEROS AGLOMERADOS A PARTIR DE ENVASES TETRA PAK»,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2013.
- [17] «La madera,» 116-128.
- [18] J. Aguilar y G. Estela, «Materiales y materias primas,» Instituto Nacional de Educación tecnológica, Argentina, 2011.
- [19] C. HERNÁNDEZ, «EL MDF COMO MATERIAL ESCULTORICO. ESTUDIO ANALÍTICO TÉCNICO, ESTRUCTURAL Y COMPARATIVO DEL CONGLOMERADO DE MADERAS DE FIBRAS DE DENSIDAD MEDIA,» GRANADA, 2012.
- [20] M. Casado, O. Pinazo, L. Basterra y L. Acuña, «Técnicas de Ensayo no destructivas en madera estructural mediante extracción de tornillos: aplicación en viguetas de forjado edificio singular,» Actas del IVº Congreso Nacional de protección de la madera. CIDEMCO, Donostia-San Sebastian, 2005.
- [21] VV.AA., «Tecnología de la madera,» Edebé, Barcelona, 1997.
- [22] Determinación de las propiedades mecánicas, ensayo de flexión estática, 2005.
- [23] Interquimec S.A, «Catalogo de Adhesivos,» 2014.
- [24] T. Santa Cruz, «EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE EPICARPIO DE MANÍ (Arachis Hypogaea, C. Linneo) CON UN LIGANTE POLIMÉRICO, EN LA APLICACIÓN DE ESPECIMENES DE PRUEBA –PANELES MENORES,» Guatemala, 2012.
- [25] TECNOLOGIA DE LOS PLASTICOS, «Adhesivos,» 31 Agosto 2011. [En línea]. Available: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/08/adhesivos.html>. [Último acceso: 12 octubre 20016].
- [26] Asefca, «tipos de adhesivos,» 10 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.asefca.org/tipos-de-adhesivo>. [Último acceso: 12 Octubre 20016].
- [27] Q. Valeria, «ADHERENCIA Y ADHESIVOS PARA MADERA».
- [28] PLASTIGAS DE MEXICO, S.A, «Manual Técnico, pegado».
- [29] Ministerio del Ambiente, «<http://www.ambiente.gob.ec>,» 31 12 2013. [En línea]. Available: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/CONTROL-FORESTAL.pdf>. [Último acceso: 10 28 2016].

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1 Fotografías de la fase experimental del proceso de elaboración de un prototipo de aglomerado.

Fase 1



Epicarpio de Cacao



Polietileno Tereftalato



Materia Prima Pesada



Masa ubicada en molde

Fase 2



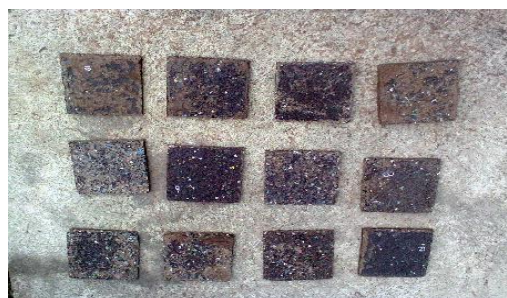
Prensado



Aglomerado prensado



Módulos secos



Módulos secos

Fase 3



Módulos Experimentales



Longitud



Anchura-Espesor



Peso



Prueba de Flexión



Prueba de Tracción



Prueba de Tirón Tornillo

Elaborado por: Autor (2016).

Anexo 2 Análisis de Flexión, Tracción, Tirón tornillo, Elasticidad y Humedad, en el laboratorio de Aglomerados Cotopaxi.

BBM - 18600 - 1.00.0036 - FA-160831-02 - Producido el 31/08/2016 11:52:21

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Tamaño:

Categoría:

AOL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pol fino 800gr. DURACOLA

Flexión

N.	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	758	15.30	20.3	151	1307.4
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	758	15.30	20.3		
Desv. est.								151	1307.4

Tracción

N.	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	26.17	695	10.88	33.1	2.4
Media	51.26	50.49	15.65	26.17	695	10.88	33.1	
Desv. est.								2.4

Tirón tornillo

N.	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	35.43	749	11.43			80.2
Media	72.17	44.16	15.32	35.43	749	11.43			
Desv. est.									80.2

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Prueba:

2

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Línea:

Lote:

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Turno:

Cliente:

Categoría:

AGL - CACAO

A revisar:

No

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pel finm 600gr DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	769	13.30	20.3	152	2767.4
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	769	13.30	20.3		
Dev. est.								152	2767.4

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.68	33.1	3
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.68	33.1	
Dev. est.								3

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	30.43	746	11.43			80.3
Media	72.17	44.16	15.32	30.43	746	11.43			
Dev. est.									80.3

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Prueba:

2

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Lote:

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Turno:

Cliente:

Categoría:

AGL - CACAO

A revisar:

No

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pet 6mm 600gr DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	799	13.30	20.3	160	691.2
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	799	13.30	20.3		
Desv. est.								160	691.2

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	685	10.88	33.1	2.5
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	685	10.88	33.1	
Desv. est.								2.5

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	50.43	746	11.43			80
Media	72.17	44.16	15.32	50.43	746	11.43			
Desv. est.									80

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Turno:

Categoría:

AGL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pel 6mm 600gr DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	799	13.30	20.3	150	1449.1
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	799	13.30	20.3		
Desv. est.								150	1449.1

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.68	33.1	2
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.68	33.1	
Desv. est.								2

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	30.43	746	11.43			80.2
Media	72.17	44.16	15.32	30.43	746	11.43			
Desv. est.									80.2

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

2

Línea:

Lote:

Tamaño:

Categoría:

AGL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 32% per 6mm 800gr. DURACOLA

Flexión									
N.	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m³	Peso por superficie Kg/m²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm²	Elasticidad Kg/cm²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3	150	644.2
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Desv. est.								150	644.2

Tracción								
N.	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m³	Peso por superficie Kg/m²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.88	33.1	2
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.88	33.1	
Desv. est.								2

Tirón tornillo									
N.	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m³	Peso por superficie Kg/m²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	36.43	746	11.43			80.3
Media	72.17	44.16	15.32	36.43	746	11.43			
Desv. est.									80.3

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

Fecha de producción:

Usuario:

Cliente:

A revisar:

31/08/2016 11:52:21

31/08/2016 11:52:21

FABIAN ALMACHI

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Turno:

Categoría:

2

AGL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% per 6mm 600gr- DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3	152	1829.6
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Desv. est.								152	1829.6

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	895	10.88	33.1	2
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	895	10.88	33.1	
Desv. est.								2

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	38.43	746	11.43			80
Media	72.17	44.16	15.32	38.43	746	11.43			
Desv. est.									80

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Turno:

Categoría:

AGL - CACAO

Comentarios:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pet 6mm 600gr. DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m³	Peso por superficie Kg/m²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm²	Elasticidad Kg/cm²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3	153	351.7
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Desv. est.								153	351.7

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m³	Peso por superficie Kg/m²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.88	33.1	2.3
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.88	33.1	
Desv. est.								2.3

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m³	Peso por superficie Kg/m²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	35.43	746	11.43			80.2
Media	72.17	44.16	15.32	35.43	746	11.43			
Desv. est.									80.2

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHO

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Turno:

Categoría:

AGL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% per 6min 600gr- DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	64.46	17.53	130.33	759	13.30	20.3	153	2641.2
Media	180.00	64.46	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Desv. est.								153	2641.2

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	61.28	60.49	15.66	28.17	696	10.68	33.1	2.5
Media	61.28	60.49	15.66	28.17	696	10.68	33.1	
Desv. est.								2.5

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	36.43	746	11.43			80.1
Media	72.17	44.16	15.32	36.43	746	11.43			
Desv. est.									80.1

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Torno:

Categoría:

AOL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pel 6mm 600gr. DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.48	17.53	130.33	759	13.30	20.3	153	976.6
Media	180.00	54.48	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Desv. est.								153	976.6

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.28	50.49	15.65	28.17	885	10.88	33.1	2.8
Media	51.28	50.49	15.65	28.17	885	10.88	33.1	
Desv. est.								2.8

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	30.43	748	11.43			80.2
Media	72.17	44.16	15.32	30.43	748	11.43			
Desv. est.									80.2

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Turno:

Categoría:

AGL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pet 6mm 600gr DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3	150	2895.4
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Desv. est.								150	2895.4

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	895	10.68	33.1	2.1
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	895	10.68	33.1	
Desv. est.								2.1

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	35.43	746	11.43			80
Media	72.17	44.16	15.32	35.43	746	11.43			
Desv. est.									80

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Cliente:

A revisar:

No

Prueba:

Línea:

Lote:

Tamaño:

Categoría:

2

AGL - CACAO

Comentarios:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% per 6mm 600gr. DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3	160	434
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Desv. est.								160	434

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.88	33.1	2.
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	695	10.88	33.1	
Desv. est.								2

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	30.43	746	11.43			80.2
Media	72.17	44.16	15.32	30.43	746	11.43			
Desv. est.									80.2

AGLOMERADOS COTOPAXI S.A

Código:

FA-160831-02

Producción:

Fecha de prueba:

31/08/2016 11:52:21

Prueba:

2

Fecha de producción:

31/08/2016 11:52:21

Línea:

Usuario:

FABIAN ALMACHI

Lote:

Cliente

Turno:

A revisar:

No

Categoría:

AGL - CACAO

Comentario:

AGLOMERADO CACAO 15mm 70% cacao - 30% pet 6mm 600gr. DURACOLA

Flexión									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Flexión Kg/cm ²	Elasticidad Kg/cm ²
1	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3	150	1862.7
Media	180.00	54.45	17.53	130.33	759	13.30	20.3		
Dev. est.								150	1862.7

Tracción								
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Fuerza Kg	Tracción Kg/cm ²
1	51.26	50.49	15.65	28.17	886	10.68	33.1	2.2
Media	51.26	50.49	15.65	28.17	886	10.68	33.1	
Dev. est.								2.2

Tirón tornillo									
N	Longitud mm	Anchura mm	Espesor mm	Peso g	Densidad Kg/m ³	Peso por superficie Kg/m ²	Cara Kg	Cara Kg/mm	Lado Kg
1	72.17	44.16	15.32	30.43	740	11.43			80
Media	72.17	44.16	15.32	30.43	740	11.43			
Dev. est.									80

Anexo N° 3 Tabla de valores control de calidad interna de Aglomerados “Cotopaxi”.

Variables	Aglomerados "Duraplac"		Aglomerados "Acoplac"
Densidad	± 6%	650 Kg/m3	635 Kg/m3 0.635 g/cm3
Tracción	± 6%	4.5 Kg/cm2	4 Kg/cm2
Flexión	± 6%	180 Kg/cm2	150 Kg/cm2
Elasticidad	± 6%	34547 Kg/cm2	28750 Kg/cm2
Volumen		611 Kg/m3	596 Kg/m3 0.596g/cm3
Humedad		5 - 11 %	5 - 11 %

Fuente: “Aglomerados Cotopaxi” (Latacunga) 2016.