



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

AGLOMERANTES DE ORIGEN NATURAL APLICABLES A LA FIBRA DE TOTORA

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTA

AUTOR: DANIELA ESTEFANÍA RENGEL CORONEL

DIRECTOR: MSC. ARQ. JOSÉ FRANCISCO PESÁNTEZ PESÁNTEZ

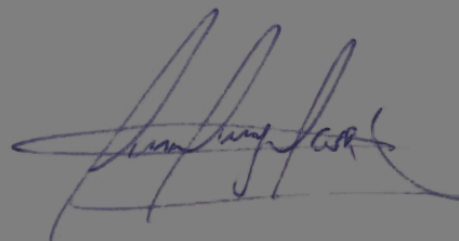
CUENCA - ECUADOR

2018

I. DECLARACIÓN

Yo, Daniela Estefanía Rengel Coronel, con cédula de identidad 0106652191, declaro bajo juramento que el presente trabajo aquí expuesto, es de mi autoría y que los resultados obtenidos son auténticos y originales. Las referencias bibliográficas de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad académica y legal de cualquier irregularidad de los contenidos del presente trabajo de titulación o daño que pudiera ocasionar el incumplimiento de lo declarado.



Daniela Estefanía Rengel Coronel

III. CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención de Grado de Arquitecta con el título: “Aglomerantes de origen natural aplicables a la fibra de totora”, fue desarrollado por la Srta. Daniela Estefanía Rengel Coronel, bajo mi supervisión y forma parte del proyecto de investigación “Prefabricación de mampostería con fibra natural de totora”, dirigido por: José Francisco Pesántez Pesántez, Ana María Lacasta Palacio y Juan Medardo Solá.



Arq. MSc. José Francisco Pesántez Pesántez.

DIRECTOR

III. DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, a Dios, por permitirme convertir en una persona de bien, de una manera muy especial a mis padres: Milton y Eulalia; quienes me apoyaron en todo este camino y me ayudaron a levantarme en los momentos difíciles, a mi hermana Andrea que a pesar de estar lejos, siempre me brindó su cariño y estuvo dispuesta a escucharme en todo momento, y mi familia; pilares que siempre confiaron en mi, me brindaron su amor y me han guiado toda la vida.

IV. AGRADECIMIENTOS



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

Un agradecimiento muy especial al arquitecto José Francisco Pesántez Pesántez quién tituló con profesionalismo este trabajo, un reconocimiento por el apoyo y guía de mi co-director el ingeniero Juan Cristobal Neira Carrera y al Sr. Atanacio Jara.

Y a todas las personas que de una u otra manera estuvieron presentes e involucrados durante este camino de formación académica, brindándome su confianza, cariño y buena voluntad; gracias a cada uno de mis profesores quienes me ayudaron a formarme como futura profesional, a mis amigos y mis compañeros por haber sembrado momentos grandiosos que los llevaré siempre en mi corazón.



AGLOMERANTES NATURALES APLICABLES A LA FIBRA DE TOTORA



I. DECLARACIÓN	1
II. CERTIFICACIÓN	2
III. DEDICATORIA	3
IV. AGRADECIMIENTOS	4
V. ÍNDICE	6
VI. RESUMEN	8
VII. ABSTRACT	9
VIII. INTRODUCCIÓN	10
IX. PROBLEMÁTICA	11
X. JUSTIFICACIÓN	12
XI. OBJETIVOS	13
XII. METODOLOGÍA	14
CAPÍTULO I	
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1. ANTECEDENTES	16
1.2. TIPOS DE ADHESIVOS	23
1.2.1. ADHESIVOS DE ORIGEN SINTÉTICO	24
1.2.2. ADHESIVOS DE ORIGEN NATURAL	26



CAPÍTULO 2

2. EXPERIMENTACIÓN	33
2.1. INSTRUMENTOS UTILIZADOS	34
2.2. PROCESO DE FABRICACIÓN	35
2.2.1. OBTENCIÓN DE FIBRAS DE TOTORA	35
2.2.2. CÁLCULO DE DOSIFICACIONES	36
2.2.3. PREPARACIÓN DE PROBETAS	38
2.2.4. AGLOMERANTES UTILIZADOS	39
2.2.5. ELABORACIÓN DE ENSAYOS	61
2.2.5.1. ENSAYO DE HUMEDAD	61
2.2.5.2. ENSAYO DE COMPRESIÓN	63
2.2.5.3. ENSAYO DE CORTE	67

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
4. REFERENCIAS	74
5. ANEXOS	76

La industria de la construcción en la actualidad ha generado un gran impacto en el medio ambiente, la fabricación y el uso de adhesivos sintéticos son perjudiciales a la salud debido a su composición química, sustancias tóxicas, alérgicas y contaminantes.

La siguiente investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento de aglomerantes naturales que pudiesen ser aplicados en la construcción, utilizando adhesivos extraídos de la flora y fauna para desarrollar un concepto más ecológico, aplicados a las fibras de *Schoenoplectus californicus* conocido comúnmente como totora.

Para la experimentación se seleccionó aglomerantes de origen vegetal: almidón de arroz, almidón de trigo, almidón de yuca, goma arábiga, melaza de caña de azúcar y sábila; de origen animal, cola de huesos, cola de pez, lanolina, y cera de abeja; existentes en la zona del Austro; y el acetato de polivinilo como adhesivo de origen sintético, que servirá como patrón de comparación para la resistencia.

En la elaboración de pruebas de laboratorio, se realizaron probetas de 5x5x5cm con dosificaciones de 60%, 70% y 80% para cada una de las mezclas; se realizó con los modelos, pruebas físicas de humedad; y mecánicas de compresión y corte. Los resultados obtenidos permitirán determinar la mejor adherencia de la mezcla para futuras aplicaciones de investigación con la fibra.

PALABRAS CLAVE: AGLOMERANTES NATURALES, ADHESIVOS, PEGAMENTOS, *SCHOENOPECTUS CALIFORNICUS*.



The construction industry currently has generated a great impact of the environment, the manufacture and use of synthetic adhesives are harmful to health due to their chemical composition, toxic substances, allergens and pollutants.

The following research aims to analyze the behavior of natural binders that can be applied in construction, using adhesives extracted from flora and fauna to develop a more ecological concept, applied to *schoenoplectus californicus* fibers known as cattail.

For experimentation binders of vegetable origin were selected: rice starch, wheat starch, cassava starch, arabic gum, sugarcane molasses and aloe vera; from animal, bone tail, fish tail, lanolin, and beeswax; existing in the Austro área; and the polyvinyl acetate as adhesive of synthetic origin that will serve as a comparison pattern for the resistance.

In the elaboration of laboratory tests, test tubes of 5x5x5cm were carried out with dosages of 60%, 70% and 80% for each one of the mixtures; it was made with the models, physical humidity tests; and compression and cutting mechanics. The obtained results will allow to determine the best adhesion of the mixture for future research applications with fiber.

KEY WORDS: NATURAL BINDERS, ADHESIVES, GLUES, *SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS*.

El surgimiento de los adhesivos está ligado al descubrimiento y perfeccionamiento de la construcción realizada por antiguas civilizaciones, gracias al empleo de los aglomerantes naturales, se ha cumplido importantes aportes y mejoramiento de técnicas más ecológicas.

Su desarrollo ha sido influenciado por el avance tecnológico que se da día a día, además de la aparición de nuevos materiales utilizados en la construcción. En la actualidad, la producción de adhesivos a base de materiales sintéticos, se ha generado fuertemente, los cuales poseen sustancias que tienen estructuras moleculares que no se hallan en la naturaleza, son altamente tóxicos y contaminantes, que pueden afectar a los ecosistemas, por lo que no están preparados para procesarlos fácilmente.

Esta investigación tiene como visión global, buscar alternativas para generar elementos de industrialización que permita futuras aplicaciones en sistemas constructivos innovadores y amigables con la naturaleza utilizando fibras naturales como en este caso la fibra natural de totora. Para ello se revisará documentación bibliográfica que permita obtener información verídica, además se experimentará con diversos aglomerantes de origen natural en varias dosificaciones en moldes cúbicos que serán sometidos a ensayos en el laboratorio para realizar pruebas mecánicas que determine la resistencia y adherencia de los adhesivos aplicados a la fibra.

La utilización de adhesivos sintéticos en la industria va en aumento, sustituyendo a otros métodos de sujeción mecánica, sin embargo son elementos que han dejado de lado el cuidado del medio ambiente, muchos de sus componentes son sustancias irritantes o alergénicas a la piel (Arriandiaga, 2001).

Dado que la base de los adhesivos son compuestos químicos que atraviesa por procesos industriales, en algunos casos se mezclan con elementos altamente contaminantes o requieren la extracción de petróleo, pudiendo llegar a ser malignos no solo para el medio ambiente sino también para la salud del ser humano.

Por otra parte, la totora al ser un material poco aprovechado dentro de la construcción en la ciudad de Cuenca, no se ha podido encontrar estudios o aplicaciones de posibles aglomerantes naturales usados con la fibra.

X. JUSTIFICACIÓN

La investigación pretende aprovechar aglomerantes de origen natural que pueden ser aplicables en la fibra de totora, dentro del ámbito arquitectónico, generando nuevas ideas, mejorando las técnicas de utilización y soluciones que permitan generar nuevas alternativas en el uso de adhesivos, para minimizar las repercusiones que genera el uso de elementos sintéticos altamente contaminantes al medio ambiente y perjudiciales para la salud de las personas. Para ello es importante realizar un análisis completo sobre los diferentes comportamientos de cada aglomerante con el fin de identificar un aglomerante que mejor se adhiera a la fibra de totora (*schoenoplectus californicus*).

Esta planta, es un recurso natural accesible en el país y a nivel local; presenta beneficios debido a sus propiedades como: su rápido desarrollo y renovación, por lo que puede ser aprovechado y utilizado en la construcción.

GENERAL

- Determinar aglomerantes funcionales de origen natural disponibles en la zona del Austro para la aplicación y adherencia en las fibras de totora triturada.

ESPECÍFICOS

- Revisar bibliografía acerca de aglomerantes de origen natural (animal y vegetal) y sintético (acetato de polivinilo) para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Realizar pruebas de laboratorio, físicas de humedad y mecánicas de compresión y corte, para conocer el comportamiento de los aglomerantes naturales definidos y el adhesivo sintético, utilizados en la fibra de totora triturada.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos de las diferentes dosificaciones y tipos de los aglomerantes aplicados a las fibras de totora.

Revisión bibliográfica:

- Para la elaboración de este trabajo se llevará a cabo un estudio bibliográfico de artículos científicos, tesis, artículos de periódicos, etc., que permitan la obtención de información necesaria y verídica sobre los tipos de aglomerantes, para el desarrollo de esta investigación

Obtención y preparación de los materiales:

- Una vez obtenida la totora, se la almacenará en un lugar donde no entre en contacto directo con el agua o con la luz solar, dejándola secar durante 60 días aproximadamente.
- Cuando la totora este seca, se la llevará a triturar y de esta manera trabajaremos con fibras finamente partidas.
- Buscaremos los aglomerantes naturales de origen animal y vegetal, revisados de la bibliografía y encontrados en la zona del Austro.

Prácticas en laboratorios:

- Luego de tener listos los materiales, los mezclaremos en diferentes dosificaciones para la elaboración de especímenes cúbicos.
- Realizaremos pruebas físicas de humedad y mecánicas de compresión y corte en distintas dosificaciones, de esta manera se obtendrán resultados reales sobre su comportamiento y permitirá la identificación del aglomerante más adecuado para aplicarlo en la fibra de totora.



CAPÍTULO 1

1. MARCO TEÓRICO

Antecedentes sobre la evolución de los aglomerantes a través de los años; clasificación de adhesivos sintéticos y naturales; determinación de pegantes disponibles en el Austro, que se utilizarán durante la experimentación.

1.1. ANTECEDENTES

Historia de los aglomerantes en el mundo

La historia de los adhesivos nace desde los primeros vestigios del hombre, a continuación se expone una serie de acontecimientos que permita comprender y conocer la evolución de los adhesivos.

El período Neolítico se caracteriza por la aparición de grupos humanos sedentarios organizados por aldeas, 10.000 años antes de nuestra era, el hombre inicia la búsqueda de aglomerantes para la construcción de viviendas más estables, ya que al asentarse en un territorio, son obligados a permanecer en un solo lugar, aprendieron a criar animales domésticos y a cultivar la tierra (Camaniero, 2009).



Figura 1: Ruinas Catal Huyuk

Fuente: (Camaniero, 2009).

La tierra cruda o barro es uno de los materiales más antiguos descubierto por el hombre; apareció por primera vez en el octavo milenio a.C. en las construcciones neolíticas, estos adobes primitivos sirvieron de base para construcciones pequeñas. En esa época, la albañilería con morteros de tierra se utilizó para revestimientos o agarre entre los adobes y estaba compuesto de la misma mezcla que era utilizada para su fabricación, es plástica y maleable, al aplicar agua es capaz de conservar la forma y con el desecamiento se convierte en un cuerpo sólido.

Al descubrirse la arcilla, sus útiles propiedades han servido para la elaboración de recipientes, uno de los más antiguos descubiertos es la vasija, también se ha usado como soporte de escritura, decoración y posteriormente se utilizó como mortero para construir edificaciones de adobe (Marchiori, 2015). Sus propiedades plásticas, hacen que la arcilla, al ser humedecida puede ser moldeada fácilmente, cuando se seca se torna firme y al ser sometido a altas temperaturas se convierte en un material permanentemente rígido, denominado cerámica.

La arcilla se compone de un grupo agregados de silicatos de aluminio hidratado en su mayoría, procedente de la descomposición de minerales de aluminio y de diversas coloraciones según las impurezas que contenga.

Una vez que el hombre dominó el fuego, empezó a calcinar piedras calizas, descubriendo la cal, que no solo servía como aglomerante para mampostería sino también para revestimientos, acabados y decoración. Este es un material compuesto por óxido de calcio, se clasifican en cal viva, la cual es producida al calcinar piedra caliza bien triturada, y su temperatura se eleva a 150°C, por lo que no se aplica dentro de la construcción; y la cal apagada, es el resultado de haber rociado la cantidad de agua necesaria en la cal viva, su proceso de elaboración empieza con la extracción del material el cual es triturado obteniendo rocas calizas más pequeñas, después se procede a la calcinación y enfriamiento; finalmente se las pulveriza y somete a hidratación, obteniendo una mezcla homogénea lista para su distribución.

En el Imperio Romano, el aglomerante más utilizado fue la cal, que experimentó un importante desarrollo, ya en esta época se presentaron los primeros testimonios del empleo de aditivos describiéndose las propiedades dispersantes de la clara de huevo y la sangre de animal. También se describen fórmulas o recetas que incorporan refuerzos a base de fibra vegetal y animal (Méndez, 2008). Se utilizaba además, morteros de cal con adiciones de puzolana o polvo de ladrillo, obteniendo mejores resultados y mayor calidad.

El mortero desde esta época se ha utilizado como agente para trabar rocas, piedra, etc., constituyen parte de elementos estructurales pero también del acabado de los mismos en decoraciones pictóricas y de acabado fino (EcoHabitat, 2013).



Figura 2: Mortero de arcilla; elaboración de ladrillo de arcilla y mortero de cal

Fuente: (EcoHabitat, 2013).

En los morteros calcáreos, la cal interviene como aglomerante, se distingue según el origen ya sean aéreos como hidráulicos; las cales aéreas son aquellos que se endurecen expuestos al aire al perder agua por secado y fraguan lentamente a diferencia de las cales hidráulicas que se endurecen bajo el agua, debido a que su composición permite desarrollar resistencias relativamente altas.

Posteriormente, el hormigón romano, era una mezcla de mortero de cal, agregado, puzolana, agua y piedras, fue usado en construcciones de grandes pilares que sostienen arcos y cúpulas, que con el paso del tiempo estos materiales “fraguan”, reaccionando entre sí y adquieren una consistencia y gran solidez, siendo así el primer concreto de la historia. Aunque en Mesopotamia el concreto fue utilizado a menor escala, los arquitectos de ese tiempo perfeccionaron el hormigón romano hasta lograr que soportara una gran cantidad de peso, pudiendo sostenerse por sí mismo.



Figura 3: Coliseo Romano

Fuente: (EcoHabitar, 2013).

En el tercer milenio, la civilización egipcia conocía y producían adhesivos de origen animal y vegetal para la construcción de estatuas e incluso como sellantes para las tumbas de los faraones, también han sobresalido por la construcción de grandes palacios y pirámides, pues según análisis, han sido los primeros en usar yeso calcinado para la unir sólidamente bloques y piedras, como las que aún perduran en la Gran Pirámide de Gizeh.

El yeso es considerado una roca sedimentaria, incolora o blanca en estado puro, sin embargo puede presentar impurezas que le proporcionan diferentes coloraciones, contiene 79,07 % de sulfato de calcio anhidro y 20,93 % de agua. Su obtención viene de la extracción del sulfato de calcio hidratado que luego procede con la calcinación a una alta presión y temperatura, para ser triturada hasta una dimensión de 19cm y una segunda trituración de 4 a 5cm aproximadamente; posteriormente el yeso calcinado es llevado a tolvas donde es finamente molido y mezclado con aditivos para ser sometido a un cierto tiempo de fraguado (Dominguez, 2013). Los morteros de yeso son preparados con yeso hidratado con agua, el porcentaje de agua es variable según el grado de cocción, calidad y finura del molido del yeso, además el tiempo de fraguado puede empezar a los 5 minutos y terminar a los 15 minutos aproximadamente.



Figura 4: materiales de construcción en las pirámides de Egipto; Palenque (zona arqueológica)
Fuente: (Dominguez, J. G., 2013).

Los griegos, utilizaron la puzolana, producto de las erupciones volcánicas, mezclados con caliza, arena y agua, producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua dulce y salada. Por otra parte, los fenicios descubrieron las puzolanas artificiales, obteniendo de la calcinación de ladrillo picado. Ahora bien, en América, la cal también se ha utilizado para la construcción de centros ceremoniales, como por ejemplo Palenque realizado por los mayas, o en el antiguo Perú, donde se utilizó la mezcla de cal con barro para estabilizar los adobes.

Durante la Edad Media, los obreros experimentaban con sustancias orgánicas como la leche, sangre o huevos, por lo que los morteros no eran de buena calidad como en Europa, sin embargo se han construido grandes e importantes catedrales.

En el renacimiento, la arquitectura, pintura y escultura, utilizó materiales bien tratados a base de yeso, cal y polvo de mármol.

Finalmente, en el siglo XVIII, comenzó el estudio científico de los pegamentos. En 1750 fue registrada en Inglaterra la primera patente de un pegamento de origen natural, hecho a partir de pescado; años más tarde en París, Henry Duhamel du Monceau publicó el libro sobre adhesivos “El arte de hacer diferentes tipos de adhesivos”, donde explica una serie de recetas para la fabricación de los mismos (S/N, LosAdhesivos.com, s.f.).



Figura 5: Henry Duhamel du Monceau; pag. Libro “El arte de hacer diferentes tipos de adhesivos”; Joseph Aspdin; stand de cemento portland
Fuente: (Historia recogida de la pag. Losadhesivos.com).

A principios del siglo XIX las investigaciones de Joseph Aspdin, un albañil inglés, descubre un cemento mejorado, el cemento portland, que se obtenía de la trituración y calcinación de la piedra calcárea que se recogía en los caminos, con una mezcla de arcilla y luego molidos en unas máquinas especies de molinos de viento; en nombre a una piedra gris oscura que se encuentra en la Isla de Portland, Inglaterra, este cemento, ha sido un material que ha sufrido grandes cambios con el pasar del tiempo. En la actualidad su preparación consiste en la calcinación de la mezcla entre arcilla finamente triturada y caliza dura hasta eliminar el bióxido de carbono, a una temperatura mayor de 1500°C.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX se han desarrollado de forma exponencial el desarrollo de los adhesivos tanto naturales como sintéticos. La Revolución Industrial potenció su máximo desarrollo, debido a la creación de adhesivos sintéticos que aumentan y diversifican los usos hasta aquel entonces.

La Segunda Guerra Mundial, se desarrollan los niveles más altos de ensayos en adhesivos, usados en la Industria aeronáutica. A partir de entonces se da una gran revolución creando el término “pegamento” como concepto de unión estructural. Con el pasar del siglo XX, la industria del cemento creció, permitiendo el desarrollo de edificaciones más sólidas, resistentes y seguras. El cemento es un material finamente molido, de color gris, tiene la propiedad de endurecer al mezclarse con agua. Su obtención es mediante la extracción de arcillas y calizas que son transportadas al proceso de trituración y pre homogeneización para reducir las variaciones de composición química, después el material es llevado a molinos donde se transforma en polvo muy fino y homogéneo, finalmente el material se envía a un pre calentador donde la temperatura llega a 850°C y es calcinado en un horno a 1450°C (S/N, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2012).

Autores y fechas relevantes en la evolución de los adhesivos sintéticos



Horace H. Day, uno de los primeros fabricantes de artículos y adhesivos basados en goma natural (caucho), en 1840 inició un pequeño negocio de fabricación y venta de productos de caucho en New Brunswick con su tío Samuel H. Day, en 1845 el Sr. Day estableció una gran manufactura de caucho en el gran Barrington, utilizando el agua como una fuerza motriz. Interfirió con el poder del agua de los molinos adyacentes, cuyos propietarios declararon contra él y logró arrebatarse el control de las vías acuáticas del lugar, por lo que se retiró del negocio en 1859 (S/N, 1878).

f6



En 1909 Leo Hendrik Baekeland fue pionero en la industria de plásticos; al encontrar un nuevo material nombrado resina fenólica que era el formaldehído sobre fenoles; debido a la investigación, la condensación de formaldehído con fenol se la utilizaba bajo condiciones especiales establecidas por Baekeland. El producto es de color ámbar y altamente resistente. Para que el nuevo material esté disponible comercialmente, planeó otorgar licencias a la fabricación especialmente experimentadas en plásticos. La resina se suavizaría al calentarse y podría disolverse; pero, en el calentamiento adicional, se establece en un permanente e insoluble sustancia, que era fuerte, aislante eléctrico y resistente al calor, Su usos principales fueron en reemplazo de caucho duro, ámbar en electricidad y artes industriales.

f7

Ref. img.

f6. Horace H. Day, fuente: Historia recogida de la pag. Losadhesivos.com.

f7. Leo Hendrik Baekeland, fuente: Historia recogida de la pag. Losadhesivos.com.



En 1920 Richard G. Drew, desarrolla los primeros adhesivos para las cintas de enmascaramiento utilizados en el proceso de pintura de la industria automovilística.

f8



En 1937 Otto Bayer: Logra la invención y patenta la química de los poliuretanos, gracias a los logros químicos y empresariales de este inventor, ha sido un hito para la historia de los adhesivos.

f9



En 1940 Norman Adrian Bruyne, fue uno de los defensores más influyentes de los adhesivos sintéticos, descubrió la resina fenólica modificada, permitiendo realizar uniones estructurales metálicas nuevas y exigentes mediante adhesivos, especialmente en la construcción de aviones, este hecho impulso la industria aeroespacial. Realizó varias investigaciones sobre el uso de resinas reforzadas de fenol-formaldehido en la fabricación de hélices y desarrollo sistemas sintéticos de urea-formaldehido denominándolos adhesivos “Aerolite” los cuales reemplazaron a materiales basados en productos naturales poco confiables.

f10



En 1944 Eduard Preiswerk, descubre el adhesivo epoxi, que debido a su alto grado de adherencia, endurecimiento a temperatura ambiente, durabilidad, entre otros, ha sido introducido en el campo de la construcción en 1949; sus primeras aplicaciones fueron en la fabricación de pinturas, ideal para ensamblar materiales no porosos, tales como metales y en elementos estructurales en la industria aeronáutica, luego se fue extendiendo en la construcción de carreteras.

f11

1967 Se desarrollan los primeros adhesivos resistentes altas temperaturas (300°C) con base de poliamida.

1970 Se desarrollan en Japón los adhesivos basados en silanos modificados

Ref. img.

f8. Richard G. Drew, fuente: Historia recogida de la pag. Losadhesivos.com.

f9. Otto Bayer, fuente: Historia recogida de la pag. Losadhesivos.com.

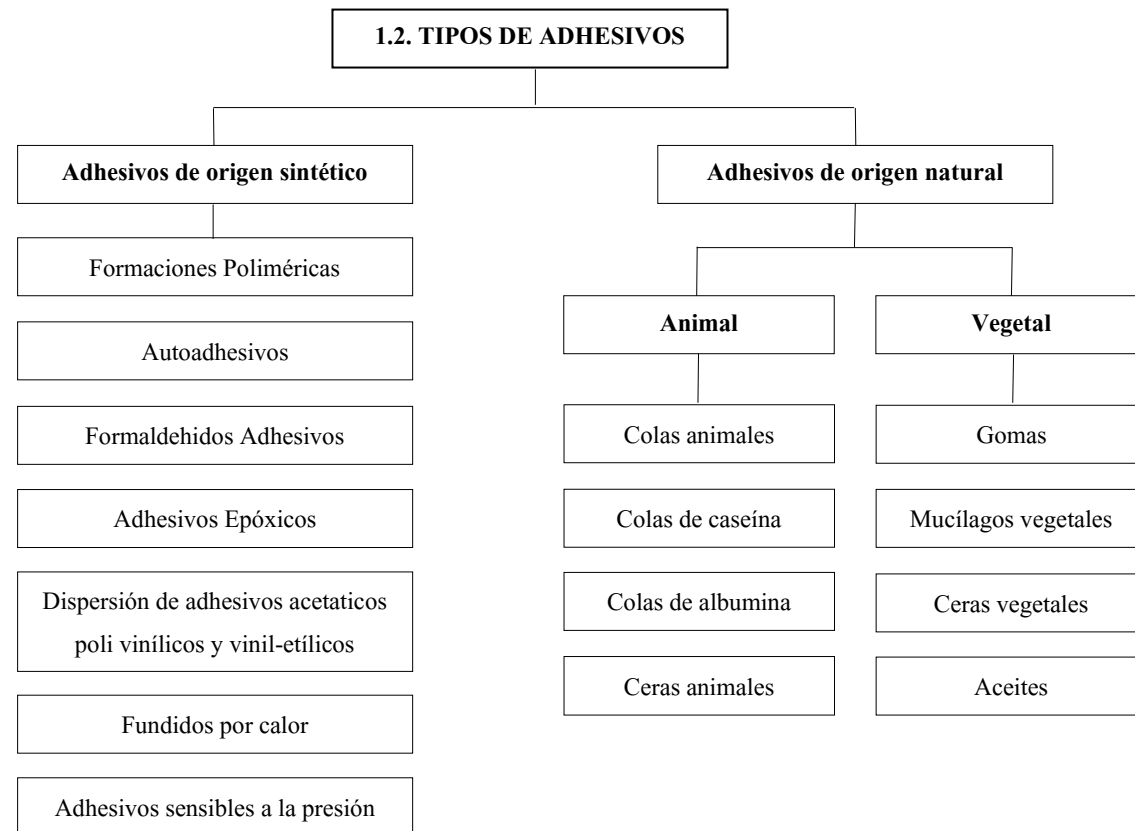
f10. Norman Adrian Bruyne, fuente: Historia recogida de la pag. Losadhesivos.com.

f11. Eduard Preiswerk, fuente: Historia recogida de la pag. Losadhesivos.com.

1980 Se desarrollan en USA los Hotmelts o adhesivos termofusibles.

2000 Se aplica la ciencia nanotecnología en el desarrollo y formulaciones de nuevos adhesivos, se consigue desarrollar en Estados Unidos un adhesivo basado en la naturaleza del gecko, de tal forma que se pueda pegar y despegar el adhesivo sin perder adherencia ni sus propiedades mecánicas sobre un amplio abanico de superficies.

En el siguiente cuadro se ha determinado la clasificación general de adhesivos; en base a la investigación de “Wood Adhesion and Adhesives” por Charles R. Frihart (2005), se clasifica los adhesivos de origen sintético. Los aglomerantes de origen natural, tanto animal como vegetal, de investigaciones como: “La Titora como material de aislamiento térmico” (Aza, 2016); “Gelatinas y colas para el uso en tratamientos de restauración” (Bailach, Fuster, Yúsa, Talens, & Palomino, 2012), entre otras. Finalmente se determinará los aglomerantes disponibles en la zona del Austro para el desarrollo del presente trabajo.

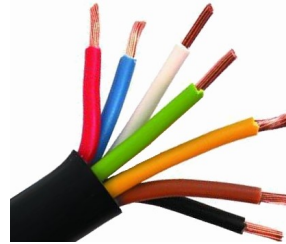


Cuadro 1: Clasificación de adhesivos.

Fuente: Propia

1.2.1. ADHESIVOS SINTÉTICOS

Se pueden clasificar según su uso, composición o de acuerdo al componente base, es decir, al tipo de superficie que sean aplicados, estas pueden ser: metálicas, madera, cartón, cerámica, cuero, entre otras (Frihart, 2005).



Formaciones poliméricas



Autoadhesivos



Formaldehidos adhesivos



Dispersión de adhesivos acetáticos
poli vinílicos y vinil etílicos



Fundidos al calor



Adhesivos sensibles a la presión

Cuadro 2: Adhesivos de origen sintético.

Fuente: Propia.

Para esta investigación, se utilizó como patrón de comparación al acetato de polivinilo o cola blanca (dispersión de adhesivos acetáticos poli vinílicos y vinil etílicos), ya que al ser un adhesivo sintético de baja toxicidad, fácil manejabilidad y es aplicado principalmente en la madera, se consideró adecuado para el uso con la fibra de totora triturada.

Los adhesivos de origen sintético son fabricados industrialmente, desarrollados en laboratorios, gracias a los avances en el campo de la química. Son una industria en constante evolución, ayudan al avance en el campo de la construcción, conservación y restauración, por lo que es necesario tener especial cuidado debido a que los productos son tan variables y existe una amplia gama de sectores y materiales donde se pueden aplicar. Actualmente, en el sector de la construcción, la mayor parte de aglomerantes de amplio uso, proceden de recursos fósiles, y por tanto, agotables como el gas natural o el petróleo (Miravete, 1994). Un sistema de adhesivo sintético contiene un componente básico, que es un polímero de origen sintético, fabricado industrialmente (Abaroa, 2014).

Su desarrollo se ha visto influenciado por los avances tecnológicos y la aparición de nuevos materiales para la construcción, presentando elevadas resistencias mecánicas, sin embargo la durabilidad se pueden afectar por el ambiente en donde se aplique el producto, además de su elevado costo de aplicación que es un limitante para su uso.



f12

Dispersión de adhesivos acetáticos poli-vinílicos y vinil-etílicos

Los adhesivos de este tipo se elaboran en dispersiones acuosas, son conocidos como “colas blancas”, también tienen un largo tiempo de duración, y su toxicidad es baja lo que hace fácil de manejar al manipulador, su aplicación es a temperatura ambiente y se han utilizado en colados de madera entre otros materiales.

Uno de los más conocidos es el acetato de polivinilo (goma blanca), este adhesivo se prepara por emulsión de agua y posteriormente se polimeriza por calentamiento añadiendo un catalizador. Contiene un 50% en sólidos y se aplica para el encolado de madera, papel, mimbre, corcho, entre otros, además se lo puede diluir con agua para lograr una viscosidad deseada y su tiempo de secado máximo es de 12 a 14 horas para que pueda ser manipulado (Traschikoff, Huerta, & García, 2013).

Desventajas

Al utilizar productos químicos, existen diferentes riesgos dependiendo el tipo de adhesivo que sea desarrollado, por ejemplo, el riesgo a la salud de los trabajadores expuestos, por inhalación, los disolventes presentes en estos pegamentos, puede provocar daños como alergias respiratorias, irritaciones de ojos o vías respiratorias y rinitis; para la elaboración de algunas resinas suelen incorporar aditivos o sustancias retardantes de la combustión, generando contaminación nociva y tóxica; la manipulación de adhesivos sólidos, aplica técnicas de mezclado que requiere de utensilios o dosificaciones que puedan provocar un riesgo de impacto de partículas; es por eso que se requiere una limpieza escrupulosa, locales ventilados y equipos protectores, para el cuidado de quienes están a cargo de su fabricación.

También existen productos donde su calidad no es buena, no son de larga duración y generan inconvenientes al momento de ser aplicadas, por ejemplo en las restauraciones, se requiere de materiales estables frente a agentes externos y que su periodo de duración sea extenso (López, 2016).

Ref. img.

f12. acetato de polivinilo, fuente: (Traschikoff, Huerta, & García, 2013).

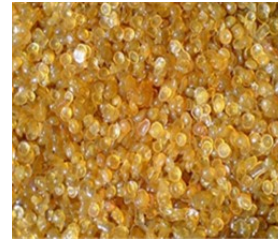
1.2.2. ADHESIVOS NATURALES

Es posible, clasificar los diferentes tipos de adhesivos basándose en criterios como: origen o naturaleza química y aplicación a la que son destinadas; en este caso, para analizar sistemáticamente los diferentes tipos de adhesivos más comunes, se los distinguirá según su naturaleza química.

Adhesivos de origen animal



Cola de pez



Cola de huesos



Cola de conejo



Cola de caseína



Albumina de sangre



Albumina de huevo



Cera de abeja



Lanolina

Cuadro 3: Adhesivos de origen animal.

Fuente: Propia.

Entre la clasificación de colas, albuminas y ceras, los adhesivos de origen animal que se determinó para la investigación fueron: cola de pez, cola de huesos, cera de abeja y lanolina, sus propiedades adhesivas son apropiadas para la aplicación en la fibra de totora, en el caso de los otros aglomerantes, al provenir de fuentes poco comunes, no se encuentran disponibles en la zona del Austro.

Colas animales: Son productos provenientes del colágeno¹ de mamíferos, por lo que sus propiedades serán distintas acorde al tipo de animal.

Constitución y método de extracción: Estos adhesivos se extraen de residuos como cartílagos, pieles y huesos de mamíferos, en el caso de algunos peces también se extraen espinas, pieles y cartílagos que poseen colágeno, siendo la principal proteína.

La cola de animal tiene una gran aceptación actualmente como adhesivo debido a la solución viscosa y pegajosa obtenida por la mezcla con agua caliente, donde su fuerza cohesiva mantiene unidas entre sí las partículas de un pigmento o carga. Además de sus características principales como son la facilidad de preparación, aplicación rápida, bajo costo y buenas propiedades de adhesión, principalmente ha sido utilizado para todo tipo de encolados de maderas, esculturas, pinturas, entre otras.

Comercialmente el producto se puede obtener de diferentes formas como, gránulos secos; los cuales pueden utilizarse como colas calientes o frías para su uso inmediato, también se los puede encontrar como en formas gelatinosas o pastosas.



f13

Cola de pescado

Está constituido por colágeno obtenido del hinchamiento en frío de las vejigas natatorias² de ciertos peces como por ejemplo del barbo, bacalao, esturión y la carpa. La calidad del material y el modo de preparación en frío permiten garantizar una calidad óptima. Su composición de proteínas es de alto peso molecular; permite emplearse en dosis muy bajas (1 a 2 g/hL), con la máxima eficacia clarificante y sin riesgos de sobreencolado. Su presentación en forma seca facilita su almacenaje y conservación, así como su preparación (S/N, OENOFrance, 2013). Es insoluble en disolventes orgánicos y es de gran utilidad para restauración de objetos delicados como: vasijas, cerámica, entre otras.



f14

Cola de huesos y cartílagos de mamíferos

Es un adhesivo de naturaleza proteica extraído de hueso fresco de bovino, su punto de fusión es de 45° C., es soluble al agua y tiene color amarillento semitransparente. Se lo utiliza en la fabricación de muebles, cintas, encuadernación de libros.

¹ **Colágeno:** Uno de los tipos de proteínas más abundantes, comprende entre el 30% y el 60% del contenido de proteína total de los mamíferos, y más del 30% del contenido total de la materia orgánica. Esta proteína se localiza principalmente en la piel, los huesos y tendones, (Tao, 2013).

² **Vejigas natatorias:** Es un órgano de flotación como una bolsa de paredes flexibles llena de gas ubicada bajo la columna vertebral que poseen muchos peces óseos.

Ref. img.

f13. Cola de pescado, fuente: propia.

f14. Cola de huesos, fuente: (Hernández, 2014).



f15

Cera de abeja

Es de origen lipoidé³, insoluble al agua, pero soluble en etanol en caliente e hidrocarburos aromáticos y clorados, esta cera a temperatura ambiente se presenta como un cuerpo sólido, a temperatura baja es frágil, a medida que se va calentando, a unos 35 a 40° C. se vuelve plástica, ideal para trabajos artísticos y se funde cuando alcanza una temperatura entre los 60°-65° C (Pajuelo, 2002).

Es un producto graso inicialmente de color blanquecino producido por las abejas para la construcción de sus panales, a medida que permanece dentro del panal, su color se torna amarillento.



f16

Lanolina

Se encuentran en las glándulas sebáceas que exudan en la lana de las ovejas, su función es para proteger la piel y la lana del clima, posee aproximadamente el 30% de agua, esta masa es insoluble en agua y soluble en alcohol e hidrocarburos clorados y aromáticos, su textura es parecida a la vaselina pero más amarillenta, tiene un olor leve, es pegajosa y sólida a temperatura ambiente, no es considerada tóxica e hipo alergénica (Dávila, 2010). Se utiliza como revestimiento para evitar corrosión, elaborar tintas, detergentes o pinturas, entre otras.

³ **Lipoide:** sustancia grasa; lípido complejo cuya molécula contiene fósforo y nitrógeno, difundido en el organismo, principalmente en el sistema nervioso.

Ref. img.

f15. Cera de abeja, fuente: propia.

f16. Lanolina, fuente: (Dávila, 2010).

Adhesivos de origen vegetal



Goma arábica



Goma de cerezo



Goma de tragacanto



Almidón de arroz



Almidón de trigo



Almidón de yuca



Dextrinas



Agar Agar



Cera de candelilla



Cera carnauba



Aceite de lino



Aceite de adormidera



Aceite de soja



Melaza de caña de azúcar



Alginato



Penco

Cuadro 4: Adhesivos de origen vegetal.

Fuente: Propia.

Entre la clasificación de gomas, almidones, ceras y aceites, los adhesivos de origen vegetal que se definió para el desarrollo de la investigación fueron: goma arábica, almidón de arroz, almidón de trigo, almidón de yuca, melaza de caña de azúcar y sábila, ya que se encuentran disponibles en la zona del Austro.

Los pegamentos vegetales, son aquellos solubles en agua, extraídos y producidos de materias primas naturales; la principal fuente de estos adhesivos son: los almidones, que se extraen de raíces, tubérculos y médulas de las plantas como: el maíz, trigo, patatas y arroz; las gomas cuando están húmedas proporcionan adhesión a productos como papel y hojas de aluminio; los pegamentos de celulosa, son empleados para pegar pieles, tela y en la construcción para el empapelado de paredes, aunque actualmente han sido sustituidos en muchas aplicaciones por pegantes sintéticos (Proaño & Salamanca, 2012).

Gomas: Se denomina gomas a las secreciones vegetales, generalmente sólidas que sean solubles en agua e insolubles en alcohol, su desventaja es que son sensibles a posibles ataques de bacterias en condiciones ambientales propicias y su ventaja es que no ofrecen riesgo alguno para la salud.



f17

Goma arábica

Extraída de árboles de acacia, familia de las leguminosas⁴ de origen africano, son gomas que se producen tradicionalmente de la Acacia Senegal, únicamente por árboles que están en malas condiciones, su producción será mayor si el daño es elevado y pueden variar desde los 400 gr hasta los 7 kg por árbol (Ortiz & Cabrera, 2005). Se presenta en forma de secreciones gomosas secas vegetales exudadas del tronco o ramas, de color pardo amarillento y de estructura vítrea, al contactarse con el aire, estas se endurecen. Sus propiedades adhesivas son favorables para usarse generalmente como estabilizador de dispersiones o emulsiones y espesante, en su gran mayoría es usado como aglutinante de acuarela y es parte de algunos productos alimenticios como en la repostería ya que sirve para preservar el sabor de los alimentos y evita la cristalización del azúcar. Además pueden ser solubles en agua e insolubles en alcohol (Gracia, s.f.).

Mucílagos vegetales: Son polisacáridos⁵ producidos por el metabolismo normal de ciertas plantas, se encuentran en las hojas, raíces, granos, etc., su estructura repercute en las propiedades adhesivas y la solubilidad, por lo que son más o menos solubles al agua, en algunos casos forman soluciones acuosas y en otros forman un gel; finalmente no ofrecen riesgo para la salud pero son sensibles al ataque de microorganismos.

⁴**Leguminosa:** Árboles, arbustos, matas y hierbas perennes, rica en lisina, un aminoácido esencial para la formación del colágeno que constituye a los cartílagos y tejidos conectivos, reconocibles por su fruto tipo legumbre.

⁵**Polisacáridos:** Es un polímero compuesto por una sucesión de monosacáridos, a través de enlaces glucosídicos y permiten almacenar energía en el organismo.

Ref. img.

f17. Goma arábica, fuente: (Gracia, s.f.).

- **Almidón:** Son carbohidratos de la glucosa, presentes en el maíz, patata, tapioca, arroz, entre otros, su forma y tamaño varían pero generalmente son pequeños granos estructurados en capas concéntricas, su composición química es la misma en estado puro y el aire absorbe aproximadamente el 10% del agua.



f18

Almidón de arroz

El arroz es considerado como uno de los cereales más importantes en el mundo, este contiene un 90% de almidón aproximadamente, 5%-8% de proteínas y una cantidad baja de grasas. En cuanto al almidón es un polvo fino obtenido del sobrante de la producción de arroz blanco. Este producto tiene un gránulo de 8% a 37% de amilasa⁶ (Ortiz L. M., 2007). Esta cola se la emplea generalmente para pegar cartón, telas, restauración, etc.



f19

Almidón de trigo

Este almidón es un hidrato de carbono extraído del gluten⁷ del trigo, tiene propiedades adhesivas, espesantes y absorbentes, para su obtención se debe moler el tejido interno del trigo seco, dejando un polvo fino de color blanco sin olor ni sabor. Para obtener un almidón de trigo de purísima calidad, necesita cocción para que actúe como adhesivo. Se utiliza en la reparación de obras de arte sobre papel.



f20

Almidón de yuca

La yuca pertenece a la familia Euphorbiaceae, es una de las 7200 especies que se caracterizan por el desarrollo de vasos laticíferos compuestos por células secretoras que producen una secreción lechosa, es originaria de América tropical, posee propiedades particulares donde la planta puede tolerar la sequía, las raíces pueden cosecharse a los siete meses desde su cultivo, y puede permanecer en el suelo hasta 3 años (Alarcón & Dufour, 1998). El almidón de yuca puede adquirir características especiales de textura, sabor y olor, es usado en varios ámbitos ya sea de textiles como acabados de telas o estampados, en farmacéuticos como agentes dispersantes, cosméticos o cremas, encuadernación, en la construcción como aglutinante para madera laminada, en metal como adhesivo de metal poroso, entre otros.

⁶ **Amilasa:** Es una proteína que tiene la capacidad de dividir almidón en sus diferentes componentes.

⁷ **Gluten:** Proteína de reserva presente en las semillas de diversos cereales.

Ref. img.

f18. Almidón de arroz, fuente: (Ortiz L. M., 2007).

f19. Almidón de trigo, fuente: (Macario Marcos, 2006).

f20. Almidón de yuca, fuente: propia.



f21

Melaza de caña de azúcar

La melaza o miel final, es una sustancia espesa, densa o viscosa como la de un jarabe, de color oscuro que contiene azúcar invertido, sacarosa, sales entre otros compuestos presentes en la caña de azúcar, se la obtiene del residuo de la cristalización tras la producción de azúcar de caña, su tallo contiene un tejido esponjoso y dulce mediante el cual se extrae el azúcar. Es utilizada como alimento para algunos animales y para la elaboración de bebidas alcohólicas.



f22

Sábila

Proviene del Agave americano, una planta perenne oriunda del continente americano, de color verde, que se desarrolla en zonas semi áridas y puede resistir a la sequía; El gel o pulpa es una sustancia gelatinosa e incolora, constituida principalmente agua, mucílagos, carbohidratos y sales orgánicas (Domínguez, Vázquez, González, Calderón, & López, 2012). Los nativos la han usado desde la antigüedad para satisfacer ciertas necesidades básicas como: alimento, medicamento y construcción, también se ha utilizado como goma para papel.

Ref. img.

f21. Melaza de caña de azúcar, fuente: (Castillo & Forero, 2007).

f22. Agave Americano, fuente: (León & Tapia, 2013).



2. EXPERIMENTACIÓN

Elaboración de probetas con el uso de aglomerantes de origen animal, vegetal y sintético disponibles en el medio, mismas que serán sometidas a ensayos físico - químicos.

2.1. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para la extracción de fibras de totora se utilizó un machete y tijeras de jardinero, para las mezclas de cada aglomerante, recipientes cilíndricos de vidrio con diferentes medidas y resistentes al calor, con una varilla agitadora del mismo material se mezcla el contenido y después se pesa en una balanza para determinar los pesos respectivos. Para la elaboración de las muestras, se usó: tres moldes de madera lacada, compuestos por tres cubos de 5cm x 5cm x 5cm cada uno, desarmables mediante pernos que permitían desencofrar con mayor facilidad y finalmente se utilizó una prensa para compactar cada cubo y evitar vacíos dentro de la mezcla.



Tijeras de jardinero

Balanza



Vasos precipitados y varilla agitadora



Prensa Century



Molde de madera, 3 cubos de 5x5x5cm

Fotografía 1: Instrumentos utilizados para la experimentación.
Fuente: Propia.

2.2. PROCESO DE FABRICACIÓN

2.2.1. OBTENCIÓN DE FIBRAS DE TOTORA

En base al estudio de “Totora material de construcción” por Juan Fernando Hidalgo Cordero, (2007), la totora se desarrolla durante la época lluviosa y madura cada seis meses, por lo que se puede generar dos cosechas al año. El día 10 de Noviembre se realizó el corte de las fibras, mismas que se dejaron reposar durante tres meses, para lograr un secado adecuado y la pérdida total de humedad de las fibras; para su cosecha se requirió herramientas como machete y tijeras de jardinero; se realizaron los cortes a 5cm por encima de la superficie del agua, lo más cercano a la raíz con una longitud aproximadamente de 3.50 metros de cada fibra, de esta manera permitiremos la regeneración de la planta. Su almacenamiento fue en un lugar abierto con una constante ventilación pero donde no exista contacto directo con el sol para evitar que se quemaran, de igual manera la lluvia ya que se puede generar hongos y la putrefacción del tallo, lo que provocaría una gran pérdida del material.

Una vez que se deja a secar la fibra durante 90 días, se procedió a su trituration el cual se realizó en un lugar donde se muelen granos secos, con un molino industrial de alta capacidad, fabricado en acero inoxidable, modelo: FS160 FS230 FS320 FS370 FS450 FS600; se obtuvieron fibras con diferentes dimensiones, siendo la más grande de 5mm. aproximadamente, y la más pequeña en partículas finas.



Fotografía 2: Lugar de extracción en el sector de San Joaquín, almacenamiento para secado y trituration.

Fuente: Propia.

2.2.2. CÁLCULO DE DOSIFICACIONES

Para la determinación de la densidad de la totora, en un recipiente de volumen conocido (700cm^3), se llenó en tres capas iguales prensando cada una de estas para eliminar vacíos que se pudieran generar y se registró su peso. Este proceso se repitió 10 veces con el fin de obtener un resultado veraz.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de la totora}}{\text{Volumen del recipiente para ensayo}}$$

$$\text{Densidad de la totora} = \frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3} = 0,39\text{gr/cm}^3$$

El valor de la densidad de la totora fue constante para todas las mezclas realizadas para esta investigación.

Para la determinación de la densidad del aglomerante, se llenó en un recipiente de volumen conocido (variable), y se registró su peso. Este proceso se repitió 3 veces.

$$\text{Densidad del aglomerante} = \frac{\text{Peso del aglomerante (gr)}}{\text{Volumen del recipiente para ensayo (cm}^3\text{)}}$$

Previo a verter el aglomerante en el recipiente de volumen conocido, este fue debidamente diluido, en la consistencia que se utilizó para la mezcla con totora.

El volumen de cada molde que se fabricó para esta investigación fue de 125cm^3 ($5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm}$), se empleó tres mezclas con dosificaciones de 80%, 70% y 60% para cada aglomerante. Al ser tres moldes, su volumen fue 375cm^3 ; al momento de colocar la mezcla de la fibra triturada con el aglomerante tuvo un alto grado de complejidad ya que al ser cantidades bajas de volumen de mezcla fabricado, se adherían al recipiente de mezclado, guantes, etc., por lo que se adicionó el 50%, 60% hasta 70% de su volumen de mezcla total, garantizando de esta manera la cantidad necesaria y homogeneidad de la mezcla.

Del total del volumen de mezcla que se obtuvo al mayorar con el 50%, 60% o 70%, se realizó las siguientes dosificaciones:

1ra dosificación: 80% de totora finamente triturada más el 20% de aglomerante,

2da dosificación: 70% de totora finamente triturada más el 30% de aglomerante,

3ra dosificación: 60% de totora finamente triturada más el 40% de aglomerante.

Entonces;

- Volumen del molde: $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm} = 125\text{cm}^3$
- Volumen de tres moldes: $125\text{cm}^3 \times 3 = 375\text{cm}^3$
- Volumen de mezcla mayorada (50% de desperdicio): $375\text{cm}^3 + 50\% = 562.5\text{cm}^3$
- Volumen de mezcla mayorada (60% de desperdicio): $375\text{cm}^3 + 60\% = 600\text{cm}^3$
- Volumen de mezcla mayorada (70% de desperdicio): $375\text{cm}^3 + 70\% = 637.5\text{cm}^3$

Al conocer los volúmenes de mezcla total que se necesitaría para realizar las probetas, se obtuvo los pesos exactos tanto de la totora como aglomerante según los porcentajes de mezcla que se fabricó, por ejemplo:

Para un volumen de mezcla mayorada de 600cm^3 , donde usaríamos una dosificación de 80% de totora y 20% de aglomerante, entonces:

- $600\text{cm}^3 \times 80\% = 480\text{cm}^3$
- $600\text{cm}^3 \times 20\% = 120\text{cm}^3$

Estos valores serían los volúmenes de cada uno de los materiales que se necesitará para la fabricación de la mezcla.

La densidad obtenida de la totora era de $0.39\text{gr}/\text{cm}^3$ y la densidad del aglomerante tomado para este ejemplo (cola de pez) es de $0.95\text{gr}/\text{cm}^3$. Al obtener estos datos, se pudo determinar el peso exacto para la determinación del material a emplearse de acuerdo a su peso.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

$$\text{Peso} = \text{Densidad} \times \text{Volumen}$$

- Peso de la totora = $0.39\text{gr}/\text{cm}^3 \times 480\text{cm}^3 = 187.2\text{gr}$.
- Peso del aglomerante = $0.95\text{gr}/\text{cm}^3 \times 120\text{cm}^3 = 114\text{gr}$.

2.2.3. PREPARACIÓN DE PROBETAS

El encofrado del molde cúbico, es encerado con vaselina de manera que la mezcla no se adhiera al momento de desencofrarlo, se colocó el material dentro del molde cúbico en tres capas secuencialmente compactadas, para evitar espacios vacíos en el interior, después de realizar este procedimiento a los 3 prototipos de cada aglomerante utilizado, se prensó conjuntamente las probetas con una tira de madera y se dejó durante 24 horas para evitar un posible esponjamiento, finalmente se desencofró las muestras y se colocaron en un lugar ventilado, evitando el contacto directo con el sol y la lluvia; se dejó reposar durante 21 días con la finalidad de secar o fraguar cada aglomerante utilizado, para garantizar un secado completo, todas las probetas fueron llevadas al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas. Una vez cumplido este lapso de tiempo las probetas fueron sometidas a los ensayos de compresión y corte o cizallamiento.



Fotografía 3: Pasos de prensado, encofrado , desencofrado y secado de muestras.

Fuente: Propia.

2.2.4. AGLOMERANTES UTILIZADOS: Para el desarrollo de la experimentación, en la zona del Azuay se dispuso de los siguientes adhesivos.

Origen animal: Cola de pez, cola de huesos, cera de abeja y lanolina.

Origen vegetal: Goma arábica, almidón de arroz, almidón de trigo, almidón de yuca, melaza de caña de azúcar y sábila.

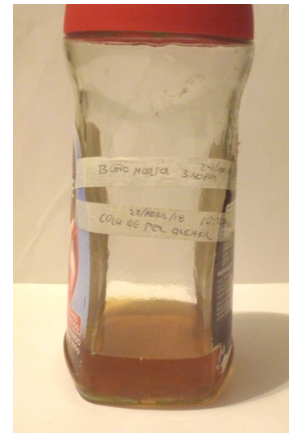
Origen sintético: Acetato de polivinilo (cola blanca)

- **COLA DE PEZ**

Se consiguió el producto granulado, para su preparación se colocó dosificaciones en relación 1:2 de cola de pez y alcohol; se dejó reposar durante 24 horas y se calentó a baño maría, a una temperatura máxima de 60° C., durante 15 minutos hasta que se diluyó y la mezcla fue homogénea.



Cola de pez en forma de gránulos



24 horas de reposo, dosificación 1:2 de cola de pez con alcohol.



Mezcla caliente a baño maría.

Fotografía 4: Elaboración de muestras con cola de pez.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	$\text{Densidad fibra de totora} = \frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3} \quad D = 0,39 \text{ gr/cm}^3$	$\text{Densidad (cola de pez)} = \frac{38 \text{ gr}}{40 \text{ cm}^3} \quad D = 0,95 \text{ gr/cm}^3$
--	--	--

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 30 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	162,5 cm ³	80	20	162,5 cm ³ x 80% = 130 cm ³	162,5 cm ³ x 20% = 32,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 130 cm ³				P= 50,7 gr
		Peso (cola de pez)= 0,95 gr/cm ³ * 32,5 cm ³				P= 30,8 gr

DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	70	30	187,5 cm ³ x 70% = 131,25 cm ³	187,5 cm ³ x 30% = 56,25 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 131,25 cm ³				P= 51,18 gr
		Peso (cola de pez)= 0,95 gr/cm ³ * 56,25 cm ³				P= 53,43 gr

DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	60	40	187,5 cm ³ x 60% = 112,5 cm ³	187,5 cm ³ x 40% = 75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 112,5 cm ³				P= 43,8 gr
		Peso (cola de pez)= 0,95 gr/cm ³ * 75 cm ³				P= 71,2 gr

Tabla 5: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 5: Elaboración de muestras con cola de pez.

Fuente: Propia.

- **COLA DE HUESOS**

Este producto se consiguió en forma de gránulos que para diluirlo, la cola de huesos se dosificó en una proporción 1:3, aglomerante con agua respectivamente y se dejó reposar la mezcla durante 24 horas, luego se calentó a baño maría a una temperatura que no sobrepase los 70° C. hasta su completa dilución; el resultado fue positivo ya que se obtuvo una sustancia con la consistencia requerida y de fácil de manipulación al momento que se mezcló con la fibra de totora.



Cola de huesos en forma de gránulos



24 horas de reposo, dosificación 1:3 de cola de huesos con agua.



Mezcla caliente a baño maría.

Fotografía 6: Elaboración de muestras con cola de huesos.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

Densidad = $\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	Densidad fibra de totora = $\frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$	D = 0,39 gr/cm ³	Densidad (cola de huesos) = $\frac{21 \text{ gr}}{20 \text{ cm}^3}$	D = 1,05 gr/cm ³
---	--	-----------------------------	---	-----------------------------

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (cola de huesos)= 1,05 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 39,3 gr

DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	70	30	212,5 cm ³ x 70% = 148,75 cm ³	212,5 cm ³ x 30% = 63,75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 148,75 cm ³				P= 58,01 gr
		Peso (cola de huesos)= 1,05 gr/cm ³ * 63,75 cm ³				P= 66,93 gr

DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	65	35	212,5 cm ³ x 65% = 138,12 cm ³	212,5 cm ³ x 35% = 74,37 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 138,12 cm ³				P= 53,8 gr
		Peso (cola de huesos)= 1,05 gr/cm ³ * 74,37 cm ³				P= 78,09 gr

Tabla 6: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 7: Elaboración de muestras con cola de huesos.

Fuente: Propia.

- **CERA DE ABEJA**

La cera que es segregado por las abejas, se obtuvo de una colmena; se calentó a baño maría a fuego lento durante 30 minutos, hasta que se convirtió en cera líquida apropiada para su aplicación, el inconveniente de este aglomerante es que únicamente se puede realizar la mezcla con la fibra cuando esta se encuentra caliente, el material se empieza a endurecer rápidamente mientras se enfría, para ello fue necesario el uso de guantes para mayor protección, lo cual resultó un poco complicado de manipular.



Cera de abeja sin disolver



Cera de abeja caliente a baño maría.

Fotografía 8: Elaboración de muestras con cera de abeja.
Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

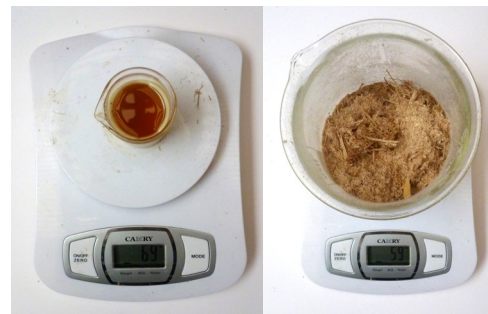
$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	$\text{Densidad fibra de totora} = \frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$	$D = 0,39 \text{ gr/cm}^3$	$\text{Densidad (cera de abeja)} = \frac{10 \text{ gr}}{10 \text{ cm}^3}$	$D = 1 \text{ gr/cm}^3$
--	---	----------------------------	---	-------------------------

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (cera de abeja)= 1 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 37,5 gr

DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	70	30	212,5 cm ³ x 70% = 148,75 cm ³	212,5 cm ³ x 30% = 63,75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 148,75 cm ³				P= 58,01 gr
		Peso (cera de abeja)= 1 gr/cm ³ * 63,75 cm ³				P= 63,7 gr

DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	60	40	212,5 cm ³ x 60% = 127,5 cm ³	212,5 cm ³ x 40% = 85 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 127,5 cm ³				P= 49,7 gr
		Peso (cera de abeja)= 1 gr/cm ³ * 85 cm ³				P= 85 gr

Tabla 7: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.
Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 9: Elaboración de muestras con cera de abeja.
Fuente: Propia.

- **LANOLINA**

La lanolina se adquirió en forma sólida en envases pequeños, se calentó a baño maría a baja temperatura durante 5 minutos, la mezcla de la lanolina se lo realizó enseguida ya que al enfriarse, este se endureció nuevamente. Su consistencia es bastante líquida y aceitosa lo cual facilitó el proceso de la mezcla con la fibra en las tres dosificaciones señaladas.



Lanolina en forma sólida



Diluido a baño maría

Fotografía 10: Elaboración de muestras con lanolina.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	$\text{Densidad fibra de totora} = \frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3} \quad D = 0,39 \text{ gr/cm}^3$	$\text{Densidad Aglomerante (lanolina)} = \frac{21 \text{ gr}}{31 \text{ cm}^3} \quad D = 0,67 \text{ gr/cm}^3$
--	--	---

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (lanolina)= 0,67 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 25,1 gr

DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	70	30	212,5 cm ³ x 70% = 148,75 cm ³	212,5 cm ³ x 30% = 63,75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 148,75 cm ³				P= 58,01 gr
		Peso (lanolina)= 0,67 gr/cm ³ * 63,75 cm ³				P= 42,71 gr

DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	60	40	212,5 cm ³ x 60% = 127,5 cm ³	212,5 cm ³ x 40% = 85 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 127,5 cm ³				P= 49,7 gr
		Peso (lanolina)= 0,67 gr/cm ³ * 85 cm ³				P= 56,9 gr

Tabla 8: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 11: Elaboración de muestras con lanolina.

Fuente: Propia.

- **GOMA ARÁBIGA**

La goma arábica se consiguió en forma de gránulos, los cuales se requirió diluir para su uso, para ello se dosificó en proporción 1:1 de goma arábica y agua respectivamente y se dejó reposar la mezcla durante 12 horas, para así conseguir una sustancia más viscosa, luego se calentó a baño maría a una temperatura que no supere los 70° C., hasta que se diluyó y finalmente se obtuvo un aglomerante con la consistencia requerida.



Goma arábica en forma de gránulos



12 horas de reposo, dosificación 1:1 de goma arábica con agua.



Mezcla caliente a baño maría.

Fotografía 12: Elaboración de muestras con goma arábica.

Fuente: Propia.

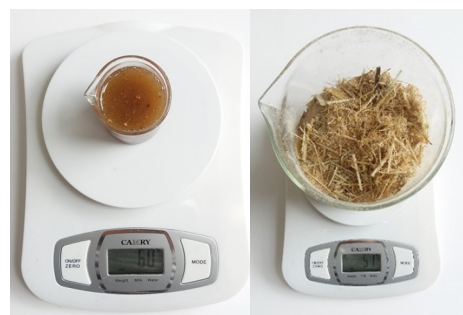
- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

Densidad = $\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	Densidad fibra de totora = $\frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$	D = 0,39 gr/cm ³	Densidad (goma arábica) = $\frac{16 \text{ gr}}{15 \text{ cm}^3}$	D = 1,06 gr/cm ³
---	--	-----------------------------	---	-----------------------------

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (goma arábica)= 1,06 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 39.7 gr
DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	70	30	187,5 cm ³ x 70% = 131,25 cm ³	187,5 cm ³ x 30% = 56,25 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 131,25 cm ³				P= 51,18 gr
		Peso (goma arábica)= 1,06 gr/cm ³ * 56,25 cm ³				P= 59,62 gr
DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	60	40	187,5 cm ³ x 60% = 112,5 cm ³	187,5 cm ³ x 40% = 75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 112,5 cm ³				P= 43,8 gr
		Peso (goma arábica)= 1,06 gr/cm ³ * 75 cm ³				P= 79,5 gr

Tabla 9: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 13: Elaboración de muestras con goma arábica.

Fuente: Propia.

- **ALMIDÓN DE ARROZ**

Para la elaboración de las probetas, se realizó la mezcla con una proporción de 1:4 de almidón de arroz y agua respectivamente, después se prosiguió con su cocción a fuego lento durante 30 minutos hasta que se consiguió una pasta espesa blanquecina y finalmente se dejó enfriar durante 5-7 minutos para poder manipular al momento de mezclar con la fibra de totora.



Cocción del almidón de arroz

Dosificación 1:4 de almidón de arroz con agua y fibra de totora

Fotografía 14: Elaboración de muestras con almidón de arroz.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

Densidad = $\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	Densidad fibra de totora = $\frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$	D = 0,39 gr/cm ³	Densidad (almidón de arroz) = $\frac{34 \text{ gr}}{25 \text{ cm}^3}$	D = 1,36 gr/cm ³
---	--	-----------------------------	---	-----------------------------

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (almidón de arroz)= 1,36 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 51 gr

DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	70	30	187,5 cm ³ x 70% = 131,25 cm ³	187,5 cm ³ x 30% = 56,25 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 131,25 cm ³				P= 51,18 gr
		Peso (almidón de arroz)= 1,36 gr/cm ³ * 56,25 cm ³				P= 76,5 gr

DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 60 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	200 cm ³	60	40	200 cm ³ x 60% = 120 cm ³	200 cm ³ x 40% = 80 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 120 cm ³				P= 46,8 gr
		Peso (almidón de arroz)= 1,36 gr/cm ³ * 80 cm ³				P= 108,8 gr

Tabla 10: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 15: Elaboración de muestras con almidón de arroz.

Fuente: Propia.

- **ALMIDÓN DE TRIGO**

Para la elaboración del aglomerante, las dosificaciones utilizadas fueron con una proporción 1:5 de almidón de trigo con agua respectivamente, donde la mezcla se calentó durante 30 segundos en microondas después se removió el contenido y se repitió este procedimiento cuatro veces; cada vez que se calentó, resultó una pasta más gelatinosa y complicada de moldear.



Dosificación 1:5 de almidón de trigo con agua

Mezcla de agua y almidón

Calentado en microondas durante 30 segundos.

Fotografía 16: Elaboración de muestras con almidón de trigo.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

Densidad = $\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	Densidad fibra de totora = $\frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$	D = 0,39 gr/cm ³	Densidad (almidón de trigo) = $\frac{17 \text{ gr}}{15 \text{ cm}^3}$	D = 1,13 gr/cm ³
---	--	-----------------------------	---	-----------------------------

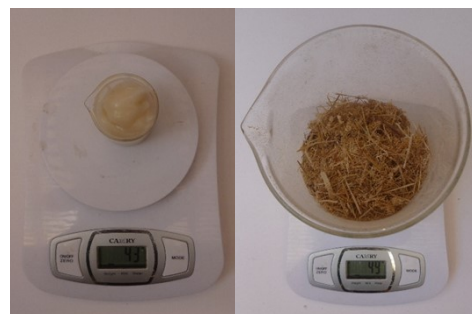
DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (almidón de trigo)= 1,13 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 42.3 gr

DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	70	30	187,5 cm ³ x 70% = 131,25 cm ³	187,5 cm ³ x 30% = 56,25 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 131,25 cm ³				P= 51,18 gr
		Peso (almidón de trigo)= 1,13 gr/cm ³ * 56,25 cm ³				P= 63,5 gr

DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 60 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	200 cm ³	60	40	200 cm ³ x 60% = 120 cm ³	200 cm ³ x 40% = 80 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 120 cm ³				P= 46,8 gr
		Peso (almidón de trigo)= 1,13 gr/cm ³ * 80 cm ³				P= 90.4 gr

Tabla 11: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 17: Dosificaciones y desencofrado.

Fuente: Propia.

- **ALMIDÓN DE YUCA**

Para la cantidad necesaria de este almidón, fue necesario el uso de 3 yucas, primero se las peló, se rayó cada una y con una tela que se utiliza para tamizar, se colocó a la yuca rayada para cernirla, de este proceso se obtuvo únicamente líquido el material y se dejó reposar en un recipiente para que el almidón se asiente, luego se cernió por segunda vez y se dejó secar durante 2 horas hasta obtener un polvo muy fino, finalmente se calienta a baja temperatura 400gr de agua con 2 cucharadas de almidón hasta que hierva y se obtiene una pasta espesa lista para mezclar con la fibra de totora.



Yuca pelada

Yuca rayada y tela de para pasar café

Yuca antes y después de cernir

Almidón de yuca

Fotografía 18: Elaboración de muestras con almidón de yuca.

Fuente: Propia.

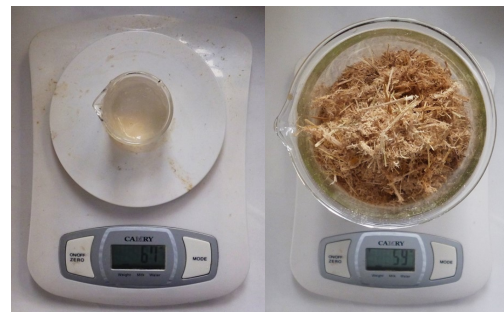
- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

Densidad = $\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	Densidad fibra de totora = $\frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$ D = 0,39 gr/cm ³	Densidad Aglomerante (almidón de yuca) = $\frac{21 \text{ gr}}{31 \text{ cm}^3}$ D = 0,67 gr/cm ³
---	--	--

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (almidón de yuca)= 0,97 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 36,3 gr
DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	70	30	212,5 cm ³ x 70% = 148,75 cm ³	212,5 cm ³ x 30% = 63,75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 148,75 cm ³				P= 58,01 gr
		Peso (almidón de yuca)= 0,97 gr/cm ³ * 63,75 cm ³				P= 61,83 gr
DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	60	40	212,5 cm ³ x 60% = 127,5 cm ³	212,5 cm ³ x 40% = 85 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 127,5 cm ³				P= 49,7 gr
		Peso (almidón de yuca)= 0,97 gr/cm ³ * 85 cm ³				P= 82,4 gr

Tabla 12: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 19: Elaboración de muestras con almidón de yuca.

Fuente: Propia.

- **MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR**

La melaza es proveniente del Valle de Yunguilla, su extracción se la hace mediante un proceso de trituración, cristalización y saturación del azúcar de la caña, se forma una masa que pasa por un mezclador hasta dejar un material menos espeso que procede nuevamente por el mismo proceso y finalmente se almacena para su uso. Al conseguir el producto ya elaborado, para la preparación de las probetas, únicamente se removió la melaza con una vara de vidrio, su consistencia era la adecuada para manipular y finalmente se prosiguió con la mezcla de las diferentes dosificaciones.



Un litro y medio de melaza de caña de azúcar.



Consistencia de melaza de caña de azúcar.

Fotografía 20: Elaboración de muestras con melaza de caña de azúcar.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

Densidad = $\frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	Densidad fibra de totora = $\frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$ D = 0,39 gr/cm ³	Densidad (melaza de caña de azúcar) = $\frac{17 \text{ gr}}{10 \text{ cm}^3}$ D = 1,7 gr/cm ³
---	--	--

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (melaza de caña de azúcar)= 1,7 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 63,7 gr
DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	70	30	212,5 cm ³ x 70% = 148,75 cm ³	212,5 cm ³ x 30% = 63,75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 148,75 cm ³				P= 58,01 gr
		Peso (melaza de caña de azúcar)= 1,7 gr/cm ³ * 63,75 cm ³				P= 108,3 gr
DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	65	35	212,5 cm ³ x 65% = 138,12 cm ³	212,5 cm ³ x 35% = 74,3 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 138,12 cm ³				P= 53,8 gr
		Peso (melaza de caña de azúcar)= 1,7 gr/cm ³ * 74,3 cm ³				P= 126,4 gr

Tabla 13: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 21: Elaboración de muestras con melaza de caña de azúcar

Fuente: Propia.

- **SÁBILA**

Para la obtención de la sábila, se consiguió previamente las hojas de penco, después con un cuchillo se extrajo la cáscara del mismo, y se prosiguió a la extracción de la sábila, una vez que se adquirió la cantidad necesaria, se licuó todo hasta obtener una sustancia viscosa y finalmente se aplicó a la fibra de totora triturada. Sin embargo requirió de mayor tiempo de mezclado debido a su consistencia.



Hojas cortadas de penco para extracción



Extracción de sábila



Licuado de sábila

Fotografía 22: Elaboración de muestras con sábila.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	$\text{Densidad fibra de totora} = \frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3} \quad D = 0,39 \text{ gr/cm}^3$	$\text{Densidad Aglomerante (sábila)} = \frac{18 \text{ gr}}{45 \text{ cm}^3} \quad D = 0,4 \text{ gr/cm}^3$
--	--	--

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (sábila)= 0,4 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 15 gr

DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	70	30	212,5 cm ³ x 70% = 148,75 cm ³	212,5 cm ³ x 30% = 63,75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 148,75 cm ³				P= 58,01 gr
		Peso (sábila)= 0,4 gr/cm ³ * 63,75 cm ³				P= 25,5 gr

DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	60	40	212,5 cm ³ x 60% = 127,5 cm ³	212,5 cm ³ x 40% = 85 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 127,5 cm ³				P= 49,7 gr
		Peso (sábila)= 0,4 gr/cm ³ * 85 cm ³				P= 34 gr

Tabla 14: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 23: Elaboración de muestras con sábila.

Fuente: Propia.

- **COLA BLANCA INDUSTRIAL**

El acetato de polivinilo o cola blanca, es aplicable en diferentes superficies naturales como la madera; es el adhesivo de origen sintético utilizado para realizar la comparación de resistencias de los diferentes aglomerantes de origen natural. Al intentar usar únicamente la goma, este resultó ser muy espeso y complicado al momento de mezclar con la fibra de totora, por lo que se añadió agua con una proporción 2:1 de goma y agua respectivamente, una vez realizada esta mezcla se obtuvo una mejor consistencia y se prosiguió con la elaboración de probetas.



Envase de cola blanca para madera



Dosificación 2:1 de cola blanca con agua

Fotografía 24: Elaboración de muestras con cola blanca.

Fuente: Propia.

- **DETERMINACIÓN DE PESOS DE AGLOMERANTE Y FIBRA PARA CADA DOSIFICACIÓN.**

$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$	$\text{Densidad fibra de totora} = \frac{273 \text{ gr}}{700 \text{ cm}^3}$	$D = 0,39 \text{ gr/cm}^3$	$\text{Densidad Aglomerante (cola blanca)} = \frac{27 \text{ gr}}{25 \text{ cm}^3}$	$D = 1,08 \text{ gr/cm}^3$
--	---	----------------------------	---	----------------------------

DOSIFICACIÓN 1	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 50 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	187,5 cm ³	80	20	187,5 cm ³ x 80% = 150 cm ³	187,5 cm ³ x 20% = 37,5 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 150 cm ³				P= 58,5 gr
		Peso (cola blanca)= 1,08 gr/cm ³ * 37,5 cm ³				P= 40,5 gr
DOSIFICACIÓN 2	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	70	30	212,5 cm ³ x 70% = 148,75 cm ³	212,5 cm ³ x 30% = 63,75 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 148,75 cm ³				P= 58,01 gr
		Peso (cola blanca)= 1,08 gr/cm ³ * 63,75 cm ³				P= 68,85 gr
DOSIFICACIÓN 3	volumen total recipiente	volumen total recipiente + 70 %	% totora	% aglomerante	volumen totora del %	volumen aglomerante del %
	125 cm ³	212,5 cm ³	60	40	212,5 cm ³ x 60% = 127,5 cm ³	212,5 cm ³ x 40% = 85 cm ³
Peso = Densidad * Volumen		Peso (totora)= 0,39 gr/cm ³ * 127,5 cm ³				P= 49,7 gr
		Peso (cola blanca)= 1,08 gr/cm ³ * 85 cm ³				P= 91,8 gr

Tabla 15: Cálculo para dosificaciones en relación al peso que se necesita para la preparación de la mezcla.

Fuente: Propia.



Dosificación de aglomerante y fibra de totora triturada



Desencofrado de muestras

Fotografía 25: Elaboración de muestras con cola blanca.

Fuente: Propia.

2.2.5. ELABORACIÓN DE ENSAYOS

Una vez desencofrado los dos moldes de totora triturada con los aglomerantes naturales, se dejó secar en lugar fresco durante 21 días, para que las probetas adquirieran su máxima resistencia y se continuo con los ensayos porcentaje de humedad, compresión y corte, con el fin de determinar cual de los adhesivos naturales utilizados, es el más resistente además de comparar con el adhesivo sintético.

2.2.5.1. ENSAYO DE HUMEDAD

Esta prueba se la realizó tanto a los aglomerantes de origen natural como al de origen sintético, mediante secado en horno, primero se pesó cada una de las muestras a los 21 días de secado, donde se determinó el peso húmedo de las diferentes dosificaciones, después se colocó las probetas en el horno a una temperatura de 110°C. durante 24 horas, y finalmente se determinó el peso seco; Los resultados fueron los siguientes.

Aglomerante natural	Dosificaciones (%)	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
1) Almidón de trigo	80 - 20	54,93	47,7
	70 - 30	48,37	46,26
	60 - 40	43,7	37,21
2) Cola de pez	80 - 20	60,4	52,79
	70 - 30	68,55	61,05
	60 - 40	66,18	59,76
3) Goma arábica	80 - 20	54,77	46,98
	70 - 30	79,33	79,21
	60 - 40	85,07	69,64
4) Cola de huesos	80 - 20	60,57	51,71
	70 - 30	65,77	55,71
	60 - 40	67,49	56,21
5) Almidón de arroz	80 - 20	48,34	42,16
	70 - 30	48,04	41,31
	60 - 40	47,69	41,14

Aglomerante natural	Dosificaciones (%)	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)
6) Melaza de caña de azúcar	80 - 20	103,25	88,06
	70 - 30	138,35	113,04
	65 - 35	143,24	116,56
7) Cera de abeja	80 - 20	90,56	71,31
	70 - 30	114,52	103,34
	60 - 40	125,9	105,23
8) Sábila	80 - 20	55,74	53,86
	70 - 30	52,56	50,45
	60 - 40	40,38	38,97
9) Lanolina	80 - 20	75,73	69,18
	70 - 30	97,52	92,05
	60 - 40	102,66	98,23
10) Almidón de yuca	80 - 20	58,78	50,59
	70 - 30	55,32	44,09
	60 - 40	51,68	37,68
11) Cola blanca	80 - 20	68,95	60,34
	70 - 30	79,68	63,98
	60 - 40	79,11	65,73

Tabla 16: Pesos húmedos y secos de cada aglomerante.

Fuente: Propia.

PORCENTAJES DE HUMEDAD: En base a los pesos obtenidos se determinará los porcentajes de humedad y para ello se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

	DOSIFICACIÓN 80% - 20%		DOSIFICACIÓN 70% - 30%		DOSIFICACIÓN 60% - 40%	
ALMIDÓN DE TRIGO	$\% \text{ Humedad} = \frac{54,93 - 47,7}{47,7} \times 100 =$	15,16%	$\% \text{ Humedad} = \frac{48,37 - 46,26}{46,26} \times 100 =$	4,56%	$\% \text{ Humedad} = \frac{43,7 - 37,21}{37,21} \times 100 =$	17,44%
COLA DE PEZ	$\% \text{ Humedad} = \frac{60,4 - 52,79}{52,79} \times 100 =$	14,42%	$\% \text{ Humedad} = \frac{68,55 - 61,05}{61,05} \times 100 =$	12,29%	$\% \text{ Humedad} = \frac{66,18 - 59,76}{59,76} \times 100 =$	10,74%
GOMA ARÁBIGA	$\% \text{ Humedad} = \frac{54,77 - 46,98}{46,98} \times 100 =$	16,58%	$\% \text{ Humedad} = \frac{79,33 - 79,21}{79,21} \times 100 =$	0,15%	$\% \text{ Humedad} = \frac{85,07 - 69,64}{69,64} \times 100 =$	22,16%
COLA DE HUESOS	$\% \text{ Humedad} = \frac{60,57 - 51,71}{51,71} \times 100 =$	17,13%	$\% \text{ Humedad} = \frac{65,77 - 55,71}{55,71} \times 100 =$	18,05%	$\% \text{ Humedad} = \frac{67,49 - 56,21}{56,21} \times 100 =$	20,08%
ALMIDÓN DE ARROZ	$\% \text{ Humedad} = \frac{48,34 - 42,16}{42,16} \times 100 =$	14,66%	$\% \text{ Humedad} = \frac{48,04 - 41,01}{41,01} \times 100 =$	17,14%	$\% \text{ Humedad} = \frac{47,69 - 41,14}{41,14} \times 100 =$	15,92%
MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	$\% \text{ Humedad} = \frac{103,25 - 88,06}{88,06} \times 100 =$	17,25%	$\% \text{ Humedad} = \frac{138,35 - 113,04}{113,04} \times 100 =$	22,39%	$\% \text{ Humedad} = \frac{143,24 - 116,56}{116,56} \times 100 =$	22,89%
CERA DE ABEJA	$\% \text{ Humedad} = \frac{90,56 - 71,31}{71,31} \times 100 =$	26,99%	$\% \text{ Humedad} = \frac{114,52 - 103,34}{103,34} \times 100 =$	10,82%	$\% \text{ Humedad} = \frac{125,9 - 105,23}{105,23} \times 100 =$	12,59%
SÁBILA	$\% \text{ Humedad} = \frac{55,74 - 53,86}{53,86} \times 100 =$	3,49%	$\% \text{ Humedad} = \frac{52,56 - 50,45}{50,45} \times 100 =$	4,18%	$\% \text{ Humedad} = \frac{40,38 - 38,97}{38,97} \times 100 =$	3,62%
LANOLINA	$\% \text{ Humedad} = \frac{75,73 - 69,18}{69,18} \times 100 =$	9,47%	$\% \text{ Humedad} = \frac{97,52 - 92,05}{92,05} \times 100 =$	5,94%	$\% \text{ Humedad} = \frac{102,66 - 98,23}{98,23} \times 100 =$	4,51%
ALMIDÓN DE YUCA	$\% \text{ Humedad} = \frac{58,78 - 50,59}{50,59} \times 100 =$	16,19%	$\% \text{ Humedad} = \frac{55,32 - 44,09}{44,09} \times 100 =$	25,47%	$\% \text{ Humedad} = \frac{51,68 - 37,68}{37,68} \times 100 =$	37,16%
COLA BLANCA	$\% \text{ Humedad} = \frac{68,95 - 60,34}{60,34} \times 100 =$	14,27%	$\% \text{ Humedad} = \frac{79,68 - 63,98}{63,98} \times 100 =$	23,91%	$\% \text{ Humedad} = \frac{79,11 - 65,73}{65,73} \times 100 =$	20,36%

Tabla 17: Porcentaje de humedad de cada aglomerante.

Fuente: Propia.

El aglomerante con dosificación 80% - 20% que tiene mayor porcentaje de humedad es la cera de abeja con el 26,99% y el de menor porcentaje es la sábila con el 3,49%; con porcentaje 70% - 30% el de mayor porcentaje de humedad es el almidón de yuca con 24,47% y el de menor es la goma arábica con 0,15%; finalmente con porcentaje 60% - 40%, el de mayor porcentaje de humedad es el almidón de yuca con 37,16% y el de menor porcentaje es la sábila con 3,62%.

2.2.5.2. ENSAYO A COMPRESIÓN

Para realizar este ensayo, se utilizó la máquina modelo: ADR TOUCH-ELE International 100000kg empleado para la compresión de materiales más duros como: hormigones, ladrillos y adobes; en el caso de elementos sensibles como la fibra de totora, se utilizó un deformímetro BAKER PLUNGER DIAL GAUGE TYPE J62A para dar lectura a los valores de carga.

A cada una de las dosificaciones pertenecientes a los diferentes aglomerantes, se determinó la altura y deformación a un 10%, luego se centra la muestra en la placa base de la máquina y se ajusta hasta hacer contacto entre el pistón superior con la probeta, una vez realizado este proceso, los lectores de carga y deformación se fijan en cero y se aplica la carga a una velocidad constante. En el deformímetro principal de la máquina, se van tomando las lecturas en divisiones cada 10 deformaciones.



Máquina de compresión

(ADR TOUCH-ELE International 100000kg)



Deformímetro

(BAKER PLUNGER DIAL GAUGE TYPE J62A)

Fotografía 26: Máquina para ensayo de compresión y deformímetro.

Fuente: Propia.

Finalmente los valores obtenidos de la lectura del dial, al estar en libras, se los transformó en kg/cm^2 para graficar las curvas y conocer los resultados, del mismo modo se realizó este procedimiento para cada aglomerante utilizado. (Ver anexos).

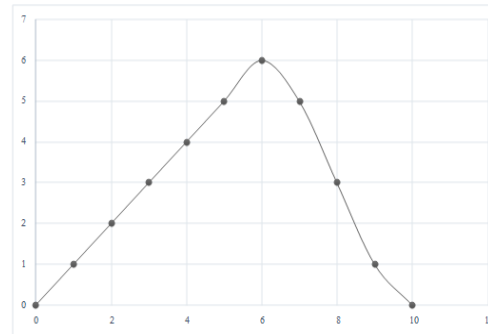
Aplicado la siguiente fórmula de ELE International: $Y \text{ (libras)} = 0,3094 * X \text{ (carga dial)} + 0,4319$

Durante la elaboración de los ensayos a compresión puede ocurrir tres casos:

1. Durante el incremento de la carga existe un alargamiento que toma una pendiente positiva en el diagrama esfuerzo-deformación hasta que la carga alcanza su valor máximo y el esfuerzo correspondiente en ese punto, se denomina esfuerzo último. Finalmente la carga empieza a disminuir.
2. Al incrementar la carga, la deformación empieza a aumentar rápidamente hasta que la curva de *esfuerzo deformación* asume luego una pendiente cada vez más corta, hasta que en un punto X de la curva se vuelve horizontal, donde se presenta un alargamiento considerable, con un incremento prácticamente inapreciable; el material se vuelve plástico, es decir que puede deformarse sin un incremento en la carga aplicada durante cuatro lecturas como mínimo.
3. La deformación sobrepasa el 10% de la deformación establecida y previamente calculada; mantiene el material un esponjamiento constante, por lo que no presenta un valor determinado.

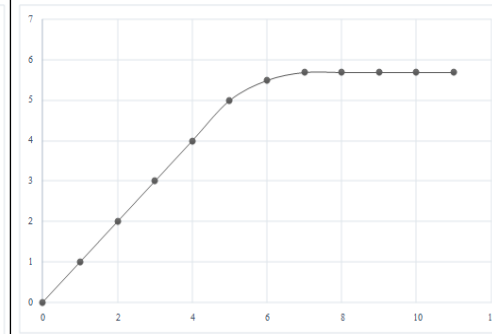
Muestra tipo 1

La carga aplicada llega a una resistencia máxima y disminuye.



Muestra tipo 2

La carga aplicada se mantiene constante durante cuatro lecturas.



Muestra tipo 3

La carga aplicada sobrepasa el 10% de la deformación establecida.

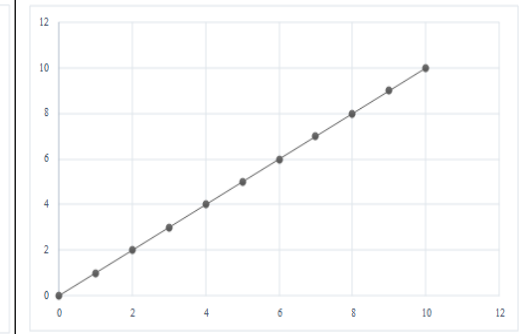


Figura 23: Tipos de curvas (esfuerzo-deformación).
Fuente: Propia.

Durante la elaboración de ensayos, se presentó dos de los tipos de fallas antes mencionado (M1/M3), en este caso las probetas alcanzaron una resistencia máxima y la carga disminuyó.

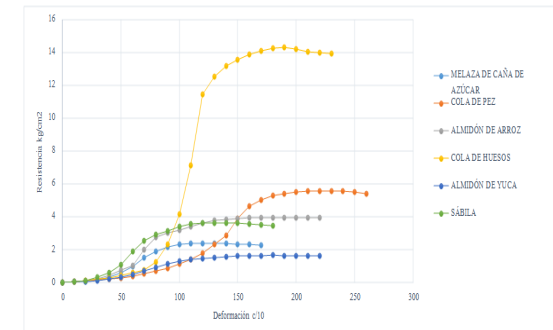
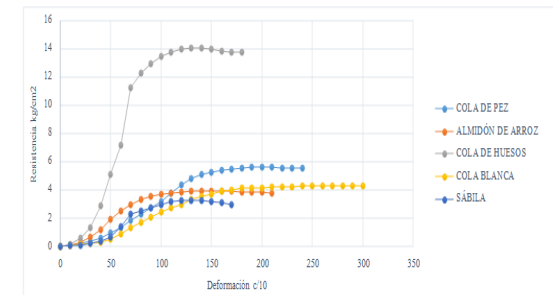
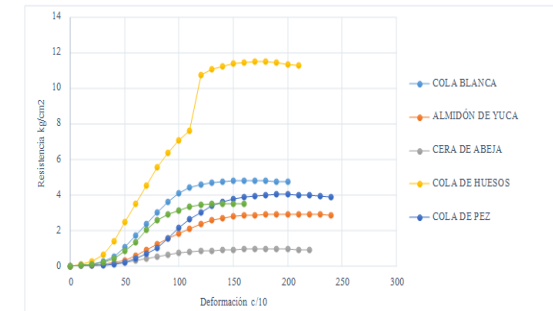
CÁLCULOS DE ENSAYO A COMPRESIÓN: Muestra tipo 1

Dosificaciones 80% - 20%	
Aglomerante	Resistencia máxima (kg/cm ²)
Cola de pez	4,02
Cola de huesos	11,49
Melaza de caña de azúcar	3,5
Cera de abeja	0,95
Almidón de yuca	2,9
Cola blanca	4,8

Dosificaciones 70% - 30%	
Aglomerante	Resistencia máxima (kg/cm ²)
Cola de pez	5,6
Cola de huesos	14,04
Almidón de arroz	3,9
Cola blanca	4,26
Sábila	3,28

Dosificaciones 60% - 40%	
Aglomerante	Resistencia máxima (kg/cm ²)
Cola de pez	5,57
Cola de huesos	14,31
Almidón de arroz	3,94
Melaza de caña de azúcar	2,36
Almidón de yuca	1,63
Sábila	3,63

Tabla 18: Resistencia máxima (muestra tipo 1).
Fuente: Propia.

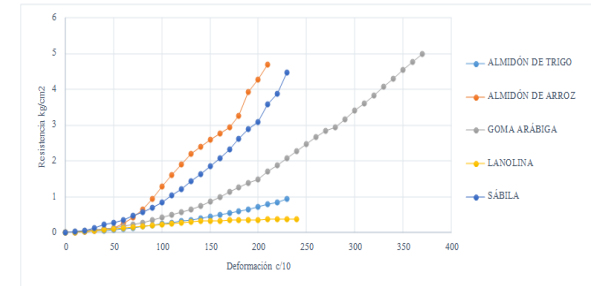


En las tres situaciones, los resultados más altos fueron del aglomerante “cola de huesos” con una resistencia máxima de 11,49kg/cm² con dosificación de 80% fibra y 20% aglomerante; 14,04kg/cm² con dosificación 70% - 30% y 14,31kg/cm² con dosificación de 60% - 40%, superando con más del 50% de resistencia del adhesivo de origen sintético en este caso la “cola blanca”, el cual obtuvo los siguientes resultados: dosificación 80% - 20% con 4,8kg/cm² y dosificación 70% - 30% con 4,26kg/cm².

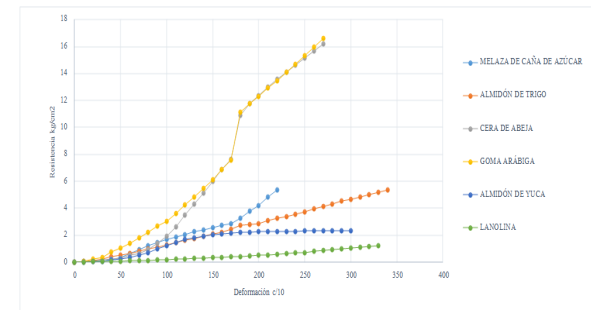
En el segundo caso la carga subió y sobrepasó el 10% de la deformación, por lo que se dio lectura hasta la máxima capacidad de la máquina y los resultados fueron los siguientes: dosificación 80% - 20% el aglomerante con mayor resistencia fue el almidón de arroz con 4,70kg/cm²; 70% - 30% la cera de abeja con 14,13kg/cm² y finalmente 60% - 40% la cera de abeja con 19,02kg/cm², superando de igual manera a la “cola blanca”.

CÁLCULOS DE ENSAYO A COMPRESIÓN: Muestra tipo 3

Dosificaciones 80% - 20%	
Aglomerante	Resistencia máxima (al 10% de deformación)
Almidón de trigo	0,94
Almidón de arroz	4,70
Goma arábica	1,00
Sábila	2,89
Lanolina	0,37



Dosificaciones 70% - 30%	
Aglomerante	Resistencia máxima (al 10% de deformación)
Melaza de caña de azúcar	5,36
Almidón de trigo	2,79
Cera de abeja	14,13
Goma arábica	11,75
Almidón de yuca	2,27
Lanolina	0,55



Dosificaciones 60% - 40%	
Aglomerante	Resistencia máxima (al 10% de deformación)
Cera de abeja	19,02
Goma arábica	4,72
Lanolina	0,51
Cola blanca	3,50

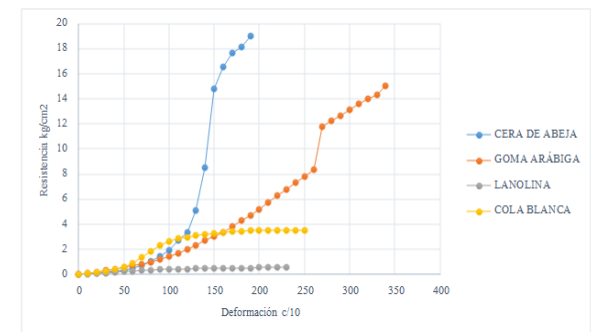


Tabla 19: Resistencia máxima (muestra tipo 3).

Fuente: Propia.

2.2.5.3. ENSAYO A CORTE

Para la elaboración de estos ensayos, primero se midió la mitad a cuatro de sus caras, señalándolas con marcador para mejor precisión, luego se realizó el corte con una sierra a cada una de las muestras, dejándolas en forma de una L. Una vez que se realizó este proceso, se tomaron las medidas respectivas para obtener el área de contacto; finalmente, en la maquina General Electric Tri Clad Motor modelo 5K180HJ204A, se adaptó a una para corte TINIUS OLSEN TESTING MACHINE CO, en donde se coloca la probeta de tal manera que, la carga se aplique en la parte más baja como se indica en el gráfico a continuación y finalmente se procedió a ensayar todas las mezclas.



Fotografía 27: máquina TINIUS OLSEN TESTING MACHINE CO.
Fuente: Propia.

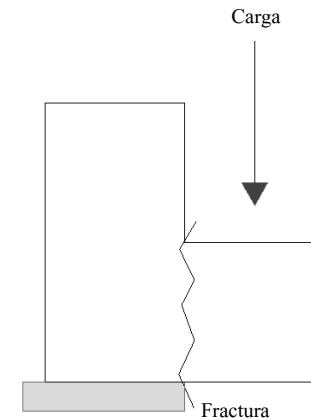


Figura 24: ensayo de corte
Fuente: Propia.



Fotografía 28: Fracturas de corte en las probetas.
Fuente: Propia.

Aplicado la siguiente fórmula:
$$\text{Esfuerzo} = \frac{\text{carga (kg)}}{\text{área (cm}^2\text{)}}$$

Los resultados obtenidos de la resistencia máxima en el ensayo de corte, fueron los siguientes:

Aglomerantes	Resistencia máxima (kg/cm ²) 80% - 20%	Resistencia máxima (kg/cm ²) 70% - 30%	Resistencia máxima (kg/cm ²) 60% - 40%
Almidón de trigo	sin valor	3,09	11,43
Cola de pez	sin valor	18,27	19,1
Goma arábica	11,08	sin valor	25,22
Cola de huesos	2,95	10,52	15,06
Almidón de arroz	24,85	30,58	0,72
Melaza de caña de azúcar	1,17	5,46	3,76
Cera de abeja	sin valor	14,36	8,96
Sábila	12,46	1,42	9,55
Lanolina	sin valor	0,89	0,75
Almidón de yuca	2,67	1,40	6,82
Cola blanca	6,35	6,13	6,28

Tabla 20: Resistencia máxima (ensayo de corte).

Fuente: Propia.

La resistencia máxima obtenida con dosificación 80% - 20% es del almidón de arroz con un total de 24,85kg/cm²; con dosificación 70% -30% de igual forma el almidón de arroz con 30,58kg/cm² y finalmente con dosificación 60% - 40% la goma arábica con 25,22kg/cm².

En algunos casos, las probetas fallaron antes de que el sistema marque una resistencia, es por eso que en la tabla se coloca sin valor.



3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Descripción de resultados obtenidos durante la elaboración de la presente investigación, conclusiones y recomendaciones para futuros estudios académicos.

- **Extracción de materia prima**

Durante la cosecha se debe considerar únicamente fibras de totora con una altura entre los 3 y los 3,5m., debido a que son las más maduras, y poseen menor porcentaje de humedad, desechando las más deterioradas o que presenten algún tipo de imperfección (pudrición, quebradizas, etc.), luego de los tres meses de secado, se hace una selección de las que se encuentren en mejor estado; se procedió al corte de cada una con dimensión máxima de 3cm para su trituración y de esta manera se obtuvo pedazos de hasta 1cm el más grande y un polvo muy fino, con el cual se pudo trabajar durante la experimentación.

- **Elaboración de aglomerantes**

Luego de investigar sobre aglomerantes de origen sintético, animal y vegetal dentro del marco teórico, se determinó diez adhesivos de origen natural disponibles en la zona del Austro, estos fueron: almidón de arroz, almidón de trigo, almidón de yuca, goma arábiga, cola de huesos, cola de pez, cera de abeja, melaza de caña de azúcar, sábila y lanolina; los mismos que al momento de preparar se tuvo algunos inconvenientes como por ejemplo, en el caso de la cera de abeja, únicamente se puede mezclar con la fibra de totora cuando esta en estado caliente ya que al enfriarse, se endurece dificultando la manipulación; de igual manera, al momento de licuar la sábila, tomó una consistencia muy viscosa y requería mayor tiempo de mezclado; la cola de pez, no se diluyó al mezclarse con agua a pesar que se dejó reposar durante más tiempo del indicado previamente (24 horas), por lo que fue necesario mezclarlo con alcohol y reposar 24 horas el material para obtener una mezcla homogénea. El proceso de fabricación de los demás aglomerantes no presentó dificultad y en la mayoría se diluyó el material a baño maría.

- **Elaboración de probetas**

Una vez preparados los diferentes aglomerantes, la mezcla de cada uno con la fibra triturada de totora, se la realizó en tres muestras para cada aglomerante, y a la vez para cada dosificación de manera que se obtuvo un promedio para determinar la mejor entre ellas, luego se colocó la mezcla dentro del molde de madera con medidas de 5cm x 5cm x 5cm., previamente engrasado, se prensó y se dejó durante 24 horas hasta su desencofrado, después de los 21 días se pudo observar que algunas muestras presentaron moho como en el caso de la cola blanca y los almidones (de arroz, trigo y yuca), otras se tornaron de color verdoso en su base como la goma arábiga y la cola de pez, con respecto a los demás aglomerantes, su aspecto no presentó ninguna observación adicional.

- **Ensayos**

Se realizó tres tipos de ensayos, el primero fue sobre el porcentaje de humedad, el ensayo a compresión y finalmente el de corte o cizallamiento.

Contenido de humedad: Las probetas al ser pesadas con una exactitud de 0,01g se obtuvo valores precisos de peso húmedo, después son secadas en el horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas, y se pesan cada una obteniendo el peso seco, finalmente se determinó que el porcentaje de humedad mas alto (dosificación 80% - 20%) es el de cera de abeja con 26,99% y el más bajo el de la sábila con 3,49%; (dosificación 70% - 30%) el más alto fue el almidón de yuca con 25,47% y el más bajo de la goma arábica con 0,15%; (dosificación 60% - 40%) el más alto fue el almidón de yuca con 37,16% y el mas bajo la sábila con 3,62%.

Compresión: Según lo experimentado, el adhesivo con mejor resistencia en relación a los demás aglomerantes de origen natural e incluso al de origen industrial, es la cola de huesos, las fuerzas de adherencia en sus tres dosificaciones, supera más del 50% a la cola blanca con los siguientes valores: (dosificación 80% - 20%) 11,49kg/cm²; (dosificación 70% - 30%) 14,04kg/cm² y (dosificación 60% - 40%) 14,31kg/cm².

Corte o cizallamiento: La resistencia máxima obtenida en las diferentes dosificación fueron los siguientes: (80% - 20%) es del almidón de arroz con un total de 24,85kg/cm²; (70% -30%) de igual forma el almidón de arroz con 30,58kg/cm² y finalmente con dosificación (60% - 40%) la goma arábica con 25,22kg/cm², los cuales al igual que en el ensayo de compresión, la resistencia al corte es superior en los tres casos a la resistencia de la cola blanca que presentó los siguientes valores: (80% - 20%) con 6,35kg/cm²; (70% - 30%) con 6,13kg/cm²; y (60% - 40%) con 6,28kg/cm².

CONCLUSIONES

- Al no contar con una norma vigente y disponible que trate sobre aglomerantes de origen sintético y natural, esta investigación fue realizada mediante experimentos y ensayos a compresión y corte, para determinar de esta manera su adherencia.
- Se ha determinado que la mayor parte de las colas utilizadas, no poseen una ficha técnica por lo que se ha observado que ninguna es igual a otra ya sea por su origen, composición, propiedades y características que las diferencian unas de otras por medio de la experimentación, además, se ha podido entender su comportamiento y anticipar las modificaciones que puede sufrir a lo largo del tiempo durante el fraguado.
- La correcta manipulación y mezcla de los aglomerantes con la fibra triturada es de suma importancia para obtener una homogeneidad en la adhesión y fraguado de los materiales.
- Los adhesivos a partir de almidón de yuca, arroz y trigo, luego de reposar durante los 21 días, presentaron moho en la parte inferior de la muestra, por lo que es necesario buscar un tipo de tratamiento para el mismo.
- Según lo experimentado, el adhesivo con mejor resistencia en relación a los demás aglomerantes de origen natural e incluso al de origen industrial, es la cola de huesos, las fuerzas de adherencia supera más del 50% a la cola blanca con un valor de 14,31 kg/cm² en la dosificación de 60%, 14,04 kg/cm² en la de 70% y 11,49 kg/cm² con el de 80%, por lo que se recomienda su análisis y aplicación en futuras investigaciones.
- En los últimos tiempos, se busca impulsar el desarrollo de nuevas alternativas constructivas más ecológicas y saludables, productos bajo un nuevo concepto, sin descartar la posibilidad de que los consumidores puedan elegir un amplia gama de materiales adecuados a sus necesidades y que a la vez sean amigables con el medio ambiente, como en este caso la elaboración de adhesivos menos nocivos.

RECOMENDACIONES

- Para la preparación de los diferentes aglomerantes, es de gran importancia el uso de equipo de protección, para evitar posibles alergias, quemaduras, etc., ya que los materiales usados en algunos casos son mas complicados de remover o manipular como la cera de abeja, la sábila y especialmente la cola de pez ya diluida con alcohol, que al contactarse con el agua produce una reacción haciéndola adherir fuertemente a cualquier superficie y tornándose de color blanco.
- Realizar un estudio económico y de rentabilidad sobre los aglomerantes naturales con respecto a los de origen sintético para así determinar una proyección en ventas y aplicación en futuras propuestas innovadoras.
- Para futuras investigaciones, realizar mezclas en diferentes porcentajes de los aglomerantes vegetales y animales que nos dieron resultados de resistencia más altos en esta investigación. También utilizar mezclas de aglomerantes naturales con dosis muy bajas de adhesivos sintéticos de tal manera que sean rentables.
- Se podría continuar el análisis, con otros adhesivos naturales que no se consideró en este documento, ya que no son disponibles en la zona del Austro, abriendo así un campo de estudio para futuras investigaciones y aplicaciones.

4. REFERENCIAS

- Abaroa, M. V. (2014). *Adhesivos Sintéticos: riesgo higiénico de resinas y otros componentes*.
- Alarcón, F., & Dufour, D. (1998). *Almidón de yuca en Colombia. Producción y recomendaciones. Tomo 1*. Cali.
- Bailach, C., Fuster, L., Yúsa, D., Talens, P., & Palomino, S. (2012). *Gelatinas y colas para el uso en tratamientos de restauración*. Valencia.
- Camanero, R. (2009). *Breve Historia de los aglomerantes*. Quito.
- Dávila, K. (2010). *Industria de los Productos y Subproductos de origen animal*.
- Domínguez, R. N., Vázquez, I. A., González, J. A., Calderón, G., & López, G. F. (2012). *El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria*. México.
- Dominguez, J. G. (2013). *Materiales de Construcción*.
- Dziedzic, J. (1991). *A focus on gums. Food technology*.
- EcoHabitar. (2013). Los morteros y la técnica de la pintura mural romana. *EcoHabitar*.
- Fernández, C. (2014). *RESTAURACIÓN Y MOBILIARIO*. Obtenido de <https://www.artevertece.com/Articulo~x~Cola-de-hueso-en-perlas-200gr~IDArticulo~4135.html>
- Flores, C., G. F., & Isac, J. (2012). *Introducción a la química de los polímeros biodegradables*.
- Frihart, C. R. (2005). *Wood adhesion and adhesives*.
- Gracia, O. (s.f.). *La goma arábiga: Una maravilla natural que nos beneficia a todos*.
- León, D. G., & Tapia, K. J. (2013). *Procesos de extracción del mishqui y elaboración del chaguarmishqui en Ñamarín, provincia del Azuay*.
- López, L. F. (2016). *Estudio del comporramiento de adhesivos y de sus propiedades físico-químicas aplicados sobre soporte lúneo*.
- Marchiori, C. (2015). *Arquitectura en tierra de la prehistoria y prohistoria en el próximo oriente*.
- Martínez, C., & Zamarrón, E. (2006). *Candelilla, del desierto mexicano hacia el mundo*.
- Méndez, E. M. (2008). *Revista Cemento-Hormigón*. Obtenido de <http://www.cemento-hormigon.com/>
- Miravete, A. (1994). *Los nuevos materiales en la construcción*. Zaragoza.

- Ortiz, J. I., & Cabrera, E. R. (2005). *Goma Arábica en el vino*.
- Ortiz, L. M. (2007). *Obtención y caracterización de almidones de malanga, arroz y maíz ceroso modificados por extrusión termoplástica para su uso como encapsulantes de aceite esencial de naranja*. Xalapa, Veracruz.
- Pajuelo, A. G. (2002). *La cera de abeja, control y factores de calidad*.
- Proaño, E. D., & Salamanca, J. I. (2012). *Diseño y construcción de un panel absorbente con materiales de residuo sólido*. Bogotá D.C.
- Ridner, E. (2006). *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Buenos Aires.
- S/N. (Agosto de 1878). Obituary. Horace H. Day. *The New York Times*.
- S/N. (2012). *Universidad Autónoma de Nuevo León*. Obtenido de http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020148241/1020148241_02.pdf
- S/N. (2013). *OENOFRANCE*. Obtenido de https://www.az3oen.com/wp-content/uploads/2015/02/FT_OF_COLA-DE-PESCADO_ES3.pdf
- S/N. (s.f.). *LosAdhesivos.com*. Obtenido de <https://www.losadhesivos.com/historia-de-los-adhesivos.html>
- SEEDUC, P. (2014). *Ponto Ciencia*. Obtenido de www.pontociencia.org.br
- Senra, C. (2013). *My tale i teach*. Obtenido de <https://mytaleiteach.com/2013/04/03/como-preparar-un-medium-de-goma-arabiga>
- Silva, M., Encalada, K., & Valle, V. (2017). *Estudio de cera carnauba como compatibilizante en mezclas poli - almidón de achira*. Quito.
- srl, C. R. (2003). *Productos para restauración y artesanía*. Obtenido de https://www.restauro-online.com/epages/63807438.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/63807438/Products/231
- Tao, A. O. (2013). *Monografías*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos13/animal/animal.shtml>
- Traschikoff, V., Huerta, L., & García, E. (2013). *Acetatos de vinilo y polivinilo, pegamentos de hule*.

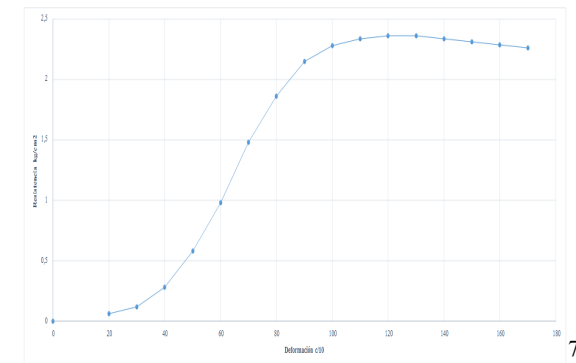
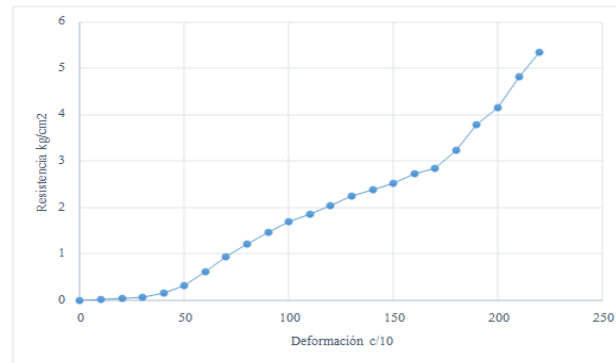
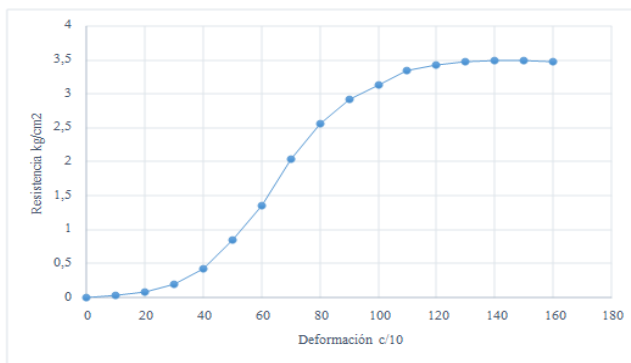
5. ANEXOS

REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS EN ENSAYO A COMPRESIÓN (PROMEDIOS)

MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,030	0,029	0,032	0,03
20	0,075	0,074	0,077	0,08
30	0,195	0,194	0,197	0,20
40	0,424	0,423	0,426	0,42
50	0,840	0,841	0,842	0,84
60	1,351	1,352	1,353	1,35
70	2,047	2,048	2,049	2,05
80	2,557	2,558	2,559	2,56
90	2,925	2,926	2,927	2,93
100	3,129	3,131	3,132	3,13
110	3,344	3,346	3,347	3,35
120	3,427	3,430	3,431	3,43
130	3,478	3,476	3,477	3,48
140	3,502	3,500	3,501	3,50
150	3,502	3,500	3,501	3,50
160	3,478	3,476	3,477	3,48

MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,026	0,027	0,026	0,03
20	0,040	0,041	0,041	0,04
30	0,077	0,079	0,078	0,08
40	0,171	0,172	0,171	0,17
50	0,326	0,328	0,327	0,33
60	0,612	0,611	0,608	0,61
70	0,942	0,941	0,938	0,94
80	1,222	1,221	1,218	1,22
90	1,482	1,481	1,478	1,48
100	1,692	1,691	1,688	1,69
110	1,862	1,861	1,858	1,86
120	2,053	2,053	2,052	2,05
130	2,245	2,246	2,245	2,25
140	2,395	2,395	2,394	2,39
150	2,534	2,534	2,534	2,53
160	2,750	2,750	2,750	2,75
170	2,850	2,851	2,850	2,85
180	3,250	3,251	3,250	3,25
190	3,780	3,781	3,780	3,78
200	4,170	4,170	4,170	4,17
210	4,830	4,830	4,830	4,83
220	5,360	5,361	5,360	5,36

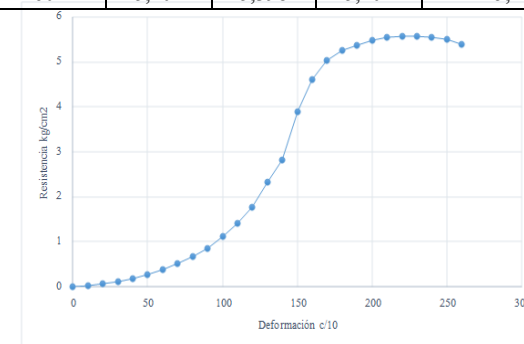
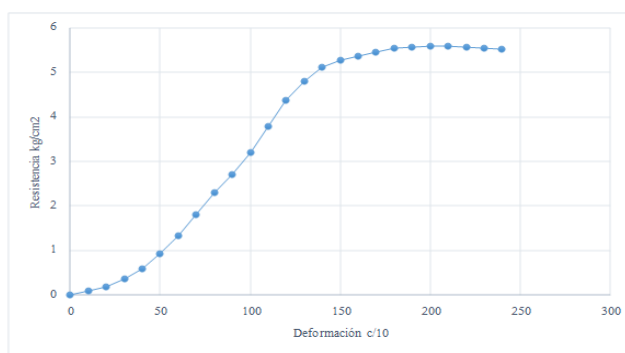
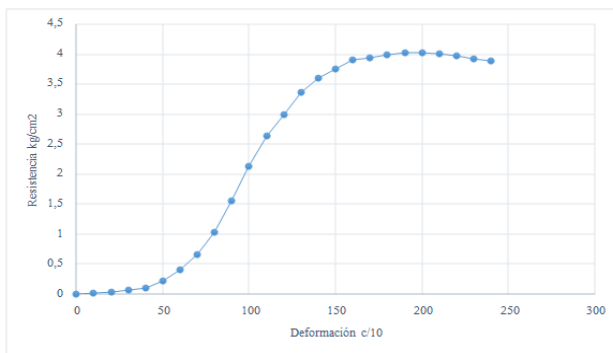
MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,060	0,059	0,060	0,06
20	0,120	0,119	0,120	0,12
30	0,280	0,279	0,280	0,28
40	0,581	0,570	0,589	0,58
50	0,981	0,970	0,989	0,98
60	1,481	1,470	1,489	1,48
70	1,861	1,850	1,869	1,86
80	2,150	2,149	2,150	2,15
90	2,280	2,279	2,280	2,28
100	2,340	2,338	2,340	2,34
110	2,360	2,358	2,360	2,36
120	2,360	2,358	2,360	2,36
130	2,340	2,339	2,340	2,34
140	2,319	2,311	2,300	2,31
150	2,299	2,291	2,280	2,29
160	2,269	2,261	2,250	2,26



COLA DE PEZ				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,015	0,016	0,013	0,02
20	0,030	0,030	0,028	0,03
30	0,059	0,060	0,057	0,06
40	0,106	0,102	0,105	0,10
50	0,225	0,221	0,224	0,22
60	0,409	0,405	0,408	0,41
70	0,667	0,663	0,666	0,66
80	1,039	1,036	1,038	1,04
90	1,554	1,552	1,554	1,55
100	2,130	2,127	2,129	2,13
110	2,643	2,639	2,642	2,64
120	3,002	2,998	3,001	3,00
130	3,371	3,367	3,370	3,37
140	3,595	3,596	3,593	3,60
150	3,750	3,751	3,749	3,75
160	3,904	3,905	3,903	3,90
170	3,940	3,941	3,938	3,94
180	3,988	3,988	3,986	3,99
190	4,023	4,022	4,024	4,02
200	4,023	4,022	4,024	4,02
210	4,012	4,010	4,012	4,01
220	3,976	3,975	3,977	3,98
230	3,929	3,926	3,928	3,93
240	3,893	3,890	3,892	3,89

COLA DE PEZ				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,092	0,088	0,091	0,09
20	0,192	0,188	0,191	0,19
30	0,371	0,360	0,379	0,37
40	0,591	0,580	0,599	0,59
50	0,931	0,920	0,939	0,93
60	1,341	1,330	1,349	1,34
70	1,812	1,808	1,811	1,81
80	2,302	2,298	2,301	2,30
90	2,712	2,708	2,711	2,71
100	3,202	3,198	3,201	3,20
110	3,792	3,788	3,791	3,79
120	4,372	4,368	4,371	4,37
130	4,798	4,801	4,802	4,80
140	5,118	5,121	5,122	5,12
150	5,268	5,271	5,272	5,27
160	5,362	5,358	5,361	5,36
170	5,462	5,458	5,461	5,46
180	5,542	5,538	5,541	5,54
190	5,582	5,578	5,581	5,58
200	5,592	5,588	5,591	5,59
210	5,602	5,598	5,601	5,60
220	5,560	5,579	5,571	5,57
230	5,530	5,549	5,541	5,54
240	5,510	5,529	5,521	5,52

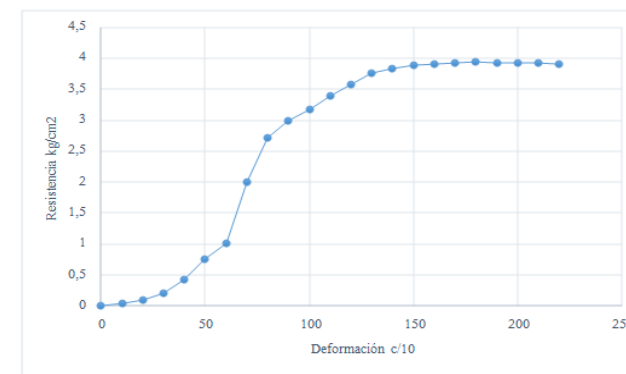
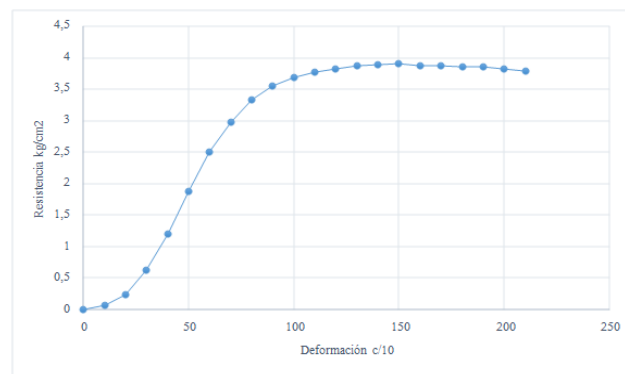
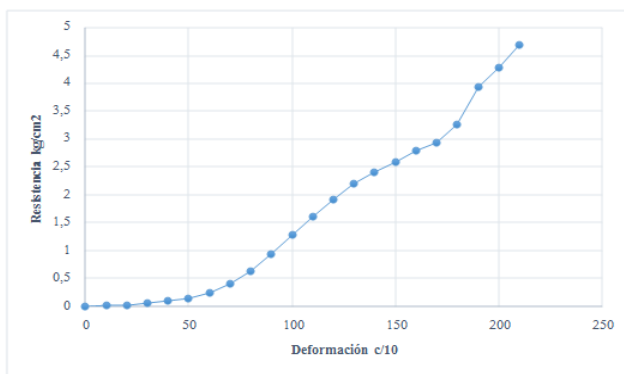
COLA DE PEZ				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,032	0,028	0,031	0,03
20	0,072	0,068	0,071	0,07
30	0,121	0,122	0,118	0,12
40	0,181	0,182	0,178	0,18
50	0,271	0,272	0,268	0,27
60	0,382	0,378	0,381	0,38
70	0,522	0,518	0,521	0,52
80	0,681	0,670	0,689	0,68
90	0,861	0,850	0,869	0,86
100	1,111	1,100	1,119	1,11
110	1,402	1,398	1,401	1,4
120	1,772	1,768	1,771	1,77
130	2,332	2,328	2,331	2,33
140	2,832	2,828	2,831	2,83
150	3,892	3,888	3,891	3,89
160	4,622	4,618	4,621	4,62
170	5,039	5,031	5,020	5,03
180	5,269	5,261	5,250	5,26
190	5,389	5,381	5,370	5,38
200	5,499	5,491	5,480	5,49
210	5,559	5,551	5,540	5,55
220	5,572	5,568	5,571	5,57
230	5,572	5,568	5,571	5,57
240	5,551	5,548	5,552	5,55
250	5,501	5,498	5,502	5,5
260	5,402	5,398	5,401	5,4



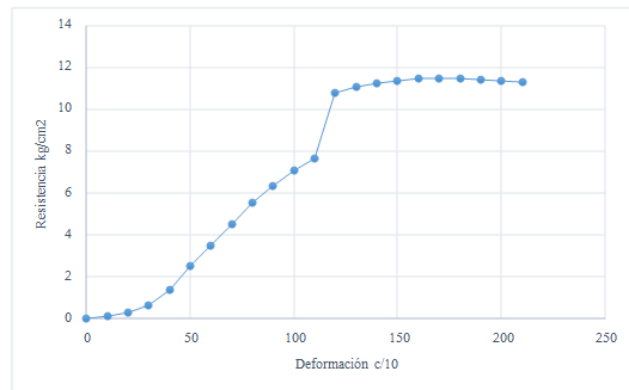
ALMIDÓN DE ARROZ				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,018	0,016	0,017	0,02
20	0,027	0,025	0,027	0,03
30	0,052	0,050	0,051	0,05
40	0,096	0,094	0,095	0,09
50	0,143	0,141	0,142	0,14
60	0,254	0,252	0,253	0,25
70	0,418	0,416	0,417	0,42
80	0,643	0,640	0,642	0,64
90	0,941	0,938	0,940	0,94
100	1,287	1,284	1,287	1,29
110	1,605	1,602	1,604	1,60
120	1,917	1,915	1,917	1,92
130	2,195	2,194	2,195	2,19
140	2,415	2,414	2,415	2,41
150	2,591	2,590	2,591	2,59
160	2,791	2,789	2,790	2,79
170	2,941	2,939	2,940	2,94
180	3,270	3,271	3,269	3,27
190	3,940	3,941	3,939	3,94
200	4,281	4,279	4,280	4,28
210	4,701	4,699	4,700	4,70

ALMIDÓN DE ARROZ				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,062	0,060	0,061	0,06
20	0,244	0,245	0,245	0,24
30	0,621	0,622	0,622	0,62
40	1,202	1,204	1,205	1,20
50	1,874	1,876	1,877	1,88
60	2,504	2,506	2,507	2,51
70	2,971	2,973	2,974	2,97
80	3,325	3,328	3,328	3,33
90	3,561	3,559	3,560	3,56
100	3,683	3,681	3,682	3,68
110	3,769	3,767	3,768	3,77
120	3,830	3,828	3,829	3,83
130	3,879	3,876	3,878	3,88
140	3,891	3,888	3,890	3,89
150	3,903	3,900	3,902	3,90
160	3,879	3,877	3,878	3,88
170	3,878	3,877	3,878	3,88
180	3,866	3,864	3,866	3,87
190	3,854	3,851	3,853	3,85
200	3,818	3,815	3,817	3,82
210	3,793	3,791	3,792	3,79

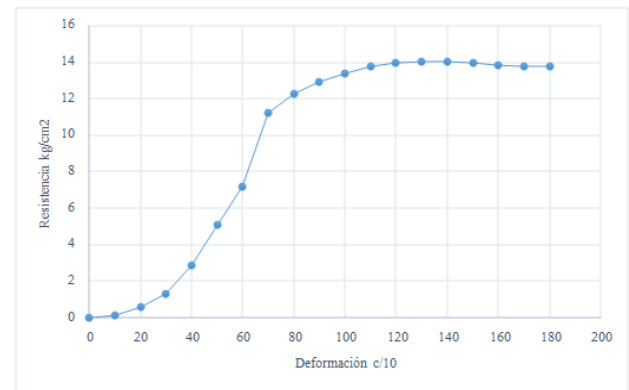
ALMIDÓN DE ARROZ				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,034	0,032	0,034	0,03
20	0,083	0,085	0,085	0,08
30	0,201	0,203	0,202	0,20
40	0,419	0,420	0,420	0,42
50	0,748	0,749	0,749	0,75
60	1,009	1,010	1,010	1,01
70	2,008	2,006	2,007	2,01
80	2,722	2,722	2,721	2,72
90	2,989	2,988	2,987	2,99
100	3,172	3,171	3,170	3,17
110	3,401	3,399	3,400	3,40
120	3,590	3,588	3,589	3,59
130	3,766	3,764	3,765	3,76
140	3,847	3,845	3,846	3,85
150	3,904	3,898	3,900	3,90
160	3,917	3,911	3,913	3,91
170	3,931	3,925	3,927	3,93
180	3,941	3,938	3,940	3,94
190	3,927	3,926	3,928	3,93
200	3,927	3,926	3,928	3,93
210	3,928	3,926	3,927	3,93
220	3,914	3,912	3,913	3,91



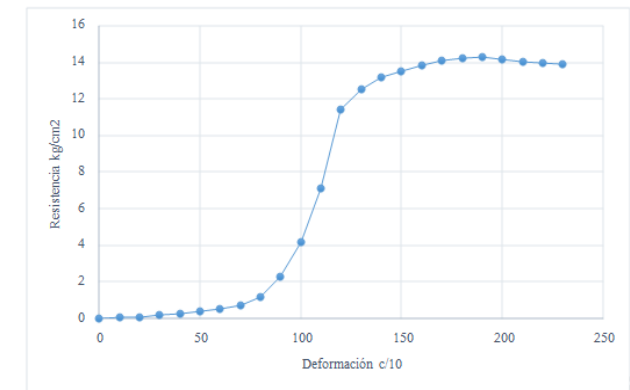
COLA DE HUESOS				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,110	0,108	0,103	0,11
20	0,277	0,272	0,279	0,28
30	0,619	0,613	0,621	0,62
40	1,399	1,394	1,401	1,40
50	2,492	2,500	2,498	2,50
60	3,493	3,502	3,500	3,50
70	4,533	4,542	4,540	4,54
80	5,545	5,543	5,537	5,54
90	6,364	6,362	6,357	6,36
100	7,074	7,072	7,066	7,07
110	7,636	7,634	7,629	7,63
120	10,773	10,771	10,774	10,77
130	11,076	11,074	11,077	11,08
140	11,274	11,272	11,275	11,27
150	11,403	11,401	11,395	11,40
160	11,486	11,484	11,479	11,48
170	11,496	11,495	11,489	11,49
180	11,494	11,493	11,491	11,49
190	11,452	11,451	11,449	11,45
200	11,379	11,378	11,376	11,38
210	11,319	11,317	11,312	11,32



COLA DE HUESOS				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,119	0,117	0,120	0,12
20	0,573	0,571	0,574	0,57
30	1,338	1,335	1,338	1,34
40	2,872	2,866	2,868	2,87
50	5,122	5,115	5,118	5,12
60	7,169	7,162	7,165	7,17
70	11,228	11,226	11,220	11,22
80	12,253	12,251	12,246	12,25
90	12,903	12,901	12,896	12,90
100	13,414	13,419	13,421	13,42
110	13,769	13,774	13,777	13,77
120	13,959	13,958	13,952	13,96
130	14,020	14,018	14,013	14,02
140	14,033	14,040	14,039	14,04
150	13,962	13,970	13,968	13,97
160	13,840	13,848	13,846	13,84
170	13,777	13,775	13,769	13,77
180	13,756	13,754	13,749	13,75



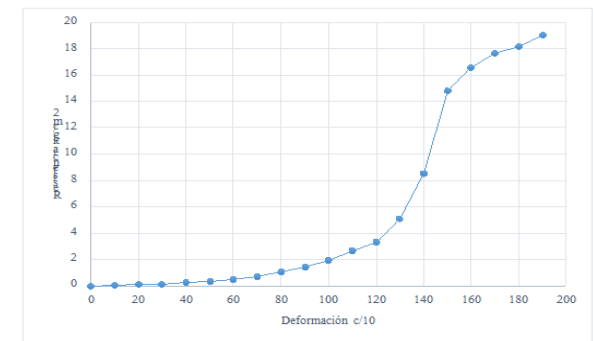
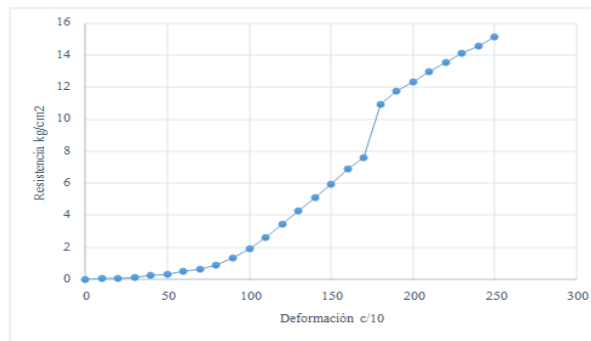
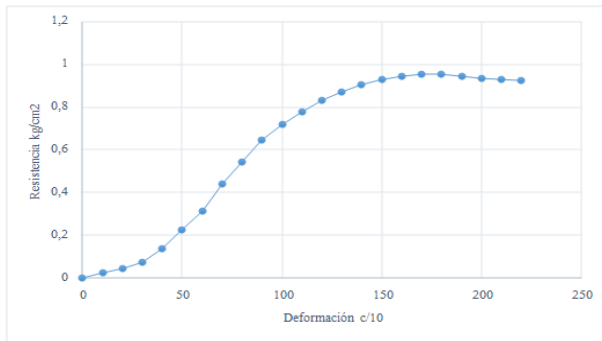
COLA DE HUESOS				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,044	0,042	0,037	0,04
20	0,081	0,079	0,074	0,08
30	0,175	0,173	0,167	0,17
40	0,266	0,261	0,268	0,26
50	0,389	0,383	0,391	0,39
60	0,552	0,547	0,554	0,55
70	0,752	0,750	0,745	0,75
80	1,205	1,203	1,198	1,20
90	2,283	2,282	2,276	2,28
100	4,149	4,148	4,142	4,15
110	7,112	7,111	7,105	7,11
120	11,449	11,440	11,444	11,44
130	12,540	12,533	12,537	12,54
140	13,203	13,201	13,196	13,20
150	13,550	13,548	13,543	13,55
160	13,879	13,877	13,872	13,88
170	14,081	14,079	14,073	14,08
180	14,240	14,238	14,233	14,24
190	14,307	14,313	14,313	14,31
200	14,180	14,186	14,185	14,18
210	14,052	14,059	14,058	14,06
220	13,985	13,983	13,978	13,98
230	13,932	13,930	13,925	13,93



CERA DE ABEJA				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,028	0,020	0,027	0,03
20	0,046	0,038	0,045	0,04
30	0,070	0,076	0,078	0,08
40	0,129	0,136	0,138	0,13
50	0,220	0,226	0,228	0,23
60	0,318	0,310	0,316	0,32
70	0,445	0,437	0,447	0,44
80	0,547	0,539	0,546	0,54
90	0,649	0,641	0,651	0,65
100	0,721	0,720	0,721	0,72
110	0,781	0,780	0,781	0,78
120	0,832	0,831	0,832	0,83
130	0,877	0,869	0,875	0,87
140	0,909	0,901	0,908	0,91
150	0,930	0,930	0,929	0,93
160	0,944	0,944	0,943	0,94
170	0,953	0,953	0,952	0,95
180	0,957	0,947	0,954	0,95
190	0,945	0,946	0,938	0,94
200	0,935	0,937	0,929	0,93
210	0,935	0,932	0,924	0,93
220	0,928	0,928	0,920	0,92

CERA DE ABEJA				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,037	0,037	0,029	0,03
20	0,078	0,078	0,070	0,08
30	0,153	0,145	0,151	0,15
40	0,243	0,235	0,241	0,24
50	0,321	0,310	0,317	0,32
60	0,518	0,508	0,514	0,51
70	0,669	0,661	0,667	0,67
80	0,911	0,904	0,909	0,91
90	1,371	1,364	1,369	1,37
100	1,928	1,920	1,927	1,93
110	2,639	2,631	2,638	2,64
120	3,473	3,474	3,465	3,47
130	4,301	4,302	4,294	4,30
140	5,130	5,131	5,123	5,13
150	5,983	5,984	5,975	5,98
160	6,884	6,884	6,876	6,88
170	7,616	7,617	7,609	7,61
180	10,917	10,918	10,910	10,91
190	11,758	11,750	11,757	11,75
200	12,363	12,354	12,362	12,36
210	12,977	12,969	12,975	12,97
220	13,602	13,594	13,600	13,60
230	14,133	14,137	14,127	14,13
240	14,615	14,619	14,608	14,61
250	15,168	15,172	15,161	15,17

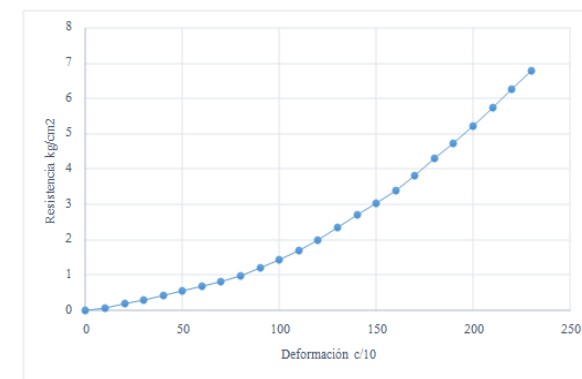
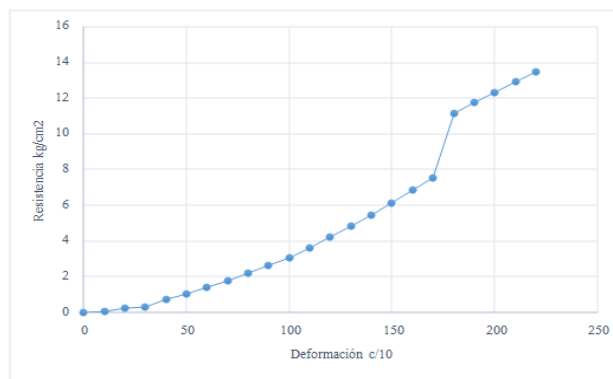
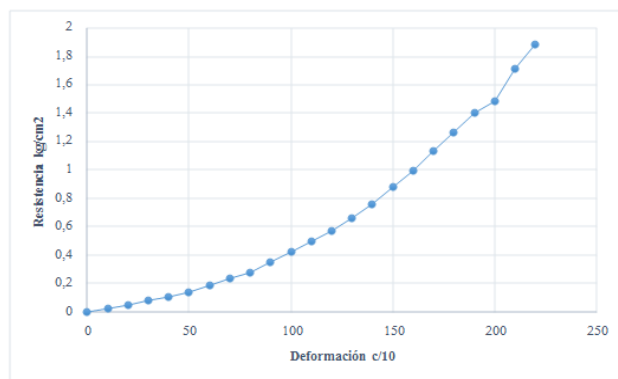
CERA DE ABEJA				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,048	0,047	0,048	0,05
20	0,083	0,082	0,083	0,08
30	0,132	0,131	0,132	0,13
40	0,231	0,221	0,240	0,23
50	0,330	0,320	0,339	0,33
60	0,467	0,456	0,475	0,47
70	0,693	0,685	0,692	0,69
80	1,050	1,042	1,049	1,05
90	1,448	1,440	1,447	1,45
100	1,908	1,899	1,906	1,90
110	2,688	2,680	2,686	2,69
120	3,343	3,353	3,352	3,35
130	5,109	5,119	5,118	5,12
140	8,497	8,508	8,506	8,50
150	14,799	14,809	14,808	14,81
160	16,540	16,532	16,538	16,54
170	17,686	17,687	17,678	17,68
180	18,183	18,183	18,174	18,18
190	19,023	19,023	19,014	19,02



GOMA ARÁBIGA				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,021	0,022	0,021	0,02
20	0,050	0,050	0,050	0,05
30	0,078	0,078	0,078	0,08
40	0,109	0,109	0,109	0,11
50	0,140	0,140	0,140	0,14
60	0,187	0,187	0,187	0,19
70	0,234	0,234	0,234	0,23
80	0,279	0,280	0,280	0,28
90	0,347	0,349	0,349	0,35
100	0,419	0,421	0,421	0,42
110	0,497	0,498	0,498	0,50
120	0,574	0,575	0,575	0,57
130	0,661	0,661	0,661	0,66
140	0,748	0,758	0,767	0,76
150	0,873	0,883	0,891	0,88
160	0,988	0,999	1,007	1,00
170	1,133	1,133	1,133	1,13
180	1,268	1,268	1,268	1,27
190	1,402	1,403	1,403	1,40
200	1,487	1,490	1,489	1,49
210	1,708	1,711	1,710	1,71
220	1,886	1,889	1,888	1,89

GOMA ARÁBIGA				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,054	0,072	0,064	0,06
20	0,213	0,232	0,223	0,22
30	0,325	0,343	0,335	0,33
40	0,730	0,731	0,731	0,73
50	1,060	1,060	1,060	1,06
60	1,420	1,420	1,420	1,42
70	1,797	1,789	1,779	1,79
80	2,211	2,203	2,192	2,20
90	2,664	2,655	2,645	2,65
100	3,041	3,041	3,041	3,04
110	3,626	3,626	3,626	3,63
120	4,224	4,224	4,224	4,22
130	4,860	4,860	4,860	4,86
140	5,457	5,459	5,458	5,46
150	6,145	6,146	6,145	6,14
160	6,857	6,858	6,857	6,86
170	7,569	7,569	7,569	7,57
180	11,128	11,128	11,128	11,13
190	11,747	11,746	11,747	11,75
200	12,311	12,311	12,311	12,31
210	12,928	12,930	12,930	12,93
220	13,472	13,472	13,472	13,47

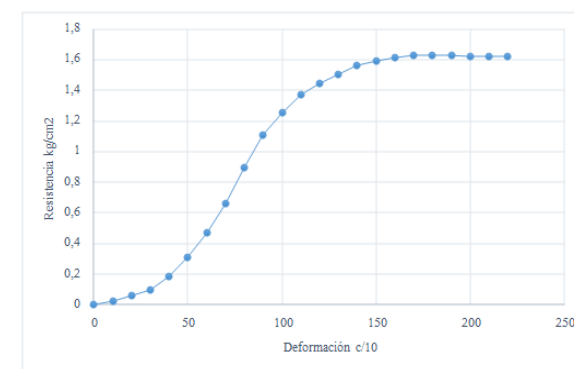
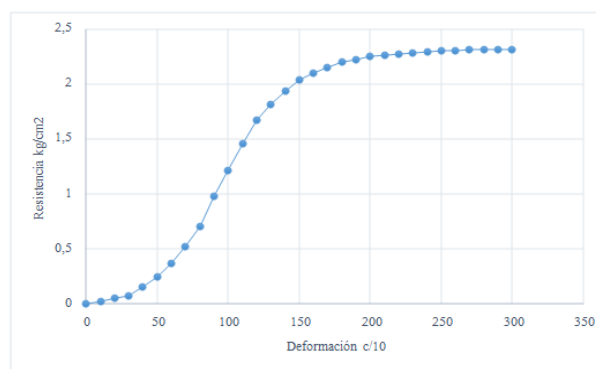
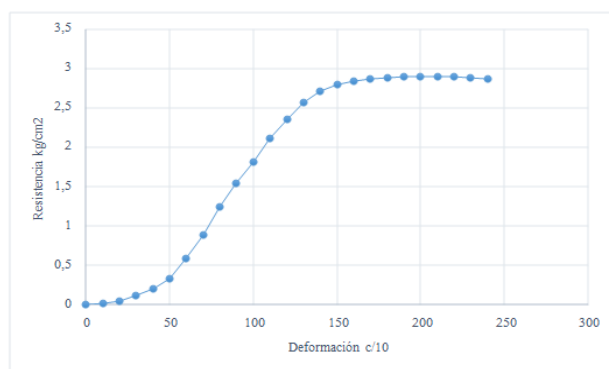
GOMA ARÁBIGA				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,066	0,067	0,066	0,07
20	0,182	0,183	0,182	0,18
30	0,299	0,299	0,299	0,30
40	0,433	0,433	0,433	0,43
50	0,551	0,551	0,551	0,55
60	0,679	0,680	0,679	0,68
70	0,813	0,813	0,813	0,81
80	0,992	0,993	0,992	0,99
90	1,192	1,193	1,192	1,19
100	1,423	1,423	1,423	1,42
110	1,690	1,690	1,690	1,69
120	1,993	1,993	1,993	1,99
130	2,331	2,338	2,339	2,34
140	2,701	2,708	2,709	2,71
150	3,024	3,031	3,032	3,03
160	3,382	3,382	3,382	3,38
170	3,819	3,820	3,820	3,82
180	4,310	4,310	4,310	4,31
190	4,721	4,721	4,721	4,72
200	5,214	5,206	5,215	5,21
210	5,758	5,750	5,758	5,76
220	6,275	6,267	6,275	6,27
230	6,778	6,771	6,779	6,78



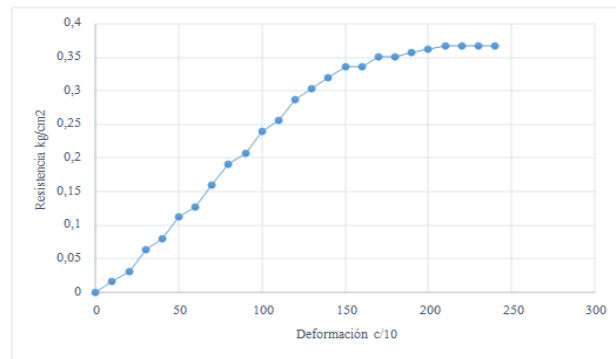
ALMIDÓN DE YUCA				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,017	0,016	0,016	0,02
20	0,045	0,045	0,045	0,05
30	0,109	0,109	0,109	0,11
40	0,203	0,203	0,203	0,20
50	0,327	0,327	0,327	0,33
60	0,580	0,580	0,580	0,58
70	0,883	0,884	0,885	0,88
80	1,240	1,241	1,242	1,24
90	1,539	1,540	1,541	1,54
100	1,815	1,815	1,815	1,82
110	2,109	2,109	2,109	2,11
120	2,355	2,355	2,355	2,35
130	2,567	2,567	2,567	2,57
140	2,717	2,717	2,716	2,72
150	2,804	2,804	2,803	2,80
160	2,847	2,847	2,846	2,85
170	2,876	2,876	2,876	2,88
180	2,890	2,890	2,890	2,89
190	2,909	2,901	2,890	2,90
200	2,914	2,905	2,895	2,90
210	2,905	2,905	2,905	2,90
220	2,895	2,895	2,895	2,90
230	2,899	2,881	2,891	2,89
240	2,885	2,866	2,877	2,88

ALMIDÓN DE YUCA				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,021	0,021	0,021	0,02
20	0,049	0,049	0,049	0,05
30	0,079	0,070	0,080	0,08
40	0,155	0,145	0,156	0,15
50	0,246	0,236	0,247	0,24
60	0,366	0,357	0,367	0,36
70	0,522	0,513	0,523	0,52
80	0,706	0,706	0,706	0,71
90	0,978	0,978	0,978	0,98
100	1,218	1,218	1,218	1,22
110	1,457	1,457	1,457	1,46
120	1,666	1,668	1,668	1,67
130	1,818	1,819	1,819	1,82
140	1,941	1,941	1,941	1,94
150	2,037	2,039	2,040	2,04
160	2,098	2,100	2,100	2,10
170	2,152	2,152	2,152	2,15
180	2,199	2,199	2,199	2,20
190	2,227	2,227	2,227	2,23
200	2,251	2,251	2,251	2,25
210	2,269	2,269	2,269	2,27
220	2,279	2,269	2,288	2,28
230	2,289	2,278	2,297	2,29
240	2,293	2,283	2,302	2,29

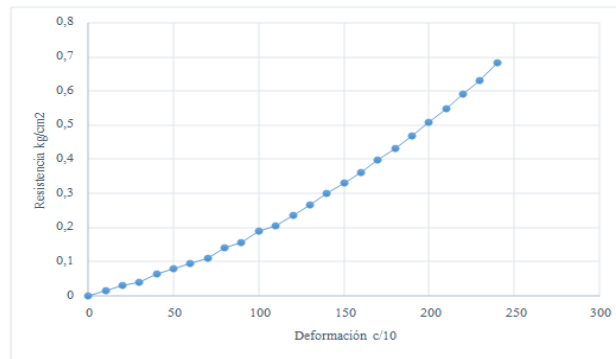
ALMIDÓN DE YUCA				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,025	0,024	0,015	0,02
20	0,065	0,064	0,055	0,06
30	0,096	0,095	0,086	0,09
40	0,188	0,187	0,177	0,18
50	0,307	0,307	0,307	0,31
60	0,471	0,471	0,471	0,47
70	0,661	0,661	0,661	0,66
80	0,894	0,897	0,893	0,89
90	1,112	1,115	1,111	1,11
100	1,259	1,262	1,258	1,26
110	1,377	1,377	1,377	1,38
120	1,448	1,448	1,448	1,45
130	1,505	1,505	1,505	1,51
140	1,564	1,558	1,565	1,56
150	1,597	1,591	1,599	1,60
160	1,621	1,615	1,623	1,62
170	1,630	1,625	1,632	1,63
180	1,633	1,633	1,633	1,63
190	1,629	1,629	1,629	1,63
200	1,624	1,624	1,624	1,62
210	1,624	1,624	1,624	1,62
220	1,633	1,614	1,624	1,62



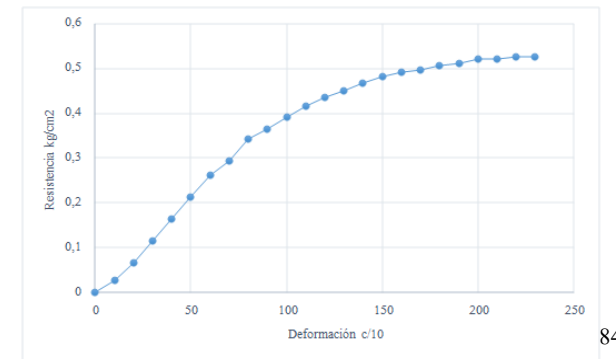
LANOLINA				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,019	0,018	0,016	0,02
20	0,041	0,032	0,022	0,03
30	0,073	0,064	0,054	0,06
40	0,089	0,081	0,070	0,08
50	0,121	0,113	0,102	0,11
60	0,128	0,127	0,130	0,13
70	0,161	0,159	0,162	0,16
80	0,192	0,191	0,194	0,19
90	0,208	0,207	0,210	0,21
100	0,242	0,240	0,239	0,24
110	0,258	0,256	0,255	0,26
120	0,290	0,288	0,287	0,29
130	0,306	0,304	0,303	0,30
140	0,321	0,321	0,315	0,32
150	0,339	0,337	0,332	0,34
160	0,339	0,337	0,332	0,34
170	0,353	0,353	0,347	0,35
180	0,353	0,352	0,351	0,35
190	0,360	0,358	0,357	0,36
200	0,365	0,363	0,362	0,36
210	0,368	0,367	0,370	0,37
220	0,368	0,367	0,370	0,37
230	0,370	0,368	0,367	0,37
240	0,370	0,368	0,367	0,37



LANOLINA				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,017	0,016	0,019	0,02
20	0,032	0,030	0,033	0,03
30	0,041	0,040	0,041	0,04
40	0,064	0,062	0,063	0,06
50	0,081	0,080	0,078	0,08
60	0,097	0,095	0,094	0,09
70	0,111	0,103	0,120	0,11
80	0,142	0,134	0,151	0,14
90	0,158	0,150	0,167	0,16
100	0,189	0,179	0,198	0,19
110	0,205	0,195	0,214	0,21
120	0,237	0,229	0,246	0,24
130	0,270	0,269	0,267	0,27
140	0,302	0,300	0,299	0,30
150	0,333	0,332	0,330	0,33
160	0,372	0,363	0,353	0,36
170	0,406	0,397	0,387	0,40
180	0,440	0,431	0,421	0,43
190	0,479	0,471	0,461	0,47
200	0,518	0,509	0,500	0,51
210	0,550	0,549	0,547	0,55
220	0,594	0,593	0,591	0,59
230	0,632	0,631	0,631	0,63
240	0,685	0,685	0,685	0,68



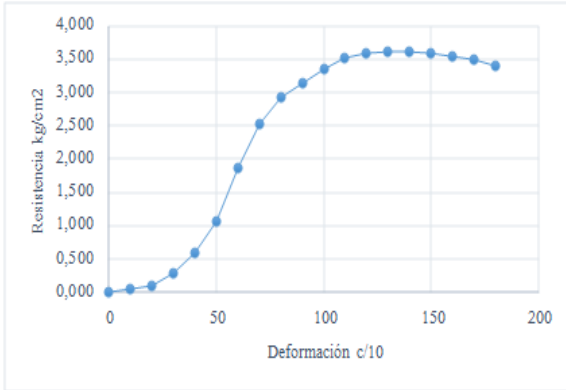
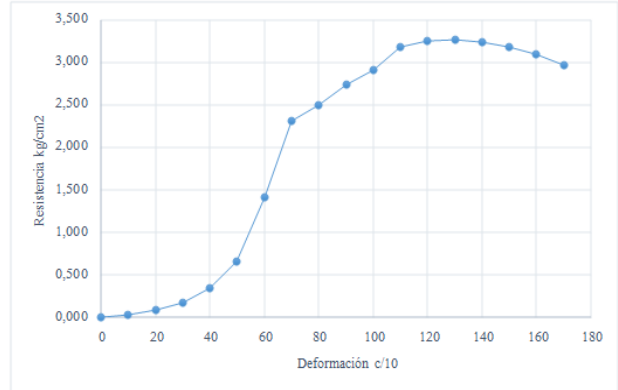
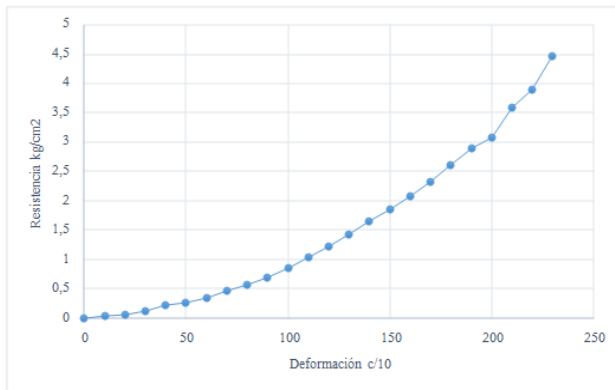
LANOLINA				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,025	0,028	0,028	0,03
20	0,063	0,065	0,065	0,07
30	0,113	0,115	0,117	0,11
40	0,161	0,164	0,164	0,16
50	0,210	0,213	0,213	0,21
60	0,263	0,262	0,261	0,26
70	0,296	0,295	0,293	0,29
80	0,345	0,344	0,342	0,34
90	0,368	0,367	0,365	0,37
100	0,393	0,392	0,390	0,39
110	0,416	0,414	0,417	0,42
120	0,437	0,434	0,437	0,44
130	0,452	0,451	0,452	0,45
140	0,467	0,467	0,467	0,47
150	0,482	0,482	0,483	0,48
160	0,492	0,492	0,493	0,49
170	0,497	0,497	0,498	0,50
180	0,509	0,508	0,506	0,51
190	0,514	0,513	0,512	0,51
200	0,525	0,523	0,522	0,52
210	0,525	0,523	0,522	0,52
220	0,521	0,532	0,530	0,53
230	0,521	0,532	0,530	0,53



SÁBILA				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,036	0,025	0,038	0,03
20	0,070	0,059	0,071	0,07
30	0,121	0,110	0,122	0,12
40	0,222	0,211	0,223	0,22
50	0,272	0,261	0,274	0,27
60	0,357	0,345	0,360	0,35
70	0,465	0,466	0,466	0,47
80	0,579	0,580	0,581	0,58
90	0,694	0,695	0,695	0,69
100	0,850	0,851	0,851	0,85
110	1,038	1,039	1,039	1,04
120	1,225	1,226	1,226	1,23
130	1,434	1,435	1,435	1,43
140	1,649	1,635	1,646	1,64
150	1,868	1,853	1,864	1,86
160	2,086	2,083	2,085	2,09
170	2,331	2,328	2,330	2,33
180	2,617	2,616	2,617	2,62
190	2,893	2,892	2,895	2,89
200	3,091	3,089	3,093	3,09
210	3,595	3,593	3,597	3,59
220	3,889	3,893	3,891	3,89
230	4,468	4,472	4,470	4,47

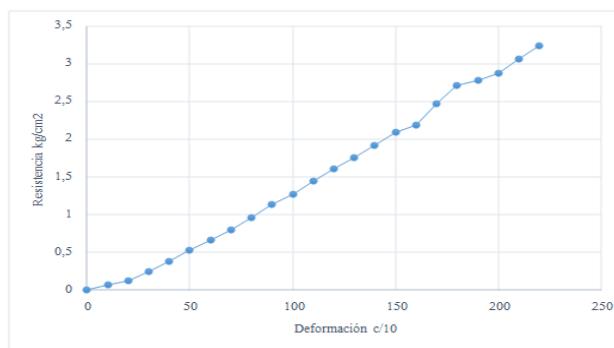
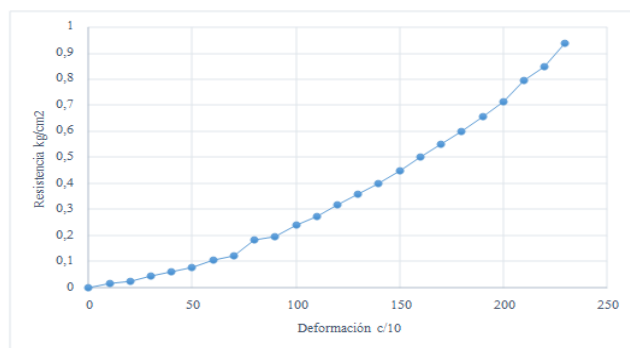
SÁBILA				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,030	0,034	0,032	0,03
20	0,081	0,070	0,089	0,08
30	0,177	0,166	0,185	0,18
40	0,337	0,334	0,338	0,34
50	0,648	0,652	0,651	0,65
60	1,411	1,415	1,413	1,41
70	2,314	2,312	2,316	2,31
80	2,507	2,505	2,509	2,51
90	2,742	2,746	2,744	2,74
100	2,911	2,915	2,913	2,91
110	3,186	3,184	3,188	3,19
120	3,262	3,260	3,264	3,26
130	3,276	3,265	3,284	3,28
140	3,250	3,240	3,259	3,25
150	3,184	3,188	3,186	3,19
160	3,094	3,098	3,097	3,10
170	2,977	2,975	2,979	2,98

SÁBILA				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,047	0,057	0,056	0,05
20	0,076	0,087	0,085	0,08
30	0,274	0,283	0,283	0,28
40	0,583	0,591	0,592	0,59
50	1,062	1,066	1,064	1,06
60	1,858	1,862	1,860	1,86
70	2,527	2,531	2,529	2,53
80	2,927	2,925	2,929	2,93
90	3,141	3,138	3,142	3,14
100	3,366	3,360	3,367	3,36
110	3,538	3,532	3,539	3,54
120	3,604	3,598	3,604	3,60
130	3,630	3,624	3,631	3,63
140	3,630	3,624	3,631	3,63
150	3,600	3,604	3,602	3,60
160	3,547	3,551	3,550	3,55
170	3,497	3,495	3,499	3,50
180	3,418	3,415	3,419	3,42



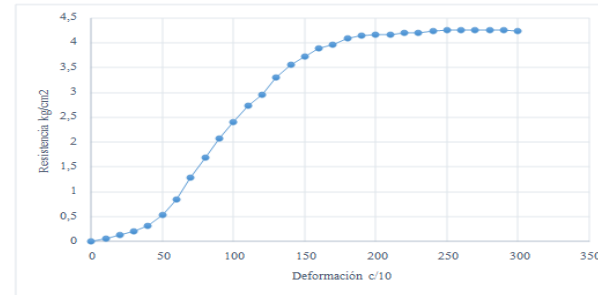
ALMIDÓN DE TRIGO				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,013	0,015	0,020	0,02
20	0,022	0,024	0,029	0,03
30	0,041	0,043	0,048	0,04
40	0,064	0,059	0,057	0,06
50	0,080	0,075	0,073	0,08
60	0,110	0,105	0,103	0,11
70	0,125	0,120	0,118	0,12
80	0,181	0,179	0,186	0,18
90	0,196	0,194	0,201	0,20
100	0,242	0,240	0,247	0,24
110	0,272	0,270	0,277	0,27
120	0,323	0,318	0,316	0,32
130	0,364	0,359	0,357	0,36
140	0,400	0,400	0,399	0,40
150	0,450	0,450	0,449	0,45
160	0,504	0,499	0,497	0,50
170	0,554	0,549	0,547	0,55
180	0,604	0,599	0,597	0,60
190	0,660	0,659	0,660	0,66
200	0,710	0,709	0,710	0,71
210	0,790	0,789	0,790	0,79
220	0,850	0,849	0,850	0,85
230	0,944	0,939	0,937	0,94

ALMIDÓN DE TRIGO				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,065	0,060	0,058	0,06
20	0,122	0,123	0,121	0,12
30	0,245	0,245	0,244	0,24
40	0,384	0,377	0,379	0,38
50	0,526	0,519	0,521	0,52
60	0,664	0,664	0,662	0,66
70	0,801	0,801	0,799	0,80
80	0,966	0,966	0,965	0,97
90	1,135	1,130	1,128	1,13
100	1,277	1,272	1,270	1,27
110	1,451	1,446	1,444	1,45
120	1,607	1,602	1,600	1,60
130	1,759	1,754	1,752	1,75
140	1,929	1,924	1,922	1,92
150	2,104	2,099	2,097	2,10
160	2,189	2,184	2,182	2,18
170	2,472	2,467	2,465	2,47
180	2,718	2,713	2,711	2,71
190	2,794	2,789	2,787	2,79
200	2,886	2,881	2,879	2,88
210	3,069	3,064	3,062	3,07
220	3,252	3,247	3,245	3,25

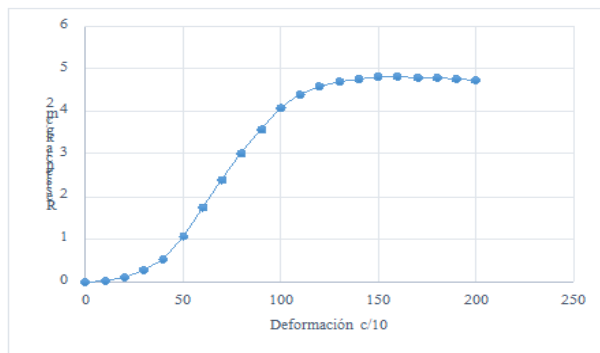
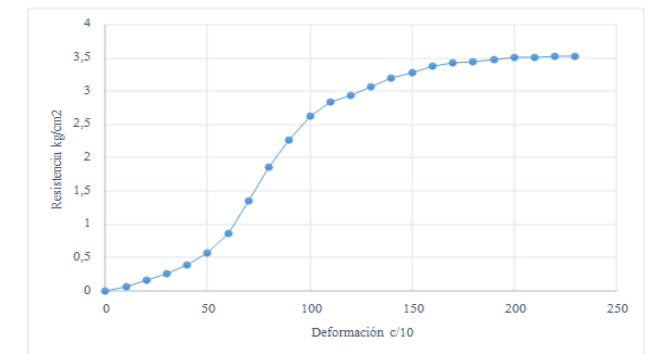


COLA BLANCA				
DOSIFICACIÓN 80% - 20%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,021	0,020	0,010	0,02
20	0,115	0,114	0,105	0,11
30	0,273	0,272	0,263	0,27
40	0,526	0,524	0,515	0,52
50	1,072	1,079	1,077	1,08
60	1,724	1,731	1,729	1,73
70	2,371	2,378	2,376	2,37
80	3,018	3,010	3,021	3,02
90	3,589	3,580	3,591	3,59
100	4,096	4,087	4,097	4,09
110	4,400	4,391	4,402	4,40
120	4,590	4,590	4,581	4,59
130	4,706	4,704	4,695	4,70
140	4,769	4,768	4,758	4,76
150	4,807	4,806	4,797	4,80
160	4,803	4,804	4,803	4,80
170	4,790	4,790	4,790	4,79
180	4,778	4,777	4,777	4,78
190	4,752	4,752	4,752	4,75
200	4,736	4,743	4,741	4,74

COLA BLANCA				
DOSIFICACIÓN 70% - 30%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,059	0,067	0,065	0,06
20	0,128	0,120	0,131	0,13
30	0,207	0,202	0,209	0,21
40	0,317	0,312	0,320	0,32
50	0,538	0,529	0,540	0,54
60	0,852	0,852	0,843	0,85
70	1,288	1,288	1,278	1,28
80	1,694	1,694	1,685	1,69
90	2,072	2,071	2,062	2,07
100	2,410	2,409	2,399	2,41
110	2,743	2,742	2,733	2,74
120	2,959	2,959	2,959	2,96
130	3,303	3,303	3,303	3,30
140	3,556	3,557	3,555	3,56
150	3,721	3,721	3,720	3,72
160	3,885	3,886	3,885	3,89
170	3,978	3,977	3,967	3,97
180	4,103	4,103	4,094	4,10
190	4,154	4,154	4,144	4,15
200	4,169	4,166	4,157	4,16
210	4,179	4,179	4,170	4,18
220	4,210	4,218	4,216	4,21
230	4,216	4,208	4,218	4,21
240	4,242	4,233	4,243	4,24
250	4,255	4,246	4,256	4,25
260	4,268	4,258	4,269	4,26
270	4,268	4,268	4,258	4,26
280	4,253	4,243	4,261	4,25
290	4,253	4,243	4,261	4,25
300	4,240	4,230	4,248	4,24



COLA BLANCA				
DOSIFICACIÓN 60% - 40%				Resistencia promedio kg/cm2
Deformación	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
0	0,000	0,000	0,000	0,00
10	0,063	0,063	0,063	0,06
20	0,157	0,158	0,157	0,16
30	0,267	0,267	0,267	0,27
40	0,390	0,399	0,397	0,40
50	0,571	0,578	0,576	0,57
60	0,861	0,870	0,868	0,87
70	1,364	1,356	1,366	1,36
80	1,865	1,856	1,866	1,86
90	2,271	2,279	2,277	2,28
100	2,621	2,628	2,626	2,62
110	2,844	2,851	2,850	2,85
120	2,940	2,938	2,929	2,94
130	3,080	3,079	3,069	3,08
140	3,205	3,204	3,195	3,20
150	3,291	3,283	3,293	3,29
160	3,379	3,371	3,381	3,38
170	3,429	3,421	3,432	3,43
180	3,453	3,452	3,452	3,45
190	3,474	3,481	3,479	3,48
200	3,499	3,506	3,504	3,50
210	3,519	3,518	3,509	3,52
220	3,532	3,531	3,521	3,53
230	3,531	3,531	3,521	3,53





PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO

INSTITUCIONAL

Yo, **Daniela Estefanía Rengel Coronel** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° 0106652191. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**Aglomerantes de origen natural aplicables a la fibra de totora**” de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 09 de agosto de 2018

F: