



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

APORTACION AL ESTUDIO DE FORMULACION
PARA LA FABRICACION DE TABLEROS AGLO-
MERADOS A NIVEL DE LABORATORIO CON
ALGUNOS RESIDUOS AGRICOLAS

T E S I S

Que para obtener el título de

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a :

ENRIQUE OCHOA AMPARO

México, D. F.

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS Tesis
ADG M.T. 472 308
FECHA 1978
PROC _____ 308



JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA

Presidente : Prof. Julio Teran Zavaleta
Vocal : Prof. Guillermo Alcayde Lacorte
Secretario : Prof. Lucila Mendez Chávez
1er. Suplente: Prof. Eduardo Valadez Cuenca
2o. Suplente: Prof. Genovevo Silva Pichardo

Sitios donde se desarrollo el tema

- 1.- Laboratorio de Polímeros del Centro de Investigación de Materiales de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- 2.- Laboratorio de Física Avanzada del Instituto Politécnico Nacional.

Sustentante del Tema:

Enrique Ochoa Amparo

Asesor del Tema:

Ing. Q. Guillermo Alcayde Lacorte

A mis padres

Marcelino Ochoa Camberos

Estéfana Amparo de Ochoa

Con todo mi cariño y agradecimiento.

A mis 12 hermanos especialmente:

Marcelino Ochoa A.

Ma. Elena Ochoa de Castrejón

Antonio Ochoa A.

Ma. Guadalupe Ochoa de Cervantes

Carlos Ochoa A.

Samuel Ochoa A.

A mi esposa e hijo

Alicia Rivera de Ochoa

Enrique Ochoa R.

A mi querida Facultad.

A mis Maestros.

Al Honorable Jurado.

A mis compañeros y amigos

especialmente: Ramón Contreras y Familia.

Mi sincero agradecimiento

Al Ing. Quim. Guillermo Alcayde Lacorte

Porque siempre supo coordinar y guiar este trabajo.

Dr. Gustavo Best Brown

Investigador del Centro de Investigación de Ma-
teriales de la UNAM

Ing. Quim. Raymundo Suárez V.

Jefe de Servicios Técnicos del Centro de Inves-
tigación de Materiales de la UNAM

Dr. Gabriel Torres

Investigador del Centro de Investigación de Ma-
teriales de la UNAM y Laboratorio de Física - -
Avanzada del IPN

Por su valiosa cooperación.

I N D I C E

	PAG.
1. PREFACIO.....	1
2. INTRODUCCION.....	2
3. OBJETIVOS DE ESTUDIO.....	4
4. ANTECEDENTES.....	5
5. GENERALIDADES.....	
5.1 ADHESION.....	7
5.2 TIPOS DE ADHESIVOS.....	10
5.3 CLASIFICACION QUIMICA DE LOS ADHESIVOS.....	10
5.4 QUIMICA DE LA REACCION ENTRE LA UREA Y EL -- FORMALDEHIDO.....	13
5.4 CATALISIS ALCALINA.....	14
5.5 PROCESO GRAL. EN LA FABRICACION DE RESINAS- DE UREA - FORMALDEHIDO PARA USARSE COMO - - ADHESIVOS.....	16
5.6 EQUIPO.....	18
5.7 PRODUCCION DE COMPUESTOS MOLDEABLES DE UREA- FORMALDEHIDO CON RELLENO ORGANICO.....	20
5.8 AGENTES RETARDADORES DE FLAMA.....	22
5.9 AGENTES FUNGICIDAS.....	26
5.10 BREVE DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS FIBROSOS- UTILIZADOS.....	27
5.11 AGENTES CURANTES PARA LOS ADHESIVOS DE UREA- FORMALDEHIDO.....	30
5.12 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL PROCESO DE ESTE- TIPO DE MATERIALES.....	31

6.	TRABAJO DESARROLLADO.....	32
6.1	DESCRIPCION GENERAL DE LA FORMA EN QUE SE -- EFECTUO LA EXPERIMENTACION.....	33
6.2	DISEÑO GENERAL DEL EXPERIMENTO.....	35
6.3	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CASCARILLA DE CAFE.....	36
6.4	SECUENCIA DE EXPERIMENTACION CON CASCARILLA- DE CAFE.....	37
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA CASCARILLA DE ARROZ.....	45
6.6	SECUENCIA DE EXPERIMENTACION CON CASCARILLA- DE ARROZ.....	46
6.7	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA BAGAZO DE CAÑA.....	54
6.8	SECUENCIA DE EXPERIMENTACION CON BAGAZO DE - CAÑA.....	55
6.9	REVISION DE NORMAS PARA PRUEBAS FISICO-MECA- NICAS.....	63
6.10	FORMA DE CALCULO DE PROPIEDADES FISICO-MECA- NICAS.....	64
7.	RESULTADOS.....	
7.1	FLEXION ESTATICA - CASCARILLA DE ARROZ.....	65
7.2	GRAFICAS DE RESULTADOS.....	66
7.3	FLEXION ESTATICA - CASCARILLA DE CAFE.....	72
7.4	GRAFICAS DE RESULTADOS.....	73
7.5	FLEXION ESTATICA BAGAZO DE CAÑA.....	79
7.6	GRAFICAS DE RESULTADOS.....	80
8.	CONCLUSIONES.....	83
8.1	BAGAZO DE CAÑA.....	83
8.2	CASCARILLA DE CAFE.....	83
8.3	CASCARILLA DE ARROZ.....	84
8.4	COMENTARIOS.....	84
9.	BIBLIOGRAFIA.....	85

P R E F A C I O

Al planificar el desarrollo de las industrias forestales es necesario prestarle mas atención al empleo de materias primas vegetales no maderables.

Las fibras vegetales provenientes de la producción agrícola, constituyen una gran fuente potencial de materias primas técnicamente idoneas para la fabricación de tableros aglomerados ya sea partículas o de fibras.

Actas de la Consulta Mundial sobre Paneles a base de madera.

NVA. DELHI INDIA

Febrero de 1975.

CAPITULO I

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Los incentivos que motivaron el presente estudio, se basan en el hecho de que los tableros aglomerados han alcanzado gran importancia comercial a nivel mundial y que en México existe una demanda insatisfecha. Además tomando en cuenta que se encuentran disponibles grandes cantidades de residuos agrícolas, que se pueden utilizar como materias primas para la fabricación de este tipo de materiales .

Otro factor muy importante lo constituye el hecho de que en nuestro país no contemos con una tecnología propia desarrollada y adecuada para el procesamiento de este tipo de materiales compuestos .

Por ello se recurrió a materiales que en forma de residuos agrícolas, se encuentran ampliamente distribuidos en nuestro país. Tales como bagazo de caña, cascarilla de arroz, y cascabillo de café entre otros .

Con la finalidad además de que estos materiales sustituyan en cierta medida a los convencionales que son fabricados a base de madera y de esta manera favorecer una utilización mas dirigida de nuestros bosques .

Considerando también, que la fabricación de tableros aglomerados a partir de estos residuos agrícolas, le abren a nuestro país la posibilidad de elevar el nivel de vida de los campesinos; puesto que representaría un ingreso adicional por concepto de venta de estos residuos .

Y contando con la posibilidad de que se construyeran pequeñas plantas de aglomerados en las mismas regiones productoras de estos residuos aliviando en algo la desocupación en el campo.

C A P I T U L O I I

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Como objetivos principales que se persiguen en la presente tesis estan:

1.- La influencia que tienen los diferentes parámetros de formulación y procesamiento, en la elaboración de tableros aglomerados a nivel de labora

torio; tales como:

Temperatura

Presión

Tiempo de curado

Porcentaje de resina;

Para cada material fibroso utilizado

2.- Obtener las mejores formulaciones de elaboración en base a resultados de algunas pruebas mecánicas características para este tipo de materiales; como son Modulo de Elasticidad y Modulo de ruptura .

3 - Como consecuencia de lo anterior, trasladar los mejores resultados obtenidos para aplicarlos a nivel planta piloto, en la planta de " Tableros --- Aglomerados" del Centro de Investigación de Materiales de la U N A M

C A P I T U L O I I I

A N T E C E D E N T E S

A N T E C E D E N T E S

México país inminentemente agrícola, posee grandes volúmenes de residuos - de esta índole como resultado de las cosechas anuales. Dichos residuos crean grandes problemas de acumulación en las zonas de cultivo por lo que los agricultores que se enfrentan a este problema tratan de solucionarlo de diferente - manera. Quemarlos en la propia zona de cultivo o esparciéndolo por caminos y carreteras.

Actualmente dichos residuos tienen poca o ninguna utilización; puesto que en su mayoría son pobres como abonos orgánicos, como base para alimentos de - consumo animal y como combustibles.

En las últimas décadas, en diversos países del mundo se han venido efectuando investigaciones con el propósito de aprovechar en forma industrial estos residuos agrícolas.

Entre ellos Checoslovaquia, Iran, Tailandia, India, Polonia, Alemania y Paquistán.

Se ha encontrado que son bastante apropiados para la fabricación de tableros aglomerados. Los cuales se obtienen aglomerando estos residuos con algún - adhesivo apropiado; generalmente una resina sintética termo fija.

Ya que México es potencialmente rico en dichas materias primas, pués se estima que su producción anual es de 2.5 veces la producción anual maderera, es factible pensar en la fabricación de tableros aglomerados a partir de estos residuos agrícolas.

CAPITULO IV

GENERALIDADES

5.1 GENERALIDADES SOBRE ADHESION

La adherencia es un fenómeno en el que intervienen determinadas atracciones entre el adhesivo y la superficie adherente.

Para comprender el fenómeno de la adhesión, es necesario precisar que dentro de la estructura de la materia encontramos fuerzas de atracción y repulsión; fuerzas que se encuentran tanto en átomos como en moléculas y sistemas moleculares, siendo de naturaleza eléctrica.

Los tipos de fuerzas que encontramos normalmente son:

- a).- Fuerzas polares
- b).- Fuerzas no polares

Ahora bien, en algunos casos no solamente vamos a encontrar las fuerzas anteriores, sino un entrelazamiento.

Las moléculas polares y no polares constituyen sistemas distintos. Siendo las características que las definen perfectamente establecidos, y siendo la principal su estructura molecular, es decir, en el caso de moléculas polares, se tienen estructuras asimétricas; ejemplo de tales moléculas, lo constituye la del agua y en el caso de moléculas no polares se tienen estructuras simétricas y como ejemplo se puede mencionar la molécula de benceno.

En las moléculas polares las cargas eléctricas no están centradas en el mismo punto, y por lo tanto se forma un dipolo o formación de dos polos dis-

tintos en las moléculas, lo que da origen a un momento eléctrico.

En cambio en las moléculas no polares, no presenta dicho momento eléctrico, ya que el centro de todas las cargas tanto negativas como positivas es el mismo y por lo tanto el momento será cero.

Por las leyes que rigen las fuerzas de atracción y repulsión en un campo eléctrico, sabemos que polos iguales se repelen, y que en química se sabe que un semejante se mezcla con un semejante. Así es que desde este punto de vista, podemos subdividir a los líquidos en dos grupos de semejanza siendo unos de características polares y otros no-polares.

Este problema de atracción entre moléculas semejantes es de considerable importancia, puesto que implica que para unir superficies no-polares, deberá emplearse un adhesivo no-polar y es completamente inútil, tratar de unir superficies polares con adhesivos no-polares; también se concluye que el adhesivo debe estar constituido molecularmente de modo que tenga las mayores fuerzas polares posibles; es decir, el momento dipolo del adhesivo debe ser lo mas alto posible, para que el adhesivo constituya una capa homogénea, mezclandose con el adherente. Por lo dicho hasta aquí, resulta evidente que los dos principales tipos de adhesivos, naturales y artificiales son fundamentalmente diferentes. pues mientras los sintéticos son substancias fuertemente polares y por consiguiente muy indicadas para unir superficies polares, en -

cambio los adhesivos naturales son de naturaleza anfótera, es decir son capaces de unir materiales polares y no polares.

En términos generales, la adhesión depende de los siguientes factores:

- 1).- Las fuerzas interfaciales inherentes disponibles para formar la unión; las cuales están determinadas por la naturaleza química y física del adhesivo y el adherente.
- 2).- Las condiciones de la superficie durante el tiempo de enlace, controladas por el método de formación o preparación.
- 3).- Las condiciones que prevalecen cuando se forma la unión.

Hay considerables evidencias para afirmar que las resinas de urea, reaccionan con los grupos oxhidrilo de la celulosa durante la polimerización espacial, especialmente a temperaturas elevadas.

Las fuerzas cohesivas en los enlaces fibra-fibra son los puentes de hidrógeno, involucrando dos o tres grupos hidroxil de las cadenas de celulosa así como -

también los átomos de oxígeno de estas cadenas y los de la hemicelulosa.

Otros grupos polares presentes en el material fibroso, pueden tomar parte - también en el puente hidrógeno. Es muy probable que los grupos hidroxilo, carbonilo y alcoxí, presentes en la lignina, estén involucrados en la unión.

5.2 TIPOS DE ADHESIVOS.

- a).- Resina Termofijas
- b).- Resina Termoplásticas Adhesivos sintéticos
- c).- Resinas Ahuladas
- d).- Derivados de proteínas Adhesivos de Cola
- e).- Otros

5.3 CLASIFICACION QUIMICA DE LOS ADHESIVOS.

1.- Resina Termofijos

A.- Fenol - formaldehído

B.- Resinas de resorcinol

- 1. resorcinol - fenol - formaldehído
- 2. resorcinol - formaldehído
- 3. resorcinol - furfural

C.- Resinas de Furano

- 1. Alcohol furfurlico

D.- Resinas Amfínicas

1. Urea - formaldehido
2. Melamina - formaldehido
3. Urea - melamina - formaldehido
4. Urea - tiourea - formaldehido
5. Urea - resorcinol - formaldehido

E.- Resinas Poliester

1. Elastómeros poliéstericos
2. Poliésteres no saturados

2.- Resinas Termoplásticas

A.- Resina Celulósicas

1. Nitrato de celulosa
2. Acetato de Celulosa
3. Acetato - butirato de celulosa
4. Etil celulosa
5. Metil celulosa
6. Hidroxi - etil celulosa

B.- Resinas Ester Acrílicas

1. Metil metacrilato
2. Etil acrilato

C.- Resinas Vinílicas

1. Alcohol vinílico
2. Acetato vinílico
3. Cloruro vinílico
4. Cloruro de vinilideno
5. Cloro - acetato de vinilo
6. Acetal vinil

D.- Resinas de Estireno

E.- Resinas Alquiflicas

3.- Adhesivos a base de hule

A.- Tiokol

B.- Neopreno

C.- Hule clorado

D.- Hule ciclizado

E.- Hule natural

F.- Hule mejorado

4.- Adhesivos de proteínas

A.- Casefna

B.- Albumina de sangre

C.- Sangre seca

D.- Cola animal

E.- Cola de soya

5.- Otros adhesivos

A.- Goma laca

B.- Almidón

C.- Asfalto

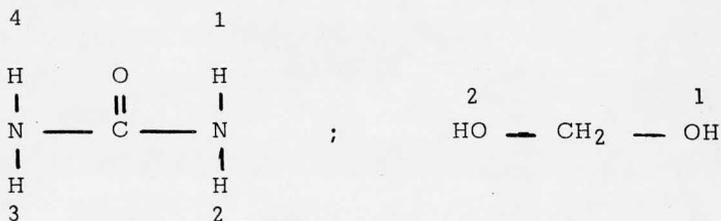
QUIMICA DE LA REACCION ENTRE LA UREA Y EL FORMALDEHIDO

Las resinas sintéticas de urea-formaldehído, son producto de la condensación de la urea y el formaldehído, que luego polimerizan por la acción de catalizadores y calor.

La reacción entre la urea y el formaldehído se ha encontrado ser de naturaleza complicada. Cerca de 40 años de investigación han pasado para presentar el conocimiento actual de la reacción y todavía existen muchos problemas.

Dada la funcionalidad de los reactivos se pueden producir polímeros de estructura tridimensional.

La urea tiene cuatro átomos de hidrógeno reemplazables; de manera que hay varias posibilidades para reaccionar con el formaldehído que tiene una funcionalidad de dos.



UREA

FORMALDEHIDO

Por el conocimiento elemental de los mecanismos de polimerización se sabe que:

N_4 mayor o igual a N_2 (Termoplásticos)

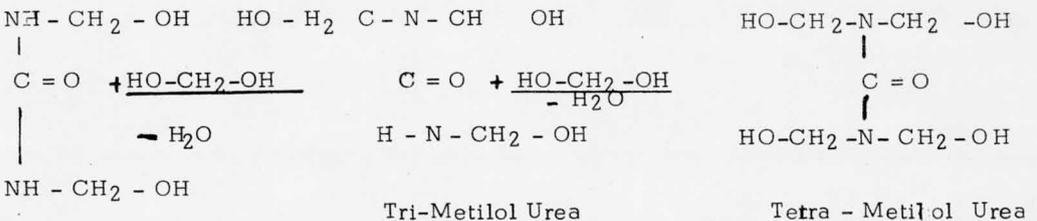
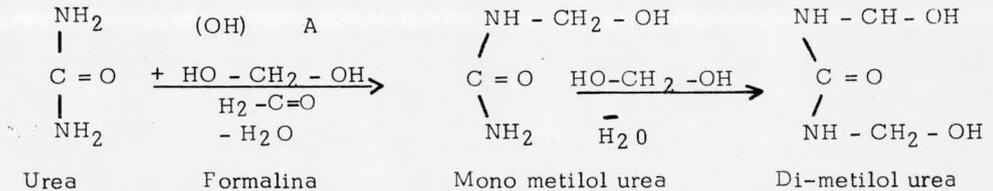
N_4 menor a N_2 (Termofijos)

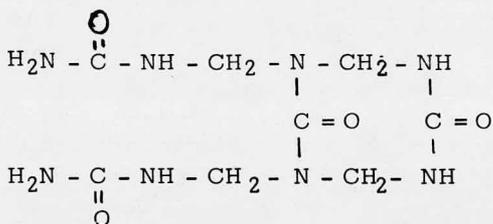
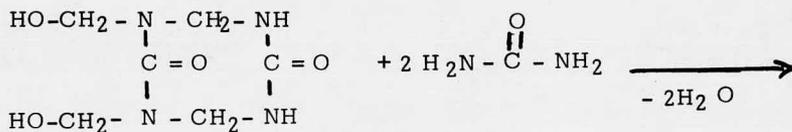
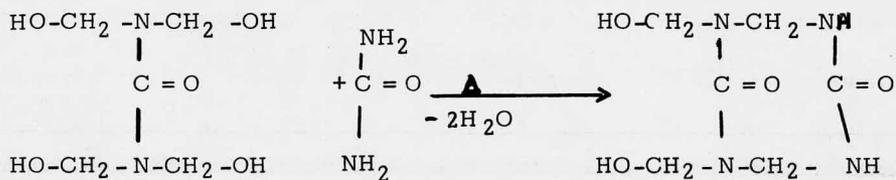
Es decir que dependiendo de la relación molar de los reactivos se obtendrán polímeros termoplásticos o termofijos.

Si el número de moles del birreactivo es igual o inferior al número de moles del tetrarreactivo, se obtienen polímeros termoplásticos. En cambio si el número de moles del birreactante es mayor que el número de moles del tetrarreactante, se formarán polímeros termofijos.

5.4 CATALISIS ALCALINA PARA LA OBTENCION DE ESTAS RESINAS.

Reacciones que involucra:





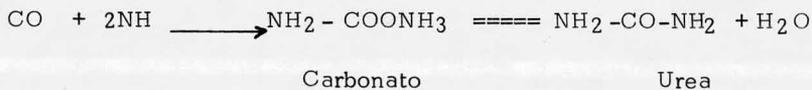
Este proceso se realiza para cualquier catalizador al calino que no sea amoniacal.

5.5 PROCESO GENERAL EN LA FABRICACION DE RESINAS DE UREA-FORMALDEHIDO PARA USARSE COMO ADHESIVOS.

MATERIAS PRIMAS.- Las resinas de urea-formaldehido pertenecen al grupo de los aminoplásticos que se caracterizan por la presencia de grupos amino. Como ya se ha visto son productos de la polimerización por condensación entre el formaldehido y la urea.

UREA.- Tiene por fórmula química $\text{NH}_2 - \text{CO} - \text{NH}_2$.

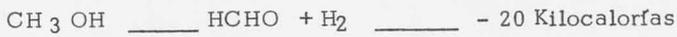
Su preparación industrial se inició a partir del amoníaco y del anhídrido carbónico; reacción que genera como producto intermedio el carbonato de amonio, que se descompone para dar urea:



FORMALDEHIDO.- Tiene por fórmula química CH_2O , gas a temperatura ambiente.

Se obtiene industrialmente por oxidación catalítica del metanol, por oxidación del gas natural o bien por oxidación de los hidrocarburos inferiores del petróleo.

El formaldehido se forma debido a dos reacciones en fase gaseosa que provocan la deshidrogenación y oxidación del metanol.



Lo anterior cuando se emplea el proceso de oxidación parcial del metanol.

5.6 EQUIPO

El equipo empleado en la producción industrial de estas resinas es un reactor de acero inoxidable de 2000 a 3000 galones de capacidad, equipado con chaqueta, agitador de turbina con un motor de 20 - 30 HP, condensador para destilar a presión reducida y presión atmosférica.

Debe estar equipado con instrumentos para medición de temperatura de 10 - 150° C, manómetros, vacuómetros, etc.

Los servicios requeridos son: corriente de vapor de 150 Psi, agua caliente y agua fría. Así como deberá tener líneas de agua, de reactivos, líneas conectadas a sistemas de filtración (filtro prensa) de mallas o lonas, de descarga, etc. Se recomienda que el equipo sea a prueba de explosión.

Las formulaciones básicas tienen las siguientes características:

1).- La relación molar varía de 1.55 - 1.7

2).- Procedimiento:

A). Cargar un reactor equipado con agitación, condensador, registro de temperatura etc.- el formaldehído en solución acuosa en concentraciones que pueden variar de 37 a 50 % .

B). Ajustar la solución a PH neutro, con hidróxido de sodio al 20%.

C). Agregar a 30°C el 85% del total de urea al reactor.

D). Calentar a 100° C, manteniendo a reflujo durante 20 - 30 minutos.

- E). Agregar el 15% restante del total de urea, manteniendo a reflujo a un PH de 5 - 6
- F). Hasta que la tolerancia al agua a 10°C, sea 400-700%
- G). Enfriar a 60 - 50°C y agregar 0.01 - 0.05 % en peso de tetraborato de sodio, respecto a la carga inicial con objeto de regular el PH de la resina.
- H). El PH se ajusta a 8-9 con hidróxido de sodio al 20%. En caso de desear una resina con mayor contenido de sólidos, se deshidrata a 50-60°C, con vacío, de lo contrario se enfría a la temperatura ambiente y esta lista para ser usada.

Las propiedades de las resinas obtenidas son:

Viscosidad a 25°C	0.25 - 1.0 poises
Contenido de sólidos	45 - 55 %
PHC 25°C	7 - 9
Formaldehido libre	1 - 2 %
Densidad relativa	1.15 - 1.25

5.7 PRODUCCION DE COMPUESTOS MOLDEABLES DE UREA FORMALDEHIDO CON RELLENO ORGANICO.

En un reactor equipado con camisa de vapor y agitador de ancla entran urea y formaldehido en cantidades equimoleculares.

Manteniendo la válvula cerrada que comunica al vacío, se hace pasar vapor residual por la camisa y se pone a funcionar el agitador durante un cierto tiempo, hasta que al sacar muestras de la purga inferior se tenga una viscosidad semejante a la de la glicerina; entonces se disminuye el flujo de vapor y el número de revoluciones del agitador, se cierra la válvula de la tapa superior del reactor y se abre muy lentamente la válvula que comunica al sistema de vacío, con el objeto de eliminar el exceso de agua formada durante el proceso. De modo que cuando el contenido alcance la viscosidad de la miel de colmena, se abre la tapa del reactor para que al ir cerrando la correspondiente al vacío, se restablezca la presión atmosférica del mismo; y una vez logrado esto, se purga el reactor a un mezclador de banda alterna para mojar lo más posible la carga constituida por fibras de celulosa. Cuando la mezcla está perfectamente uniforme se vacía la masa semipastosa en charolas que van a dar a un secador al mismo tiempo. Cuando se ha eliminado la mayor parte de agua hasta un 10%, se extrae el producto de la charola y se almacena en una cámara de baja humedad relativa y a una temperatura de 15° C de donde se sacan partidas o lotes, que se llevan a un molino de bolas compactas de acero de diferentes diámetros; en donde se agrega exceso de agente reactante (curante) repolimerizante, bajo la forma de trióxano; el cuál es un donador sólido de formaldehido.

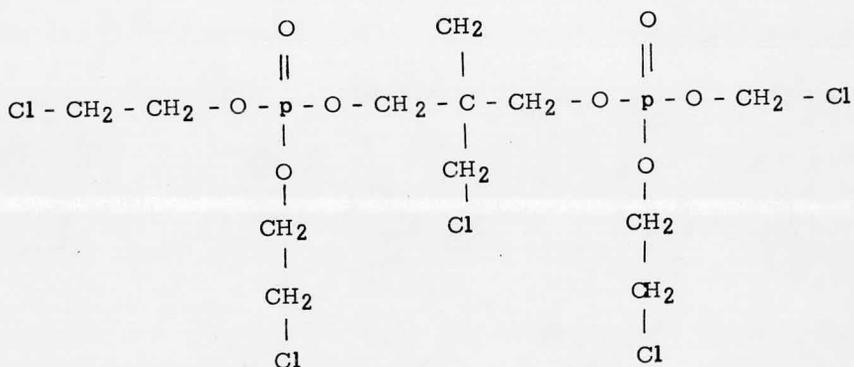
Asimismo se añade el lubricante estearato de Calcio, Mg, Al, Zn e incluso talco; pero no en exceso para evitar que la pieza termofijada vaya a salir polvorosa. Igualmente se adicionan pigmentos minerales para artículos que van a resultar opacos, o bien pigmentos orgánicos para los translúcidos; debido a la carga de celulosa, no se pueden obtener transparentes .

Cuando toda la mixtura de polvos esta homogénea se puede pasar a través de una máquina granuladora para que mediante compresión se obtengan briquetas, que son pequeños cilindros aproximadamente de una pulgada de diámetro por una de altura y a peso constante; de tal manera que cuando se rellena ellos los moldes de las máquinas de moldeo, la aplicación de calor y presión permite durante cierto tiempo. Termofijar el producto en forma requerida.

5.8 AGENTES RETARDADORES DE FLAMA

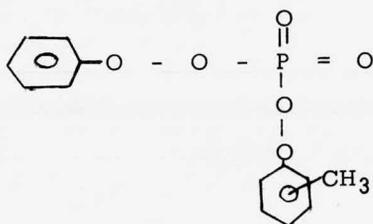
En general se ha encontrado que entre los aditivos que actúan como retardantes de flama; incluyen: borax ó ácido bórico, fosfato de amonio monobásico, sulfato de amonio, sulfato ácido de amonio y cloruro de cinc, y en forma -- mucho mas reciente; alúmina trihidratada y los siguientes:

D Fosgard 2 X C - 20

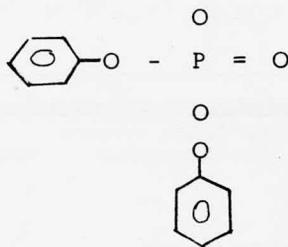


Las propiedades de resistencia al fuego las obtiene de las moléculas de fósforo y cloro.

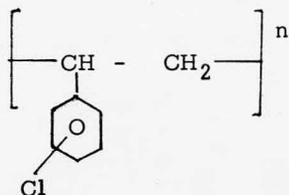
2.- Santicizer - 140



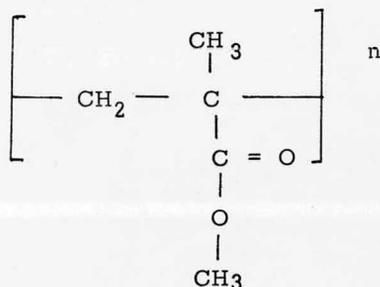
3.- Trifenil fosfato



3.- Polimonocloroestireno



4.- Polimetil metacrilato



Para el número 1, se podría contribuir a la combustión debido a las moléculas de O_2 y H_2

En el No. 2 el fósforo les imparte resistencia al fuego; pero la presencia de C y H en los anillos bencénicos aromáticos, contribuye a combustión y a la formación de humo.

También hay C y H combustibles; pero el cloro sustituido prometería resistencia al fuego. No. 3

En el No. 4 también se pueden observar moléculas combustibles de C y H, - - pero no encontramos anillos bencénicos aromáticos para favorecer la formación de humo.

En resumen sobre estos compuestos se puede decir que la inclusión de retardantes al fuego que contengan anillos bencénicos aromáticos; aumentarán la evolución de humo; mientras que la presencia de no aromáticos disminuye la densidad del humo.

Además los retardantes con anillos bencénicos tienden a incrementar la contribución a la combustión.

En particular se han encontrado los siguientes compuestos retardadores de la flama, en forma exclusivo para tableros aglomerados con resina de urea formaldehído.

NOMBRE QUIMICO	F U E N T E
Modifier MO- B3051	Borden chemical company
Modifier MO- B3051A	" " "
Modifier MO - B3052	" " "
Fosfato monoamónico	Victor Chemical Works
	6
	Monsanto Chemical Company

FORMULACION. Generalmente hablando, un nivel de 14-16% basado sobre el peso seco de fibra, es el adecuado para compuestos fosfatados. Para los compuestos de la BORDEN CHEMICAL COMPANY, se pueden emplear dosis ligeramente mas bajas, debido a que estos compuestos dan un tratamiento mas uniforme al retardante de fuego.

APLICACION QUIMICA. - Para tableros aglomerados se pueden citar los siguientes métodos:

- 1). En forma de polvo, durante o despues de la operación de mezclado resina-fibra.
- 2). En solución acuosa en el astillador en seco.
- 3). En solución acuosa durante el mezclado astilla resina.

De estos tres metodos, el más recomendable es el primero ya que estos compuestos son de baja solubilidad y requieren agregar grandes cantidades de agua, aumentando considerablemente el contenido de humedad en la fibra; por lo que su aplicación en esta forma hace necesaria una operación de secado anterior a la mezcladora fibra-resina.

La densidad del producto final es muy importante, ya que las propiedades del retardante de flama caen rapidamente para densidades menores a $0.60 \frac{\text{gr}}{\text{ml}}$.

5.9 AGENTES FUNGICIDAS

Los aditivos que se emplean normalmente para impartir resistencia a la destrucción y al ataque de insectos, incluyen soluciones de fenoles clorados - (penta, tetra y tri) o de sus sales (usualmente cobre o sodio) y compuestos de arsémoco - zinc.

Estos compuestos se pueden agregar en la operación de mezclado fibra-resina.

5.10 BREVE DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS FIBROSOS UTILIZADOS

CASCARILLA DE ARROZ.

La cascarilla de arroz es rica en celulosa, cenizas, particularmente en sílice, que es lo que produce su poca digestibilidad; por todo ello el valor nutritivo de la cascarilla es muy reducido.

Utilización como combustible.- Su poder calórico se establece de 3,300 a 3,600 cal. 1 kg, contra 6,500 del coque y 8,000 del carbón de hulla. Arde a los 800-1,000° C con el inconveniente que produce muchos residuos de cenizas.

Utilizado como abono.- De 100 kgs. de cascarilla de arroz transformada a cenizas, aportan al terreno menos de 1 kg. de ácido fosfórico y aproximadamente 1.5 kgs. de potasa. Esta pobreza de materias fertilizantes limita su uso abono mineral.

Producción en México.- La producción nacional de arroz en el año de 1974 - fué de 458,308 Ton. y aproximadamente de cada tonelada de arroz se obtienen 100 kgs. de cascarilla.

Así es que potencialmente se tienen disponibles alrededor de 45,831 tons.

Para 1974, los principales productos fuerón:

Sinaloa	188,300 Ton.	41.08 %
Veracruz	54,901 Ton.	11.98 %
Morelos	51,844 Ton.	11.31 %
Oaxaca	45,452 Ton.	9.91 %

BAGAZO DE CAÑA

La composición del bagazo de caña desde un punto de vista técnico:

Humedad	49 %
Componentes fibrosos	45 %
Componentes solubles	6 %

Fracción de componentes fibrosos:

Fibra	68.4 %
Medula	21.6 %
Basura y polvo	10.0 %

En general de la producción total de bagazo de caña tienen los ingenios, solo una parte la consumen como combustible allí mismo.

En nuestro país, la producción de bagazo de caña es aproximadamente de 9 millones de toneladas anualmente, aprovechando solamente del 3 al 4% de esta fibra para la fabricación de pulpa y papel.

Principales productores:

Veracruz, Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas, Morelos, Nayarit, entre otros.

CASCABILLO DE CAFE

Gran cantidad de este material fibroso se utiliza como abono para los terrenos donde se cultivo el café.

Producción en México. La producción de café para 1976 fue de aproximadamente 179,382 toneladas.

Y en forma aproximada 1 tonelada de café produce 90 kgs. de cascabillo, así es que potencialmente el país cuenta con 16,144 toneladas de cascarilla.

Esta cascarilla se encuentra disponible en los beneficios del café que se encuentran cerca de las zonas cafeteras.

PRINCIPALES PRODUCTORES.

Chiapas	64,487 Tons.	35.95 %
Veracruz	61,264 Tons.	34.15 %
Oaxaca	31,198 Tons.	17.40 %
Puebla	16,014 Tons.	8.90 %

.11 AGENTES CURANTES PARA LOS ADHESIVOS DE UREA FORMALDEHIDO .

Los agentes curantes, también llamados endurecedores, aceleradores o catalizadores son sustancias ácidas por sí mismas, o que son capaces de liberar ácidos cuando se mezcla con la resina. A la última clase corresponden las sales de amonio de ácido fuerte. Estas sales son usadas mas ampliamente que los ácidos. Son mas convenientes de manejar ya que dan una proporción mayor de tiempo de vida útil a tiempo de gelado.

Las sales de amonio de ácidos fuertes, en muchos aspectos son ideales como endurecedores para usarse ya sea a temperatura normal o elevada.

Funcionan como endurecedores reaccionando con el formaldehído libre en la resina y/o el formaldehído liberado bajo las condiciones de curado, para dar el correspondiente ácido, hexameten-tetramina y agua.

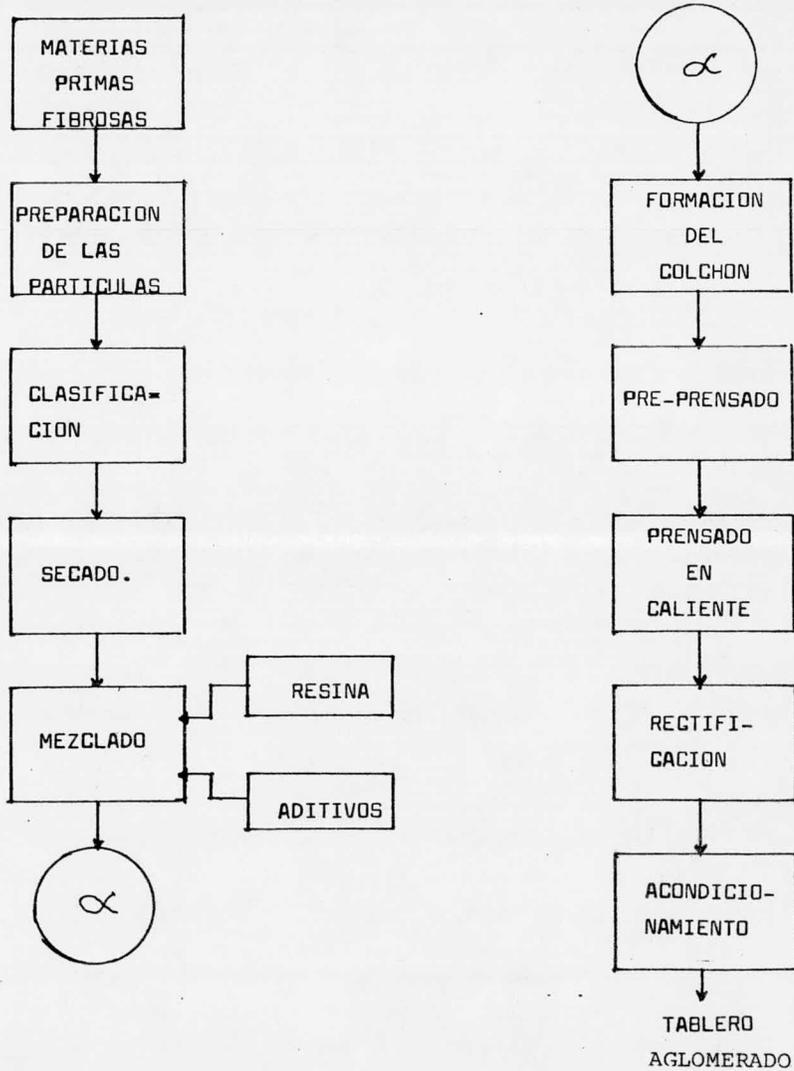
La sal de amonio mas comunmente usada es el cloruro de amonio.



La disminucion del ph tiene lugar al momento de agregar la sal.

La velocidad de liberación del formaldehido y consecuentemente la caída del ph se incrementa por el aumento de temperatura la cual es una de las razones por la que las sales de amonio sean excelentes como endurecedores.

5.12 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL
PROCESO EN ESTE TIPO
DE MATERIALES.



C A P I T U L O V

TRABAJO DESARROLLADO

6. TRABAJO DESARROLLADO

1.- ANTECEDENTES.- Un tablero aglomerado puede definirse como un material laminado fabricado con pequeñas piezas de madera u otro material celulósico, aglomerandolo por medio de un adhesivo orgánico, al mismo tiempo calor, presión catalizador, etc.

MATERIAS PRIMAS:

Dentro de los materiales celulósicos que se pueden emplear, a parte de la madera se encuentran:

- 1).- bagazo de caña
- 2).- Fibras de Tallo de bambú
- 3).- Tallos de maíz
- 4).- Paja de trigo
- 5).- Paja de arroz
- 6).- Cascarrilla de café; entre otros.

Se ha encontrado que los agentes aglomerantes empleados, son generalmente:

- 1).- Resinas de urea formaldehido
- 2).- Resinas de fenol formaldehido
- 3).- Resinas de melamina formaldehido
- 4).- Resinas de poliester.

Como aditivos especiales se encuentra.

- 1).- Aditivos para dar resistencia a la humedad
- 2).- Aditivos para dar resistencia al fuego
- 3).- Aditivos para dar resistencia al ataque de insectos; etc.

DESCRIPCION GENERAL DE LA FORMA EN QUE SE EFECTUO LA EXPERIMENTACION.

La secuencia de la experimentación se llevó a cabo en base al diseño experimental elaborado.

Por lo que cada experimento se efectuó en la forma siguiente:

- 1.- Se pesó la cantidad necesaria de material fibroso.
- 2.- Se preparó la mezcla adhesiva adecuada compuesta por los siguientes elementos:

tos:

- a).- Resina de urea-formaldehído líquida
- b).- Emulsión de cera
- c).- Catalizador en forma de polvo.

Dicha mezcla se agitó fuertemente hasta formar una mezcla homogénea.

- 3).- Enseguida en un recipiente se colocó el material fibroso y se fué agregando poco a poco la mezcla adhesiva. Agitando constantemente para que su distribución fuera lo más completa posible.
- 4).- Como siguiente paso se procedió a formar el colchón de material, colocando la mezcla material fibroso -mezcla adhesiva, sobre una placa de metal y prensándolo con otra del mismo tamaño.
- 5.- Hecho lo anterior se trasladó el pastel o colchón prensado, a la prensa caliente; donde se aplicó la temperatura, presión y tiempo adecuados.
- 6.- Como paso final cada muestra obtenida se rectificó, recontando sus bordes para que sus lados fuerán paralelos.

Para el estudio que nos ocupa se seleccionaron los materiales celulosicos de:

- 1).- Cascarilla de café
- 2).- Cascarilla de arroz
- c).- Bagazo de caña.

Como agente aglomerante se escogió a la resina de urea formaldehido, por ser la que mas se emplea en este tipo de materiales y por ser más barata.

Los otros como son mucho mas caras, solo se emplean para proporcionar propiedades especiales al material obtenido.

Como catalizador de la resina de urea formaldehido se empleo el cloruro de amonio como agente para resistencia al agua se usó una cera.

Especificaciones de la resina:

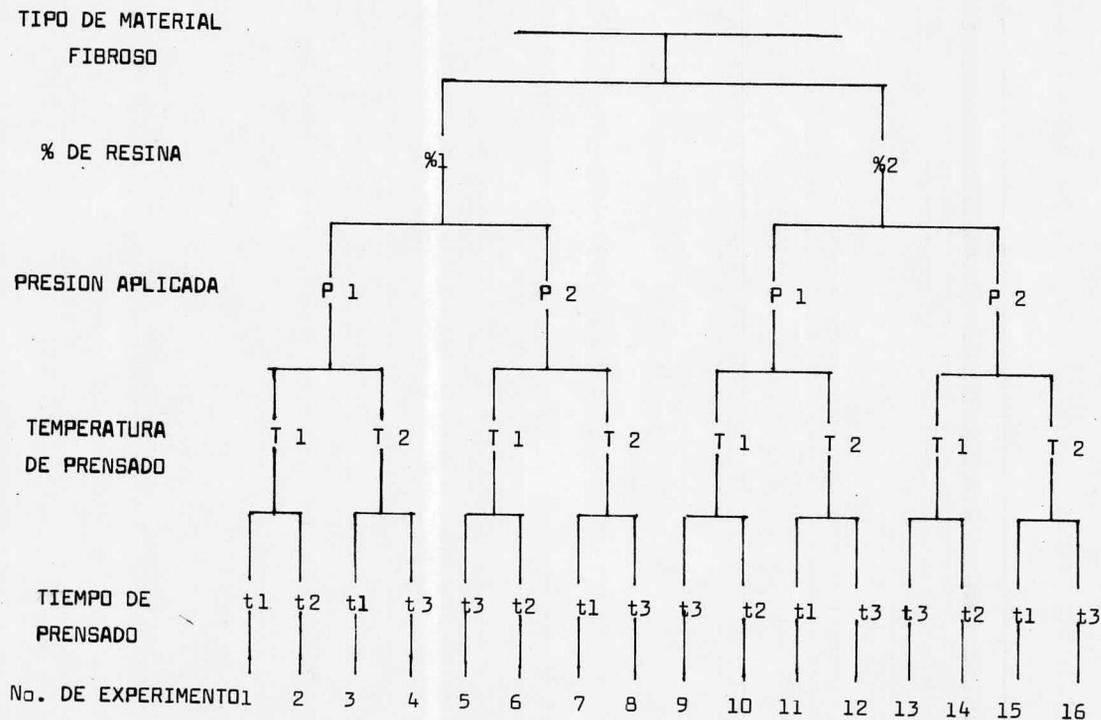
- 1).- Contenido de solidos - 64-67
- 2).- Viscosidad aprox. a 25° C - 3 - 6 ps
- 3).- PH aproximado a 25° C - 8.0 - 8.6
- 4).- Densidad aproximada - 1.275 - 1.285
- 5).- Formol libre - 1.0 máximo

Agente contra la absorción de agua.- Una emulsión de cera estable en medio ácido y alcalino; liquido de color blanco.

ESPECIFICACIONES:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| Contenido de sólidos | - 44 - 46 |
| PH a 25° C | - 7 - 9 |
| Viscosidad a 25° C | - 1 - 3 ps. |
| Tamaño de particula | - 0.5 - 1.5 micros. |

6.2 DISEÑO GENERAL DEL EXPERIMENTO

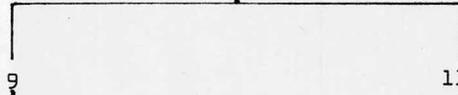


6.3 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

TIPO DE MATERIAL
FIBROSO

CASCARILLA DE CAFE

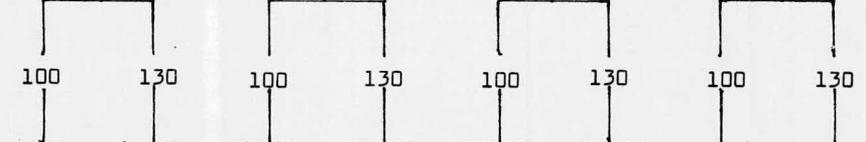
% DE RESINA



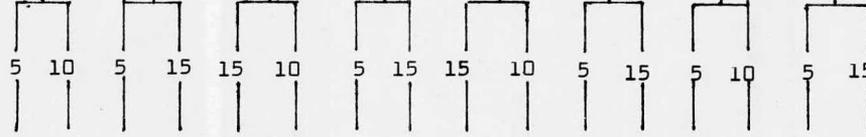
PRESION APLICADA
(Kg/cm²)



TEMPERATURA
DE PENSADO
(°C)



TIEMPO DE
PENSADO
(MIN).



No. DE EXPERIMENTO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

6.4 SECUENCIA DE EXPERIMENTACION CON CASCABILLO DE CAFE

EXPERIMENTO No. 1

1.- Cantidad de Cascabillo	170 gr.
2.- Cantidad de Resina - Urea-formaldehido	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador - (cloruro de amonio)	0.23 gr
4.- Porcentage de Resina - sólida base cascara seca	9 %
5.- Cantidad de Cera -	2.35 gr.
6.- Presión aplicada	100° C
7.- Temperatura de prensado	5 min.
8.- Tiempo de prensado	25 Kg/cm^2

EXPERIMENTO No. 2

1.- Cantidad de Cascabillo	170 gr.
2.- Cantidad de Resina	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.23 gr.
4.- % de Resina sólida - base cascara seca.	9%
5.- Cantidad de Cera	2.35 %
6.- Presión aplicada	25 kg/cm^2
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 3

1.- Cantidad de Cascabillo	170 gr.
2.- Cantidad de Resina	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.23 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.35 gr.
5.- % Resina sólida	9.0
6.- Presión aplicada	25 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 4

1.- Cantidad de Cascabillo	170 gr.
2.- Cantidad de Resina	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.23 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.35 gr.
5.- % resina sólida	9.0
6.- Presión aplicada	25 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 5

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 grs .
2.- Cantidad de Resina liq.	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.23 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.35 gr.
5.- % Resina sólida	9.0 gr .
6.- Presión aplicada	16 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 6

1.- Cantidad de Cascabillo	170 grs .
2.- Cantidad de Resina liq.	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.23 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.35 gr.
5.- % Resina sólida	9.0
6.- Presión aplicada	16 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 7

1.- Cantidad de cascabillo	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.23 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.35 gr.
5.- % Resina sólida	9.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 8

Cantidad de Cascabillo	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	23.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.23 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.35 gr.
5.- % Resina sólida	9.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 9

1.- Cantidad de Cascabillo	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	34.0 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.34 gr.
4.- Cantidad de Cera	340 gr.
5.- % Resina sólida	13.0
6.- Presión aplicada	25 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 10

1.- Cantidad de Cascabillo	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	34.0 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.34 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.40 gr.
5.- % Resina sólida	13.0
6.- Presión aplicada	25 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 11

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	34.0 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.34 gr
4.- Cantidad de Cera	3.40 gr
5.- % Resina sólida	13.0
6.- Presión aplicada	25 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 12

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	34.0 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.34 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.4 gr.
5.- % Resina sólida	13.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130°C
8.- Tiempo de prensado	15 min

EXPERIMENTO No. 13

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	34.0 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.34 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.4 gr.
5.- % Resina sólida	13.0
6.- Presión apl cada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8 - Tiempo de prensado	5 min

EXPERIMENTO No 14

1.- Cantidad de Cascarilla	170 0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	34.0 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.34 gr.
4._ Cantidad de Cera	3.4 gr.
5.- % Resina sólida	13.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100°
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 15

1 - Cantidad de Cascarilla	170 0 gr
2 - Cantidad de Resina liq.	34 0 gr
3 - Cantidad de Catalizador	0 34 gr
4 - Cantidad de Cera	3 40 gr.
5.- % Resina sólida	13.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 16

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2 - Cantidad de Resina liq.	34.0 gr
3 - Cantidad de Catalizador	0.34 gr
4 - Cantidad de Cera	3,40 gr
5 - % Resina sólida	13 0
6 - Presión aplicada	16 0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

6.5 DISEÑO DEL EXPERIMENTO.

TIPO DE MATERIAL
FIBROSO

CASCARILLA DE ARROZ

% DE RESINA

15

10

PRESION APLICADA
(Kg/cm²)

25

16

25

16

TEMPERATURA DE
PRENSADO

130

170

130

170

130

170

130

170

TIEMPO DE
PRENSADO

5

10

5

15

15

10

5

15

15

10

5

5

15

10

5

10

No. DE EXPERIMENTO.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

6.6 SECUENCIA DE EXPERIMENTACION CON CASCARILLA DE ARROZ.

EXPERIMENTO No. 1

1.- Cantidad de cascarilla	170.0 grs.
2.- Cantidad de resina liq. (urea-formaldehido)	39.5 grs.
3.- Cantidad de catalizador	0.39 grs.
4.- Cantidad de Cera	3.95 grs.
5.- % Resina pólida (base cascarilla seca)	15.0
6.- Presión aplicada	25 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 2

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr
2.- Cantidad de Resina liq.	39.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.39 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.95 gr.
5.- % Resina sólida	15.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 3

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 grs.
2.- Cantidad de Resina liq.	39.5 grs.
3.- Cantidad de Catalizador	0.39 grs.
4.- Cantidad de Cera	0.95 grs.
5.- % Resina sólida	15.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	170° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 4

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 grs.
2.- Cantidad de Resina liq.	39.5 grs.
3.- Cantidad de Catalizador	0.39 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.95 gr.
5.- % Resina sólida	15.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	170° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 5

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	39.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.39 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.95 gr.
5.- % Resina sólida	15.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 6

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina	89.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.39 gr.
4.- Cantidad de Cera	8.95 gr.
5.- % Resina sólida	15.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 7

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	39.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.39 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.95 gr
5.- % Resina sólida	15.0
6.- Presión aplicada	16.0 Kg/cm ²
7.- Temperatura de Prensado	170° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 8

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	39.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.39 gr.
4.- Cantidad de Cera	3.95 gr.
5.- % Resina sólida	15.0
6.- Presión aplicada	16.0 Kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	15 min.
8.- Tiempo de prensado	

EXPERIMENTO No. 9

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.65 gr.
5.- % Resina sólida	10.0
6.- Presión aplicada	25.0 Kg./cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 10

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	10.0
5.- % Resina sólida	25.0 Kg/cm ²
6.- Presión aplicada	130°C
7.- Temperatura de prensado	10 min.
8.- Tiempo de prensado	

EXPERIMENTO No. 11

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.65 gr.
5.- % Resina sólida	10.0
6.- Presión aplicada	25.0 Kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	170.0°C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 12

1.- Cantida de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.65 gr
5.- % Resina sólida	10.0
6.- Presión aplicada	25.0 Kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	15 min.
8.- Tiempo de prensado	

EXPERIMENTO No. 13

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.65 gr.
5.- % Resina sólida	10.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 14

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.65 gr
5.- % Resina sólida	10.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	130° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 15

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.65 gr.
5.- % Resina sólida	10.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	170° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 16

1.- Cantidad de Cascarilla	170.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	26.5 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.26 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.65 gr.
5.- % Resina sólida	10.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	170° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

6.7 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

TIPO DE MATERIAL
FIBROSO

BAGAZO DE CAÑA

% DE RESINA

7

12

PRESION APLICADA
(Kg/cm²)

25

16

25

16

TEMPERATURA DE
PRENSADO

100

140

100

140

100

140

100

140

TIEMPO DE
PRENSADO

5

10

5

15

15

10

5

15

15

10

5

15

5

10

5

15

N o. DE EXPERIMENTO

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

6.8 SECUENCIA DE EXPERIMENTACION CON BAGAZO DE CAÑA

EXPERIMENTO No. 1

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq. (urea - formaldehido)	12.95 gr
3.- Cantidad de Catalizador (cloruro de amonio)	0.13 gr.
4.- Cantidad de Cera (emulsión de cera)	1.30 gr
5.- % Resina sólida	7.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	5 min

EXPERIMENTO No. 2

1.- Cantidad de Bagazo	120 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	12.95 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.13 gr'
4.- Cantidad de Cera	1.30 gr.
5.- % Resina sólida	7.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	10 min

EXPERIMENTO No 3

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr
2.- Cantidad de Resina liq.	12.95 gr
3.- Cantidad de Catalizador	0.13 gr.
4.- Cantidad de Cera	1.30 gr.
5.- % Resina sólida	7.0 gr.
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	140° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No 4

1 - Cantidad de Bagazo	120.0 gr
2 - Cantidad de Resina liq.	12.95 gr
3 - Cantidad de Catalizador	0.13 gr
4.- Cantidad de Cera	1.30 gr.
5.- % Resina sólida	7.0 gr.
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	140° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 5

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	12.95 gr
3.- Cantidad de Catalizador	0.13 gr
4.- Cantidad de Cera	1.30 gr
5.- % Resina sólida	7.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 6

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	12.95 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.13 gr.
4.- Cantidad de Cera	1.30 gr.
5.- % Resina sólida	7.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	10 min

EXPERIMENTO No. 7

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	12.95 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.13 gr.
4.- Cantidad de Cera	1.30 gr.
5.- % Resina sólida	7.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	140° C
8.- Tiempo de prensado	5 min

EXPERIMENTO No 8

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	12.95 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.13 gr.
4.- Cantidad de Cera	1.30 gr.
5.- % Resina sólida	7.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No 9

1 - Cantidad de Bagazo	120 0 gr.
2 - Cantidad de Res na liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.22 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % Resina sólida	12,0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 10

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0 22 gr
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % Resina sólida	12.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 11

1.- Cantidad de bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.22 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % Resina sólida	12.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	140° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 12

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.22 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % de resina sólida	12.0
6.- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	140° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

EXPERIMENTO No. 13

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.22 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % de resina sólida	12.0 gr.
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	5 min

EXPERIMENTO No. 14

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.22 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % Resina sólida	12.0
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	100° C
8.- Tiempo de prensado	10 min.

EXPERIMENTO No. 15

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 grs.
2.- Cantidad de Resina liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.22 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % de resina sólida	12.0 gr.
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	140° C
8.- Tiempo de prensado	5 min.

EXPERIMENTO No. 16

1.- Cantidad de Bagazo	120.0 gr.
2.- Cantidad de Resina liq.	22.2 gr.
3.- Cantidad de Catalizador	0.22 gr.
4.- Cantidad de Cera	2.22 gr.
5.- % de resina sólida	12.0 gr.
6.- Presión aplicada	16.0 kg/cm ²
7.- Temperatura de prensado	140° C
8.- Tiempo de prensado	15 min.

6.9 REVISION DE NORMAS PARA PRUEBAS FISICO-MECANICAS.

Para cuantificar las propiedades fisicomecánicas de los materiales obtenidos, se procedió a practicarles la prueba de flexión estática.

Esta prueba fue realizada en el Laboratorio de Física Avanzada del Instituto - Politécnico Nacional.

Se utilizó una máquina universal de pruebas marca INSTRON dicha máquina tiene integrado un graficador de donde se van registrando en forma continua - los valores de deformacion del material en relación a la carga que esta recibiendo.

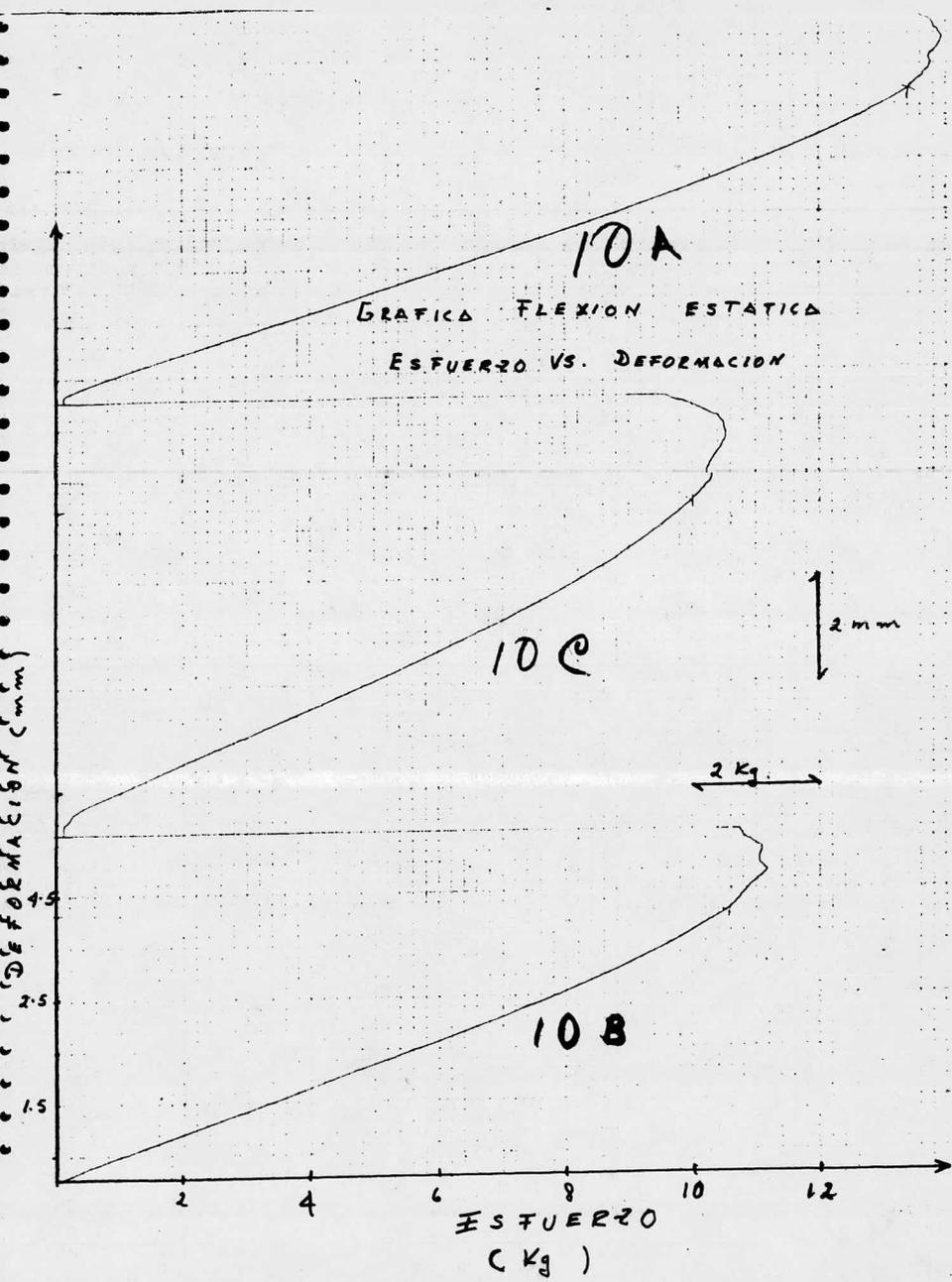
Proporcionandonos en forma inmediata una gráfica completa de carga - deformación, para cada probeta sometida a la prueba.

De esta grafica se nos proporcionan los elementos para poder calcular módulo de ruptura y el módulo aparente de elasticidad.

Se probaron generalmente tres probetas por cada experimento practicado a los - tres diferentes residuos agrícolas.

Los resultados obtenidos fueron calculados, promediados y tabulados, partiendo de pruebas particulares en cada probeta.

Se anexa una gráfica carga - deformación obtenida de la prueba practicada a dos probetas de un mismo experimento . En este caso al experimento No. 10 de cascarilla de café.



6.10 FORMA DE CALCULO

Cálculo de módulo de ruptura

$$MR = \frac{3 PL}{2 b d^2}$$

P = Carga máxima
 L = Claro entre apoyos
 b = Ancho
 d = Espesor

$$MR = \frac{1.5 \times 14.0 \times 11.5}{5 \times (0.48)^2} \quad \frac{Kg \times cm}{cm \times cm^2} \quad \frac{Kg}{cm^2}$$

$$MR = 210.37 \frac{kg}{cm^2}$$

CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD APARENTE

$$MEA = \frac{P \cdot L^3}{4bd^3Y}$$

DONDE:

P. = Carga a limite proporcional
 L = Claro entre apoyos
 b = Ancho de la probeta
 d = Espesor de la probeta
 Y. = Centro de deflexion al limite proporcional

$$MEA = \frac{11.5 \times (11.5)^3}{4(5)(0.48)^3 (0.59)} \quad \frac{kg \times cm^3}{cm \times cm^3 \times cm} \quad \frac{kg}{cm^2}$$

$$MEA = \frac{13,406.58 kg}{cm^2}$$

C A P I T U L O VI

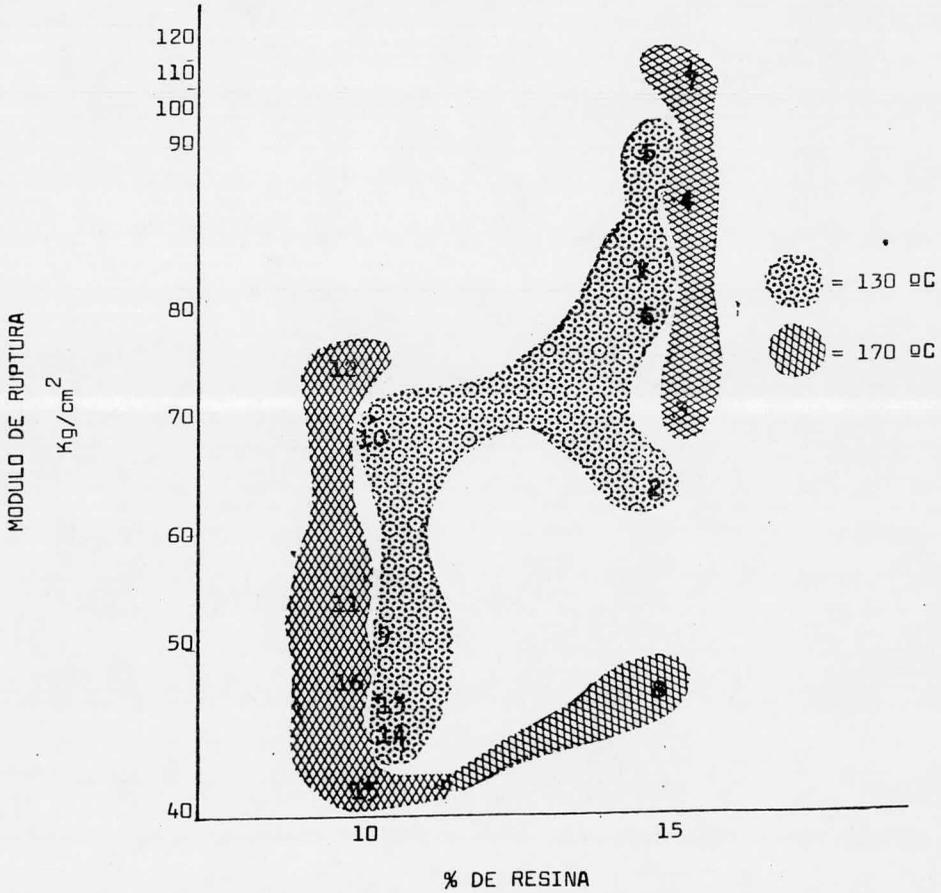
RESULTADOS

7.1 FLEXION ESTATICA

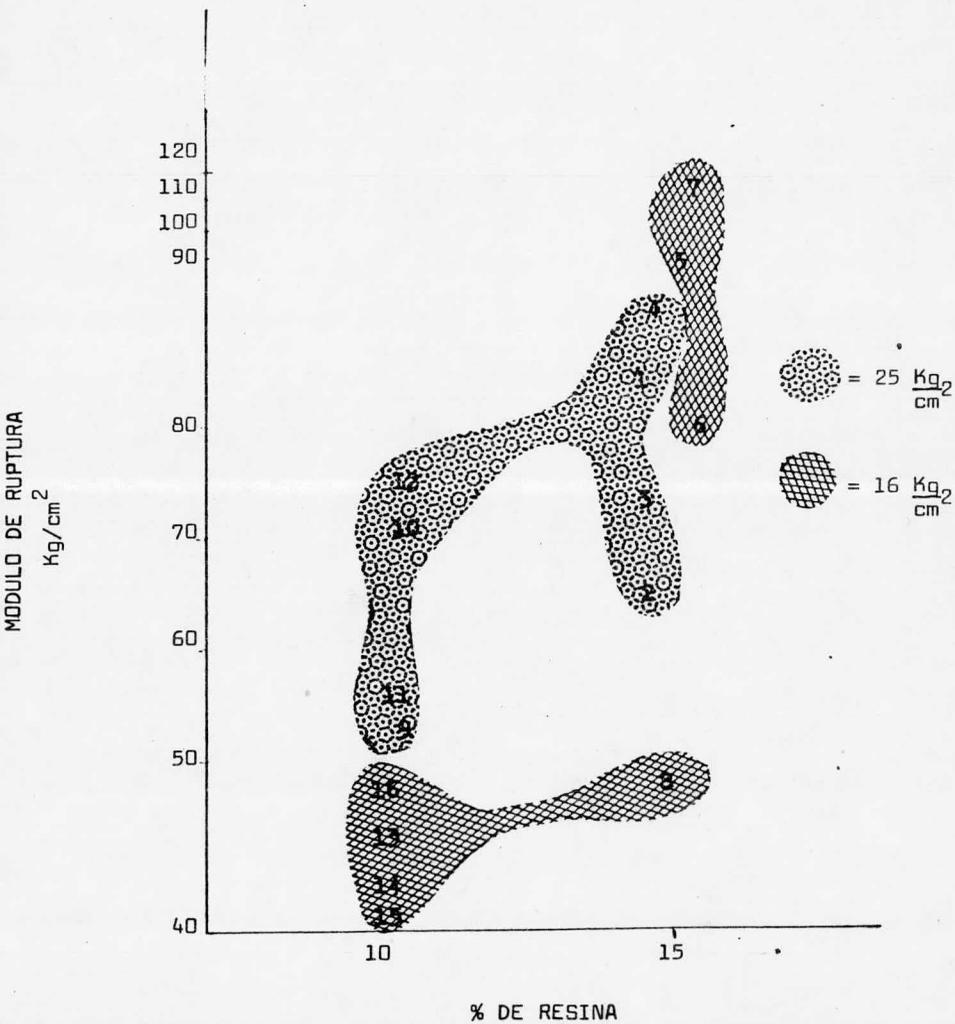
CASCARILLA DE ARROZ

EXPERIMENTO	% Resina	Presión kg/cm ²	Temp. ° C	Tiempo mfn.	Densidad	Módulo Ruptura	Módulo aparente elasticidad.
1	15	25	130	5	0.87	82.26	4,861.89
2	15	25	130	10	0.93	65.73	4,378.84
3	15	25	170	5	0.89	69.40	5,505.34
4	15	25	170	15	0.97	86.40	5,341.12
5	15	16	130	15	0.93	88.36	5,916.62
6	15	16	130	10	0.96	81.27	6,042.32
7	15	16	170	5	0.96	116.46	7,161.67
8	15	16	170	15	0.85	48.69	3,602.88
9	10	25	130	15	0.83	51.20	3,648.94
10	10	25	130	10	0.87	71.22	4,237.91
11	10	25	170	5	0.87	54.82	3,948.36
12	10	25	170	15	0.85	72.82	4,210.74
13	10	16	130	15	0.80	46.43	3,427.77
14	10	16	130	10	0.79	45.57	3,691.08
15	10	16	170	5	0.79	45.27	4,030.41
16	10	16	170	10	0.78	47.89	3,325.57

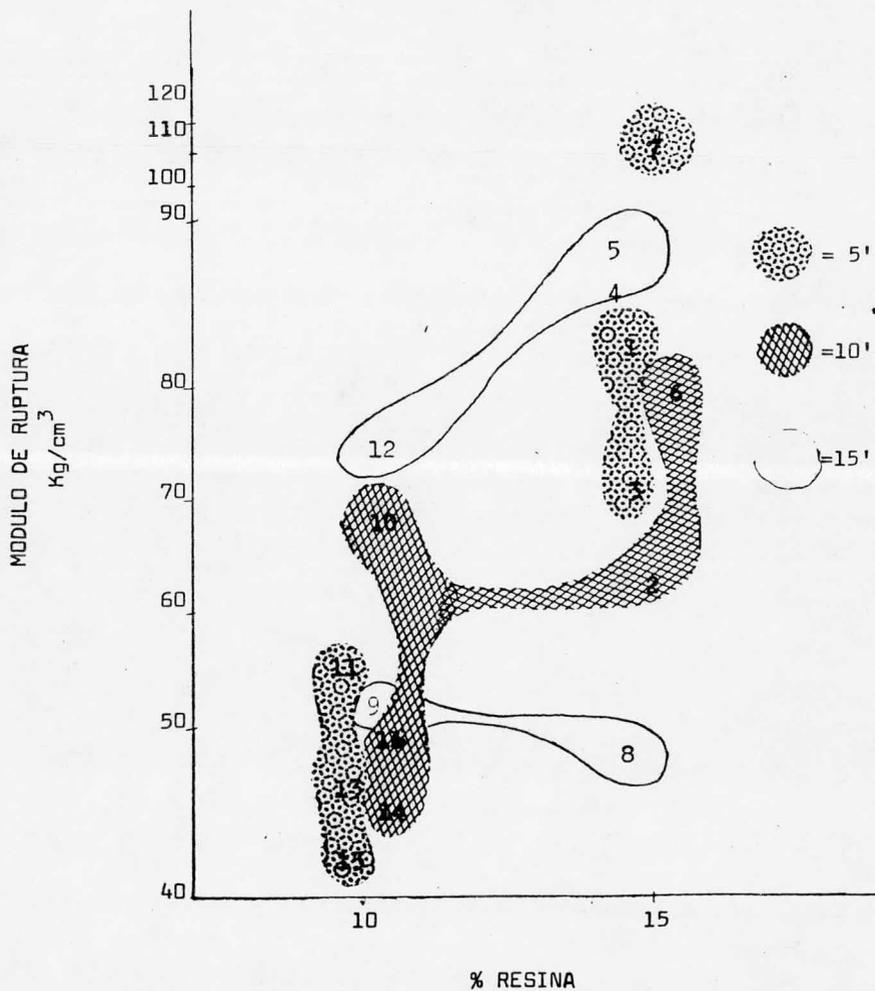
7.2 FLEXION ESTATICA
CASCARILLA DE ARROZ
TEMPERATURA DE PENSADO



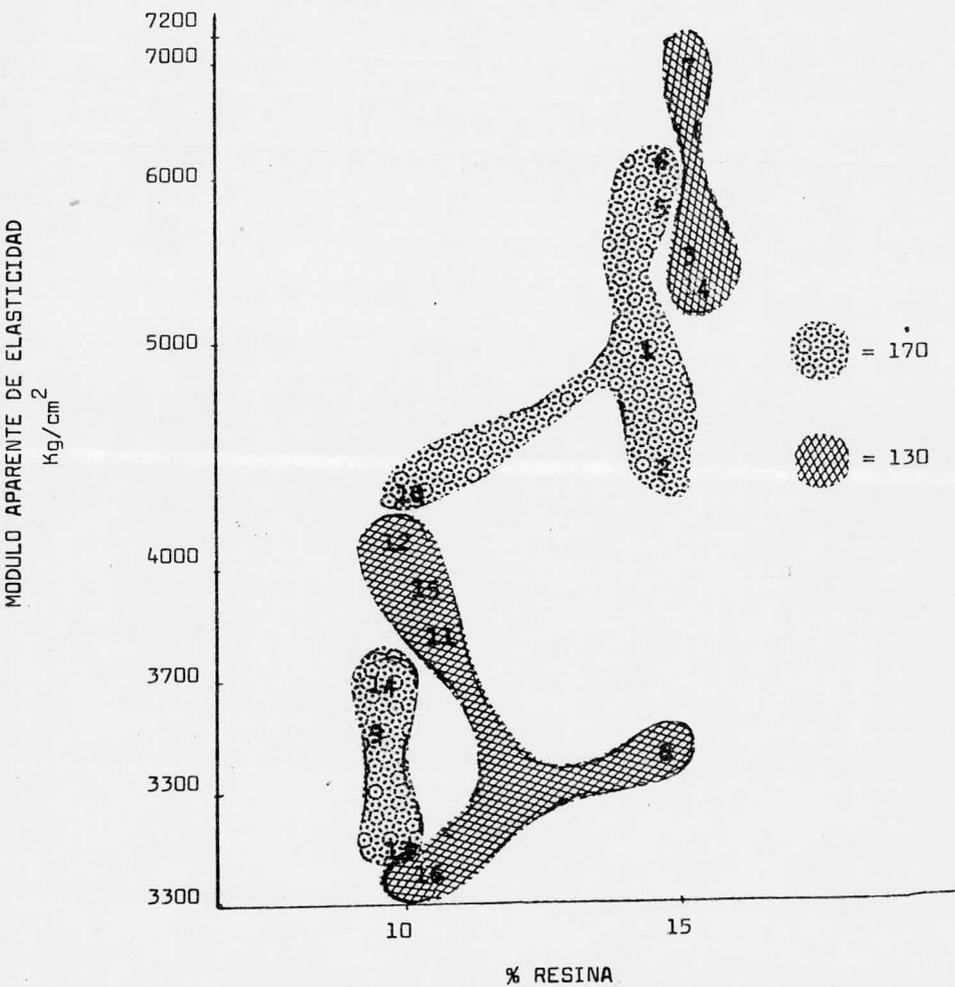
FLEXION ESTATICA
CASCARILLA DE ARROZ
PRESION APLICADA



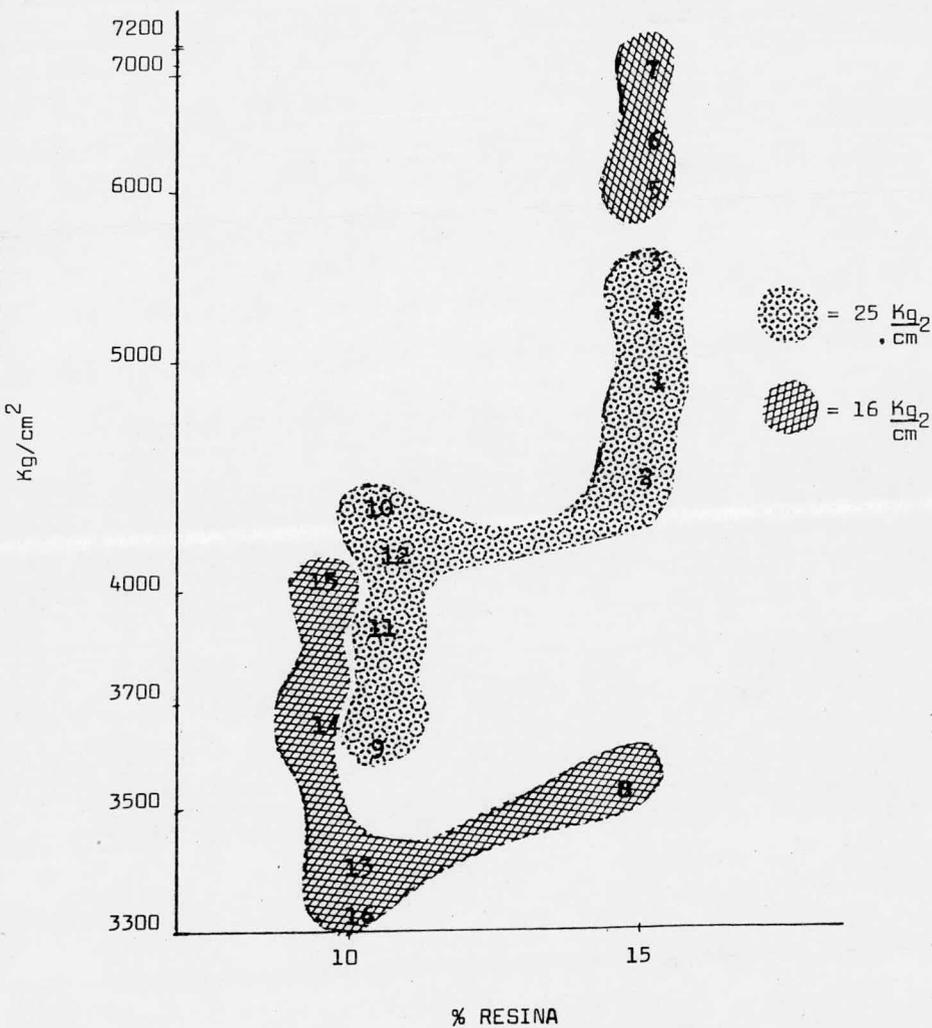
FLEXION ESTATICA
CASCARILLA DE ARROZ
TIEMPO DE PENSADO.



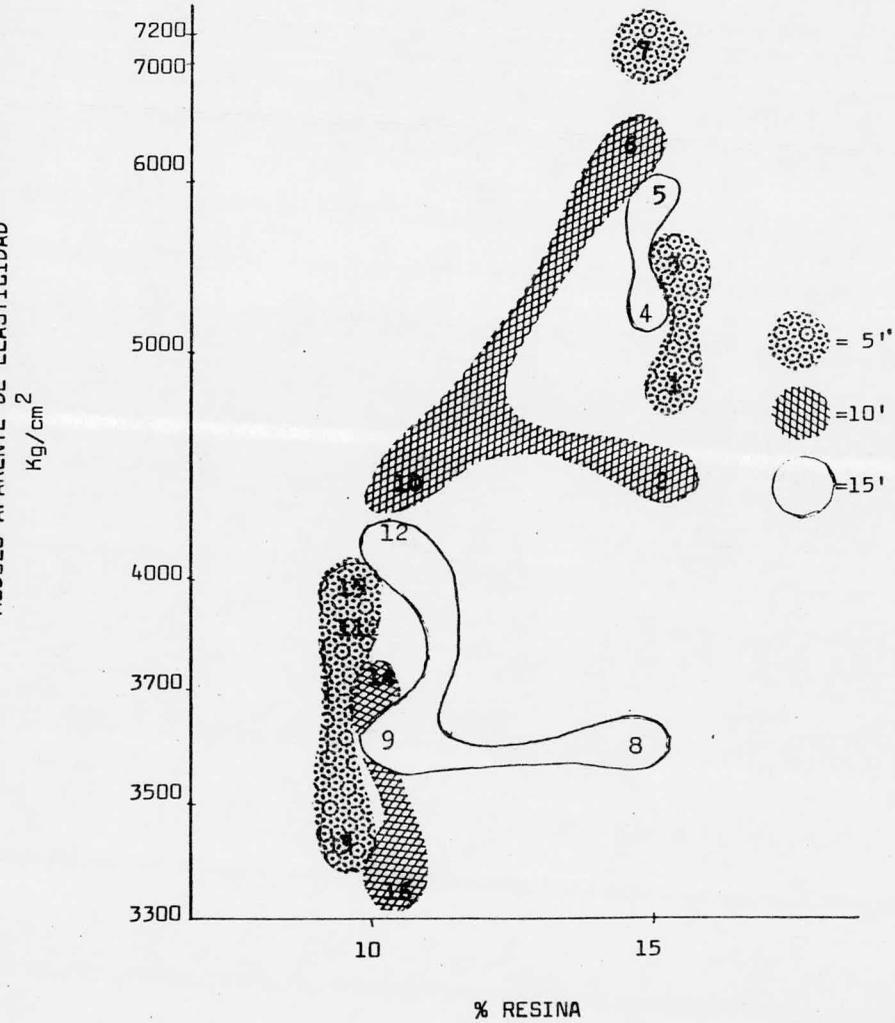
FLEXION ESTATICA
CASCARILLA DE ARROZ
TEMPERATURA DE PRENSADO



FLEXION ESTATICA
 CASCARILLA DE ARROZ
 PRESION APLICADA



FLEXION ESTATICA
 CASCARILLA DE ARROZ
 TIEMPO DE PENSADO.

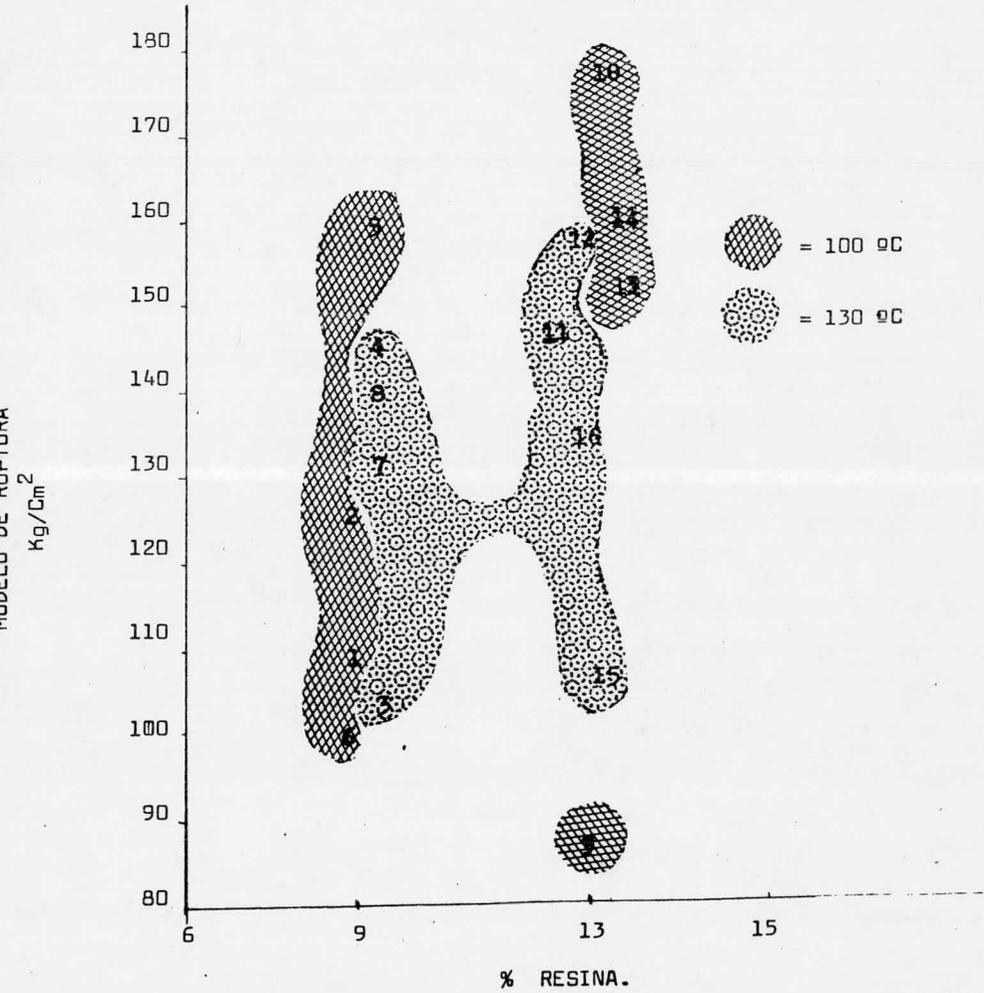


7.3 FLEXION ESTATICA

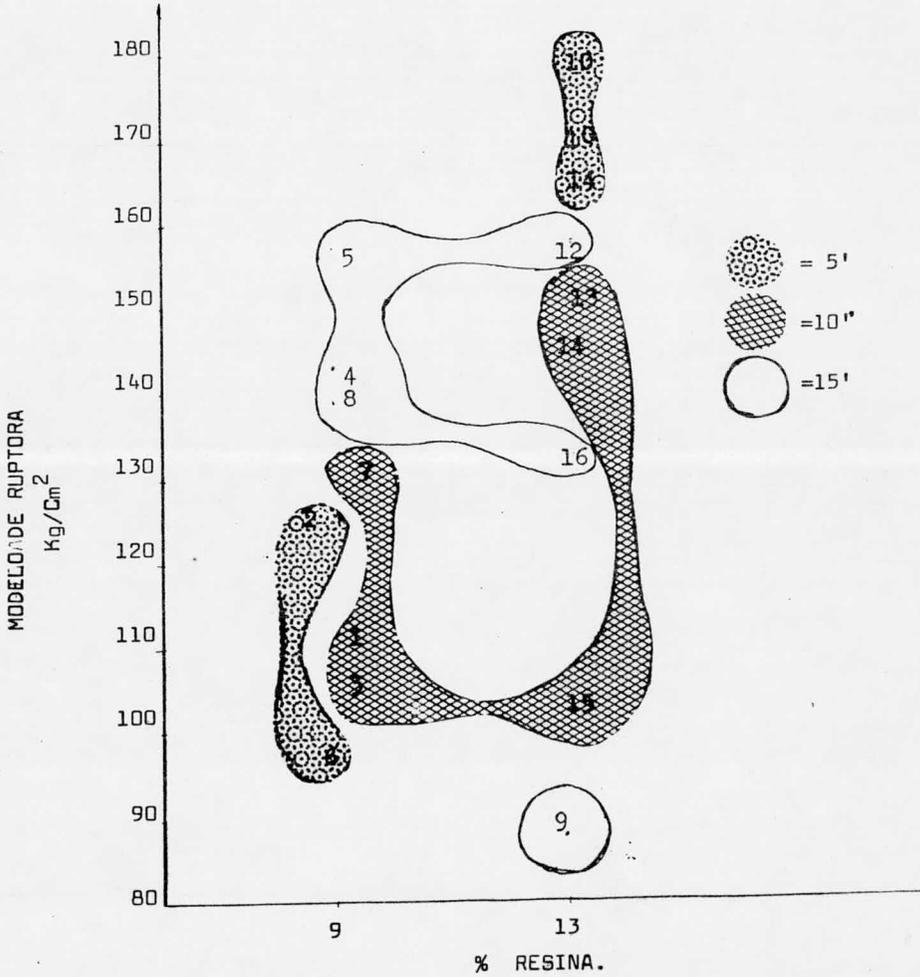
CASCARILLA DE CAFE

EXPERIMENTO	% Resina	Presión Kg/cm ²	Temp. ° C.	Tiempo mfn.	Densidad	Módulo Ruptura	Módulo aparente elasticidad
1	9.0	25.0	100	5	0.99	106.55	6,234.20
2	9.0	25.0	100	10	1.06	126.33	8,695.99
3	9.0	25.0	130	5	0.99	104.40	6,131.61
4	9.0	25.0	130	15	1.02	143.94	6,170.62
5	9.0	16.0	100	15	1.02	157.57	9,595.34
6	9.0	16.0	100	10	1.15	98.51	6,599.34
7	9.0	16.0	130	5	0.95	128.95	7,474.94
8	9.0	16.0	130	15	1.03	140.09	8,596.15
9	16.0	25.0	100	15	1.03	87.13	5,964.15
10	16.0	25.0	100	10	1.15	178.81	13,966.07
11	16.0	25.0	130	5	1.05	144.33	8,416.44
12	16.0	25.0	130	15	1.09	157.31	9,856.45
13	16.0	16.0	100	5	1.02	150.83	10,315.60
14	16.0	16.0	100	10	1.04	163.01	10,503.23
15	16.0	16.0	130	5	1.01	103.77	8,585.06
16	16.0	16.0	130	15	1.03	132.13	7,322.84

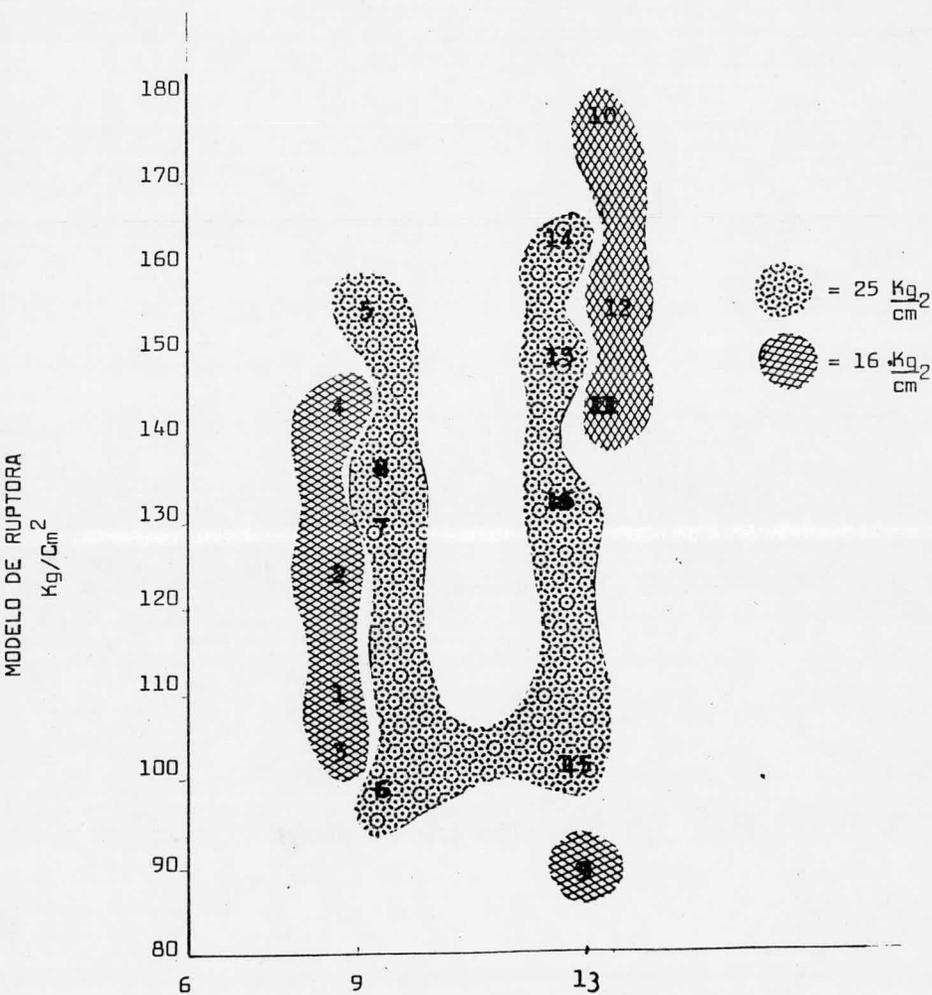
7.4 FLEXION ESTATICA
 CASCARILLA DE CAFE
 TEMPERATURA DE PRENSADO



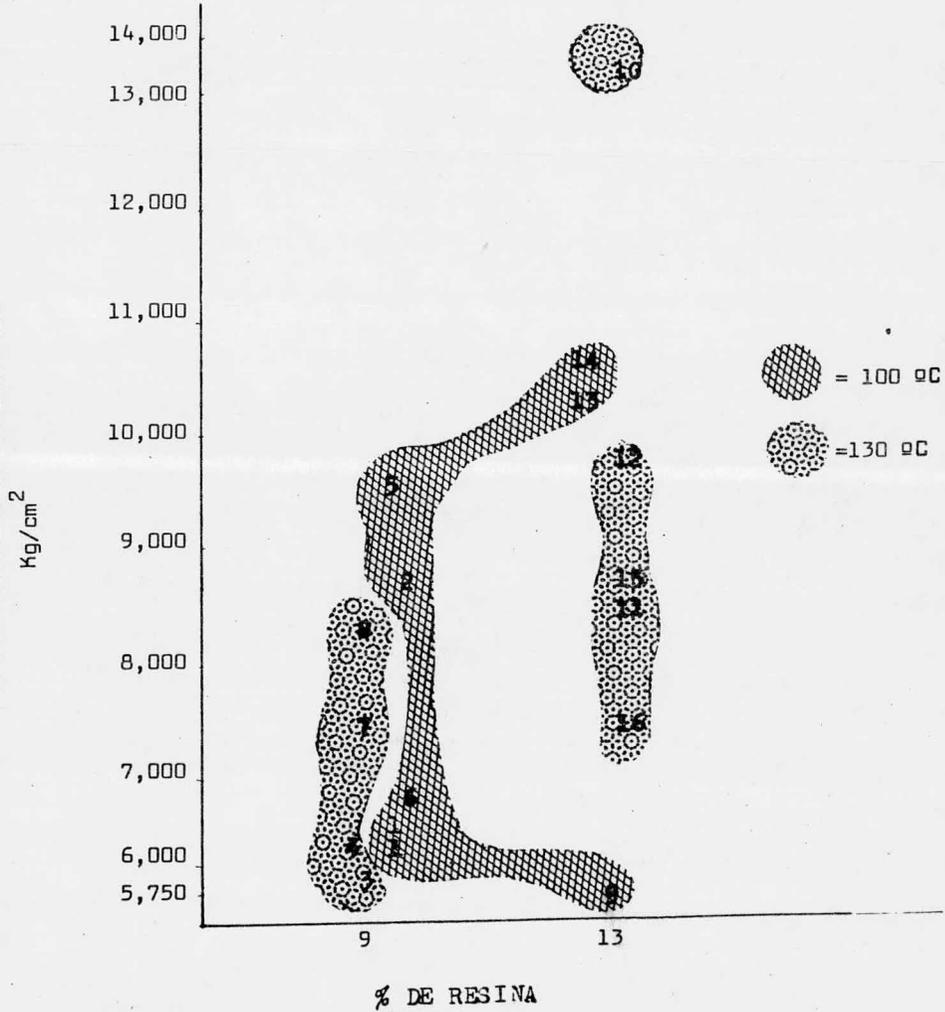
FLEXION ESTATICA
 CASCARILLA DE CAFE
 TIEMPO DE PRENSADO



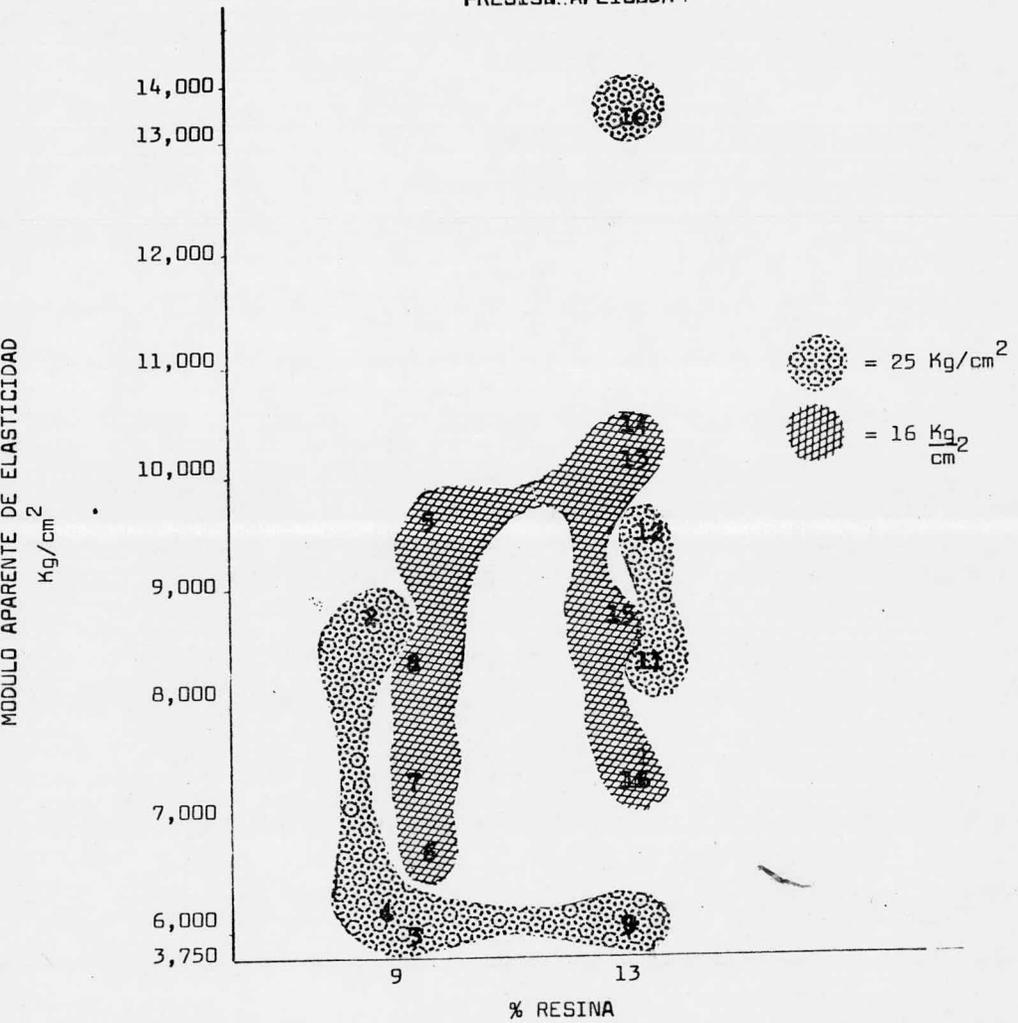
FLEXION ESTATICA
CASCARILLA DE CAFE
PRESION APLICADA.



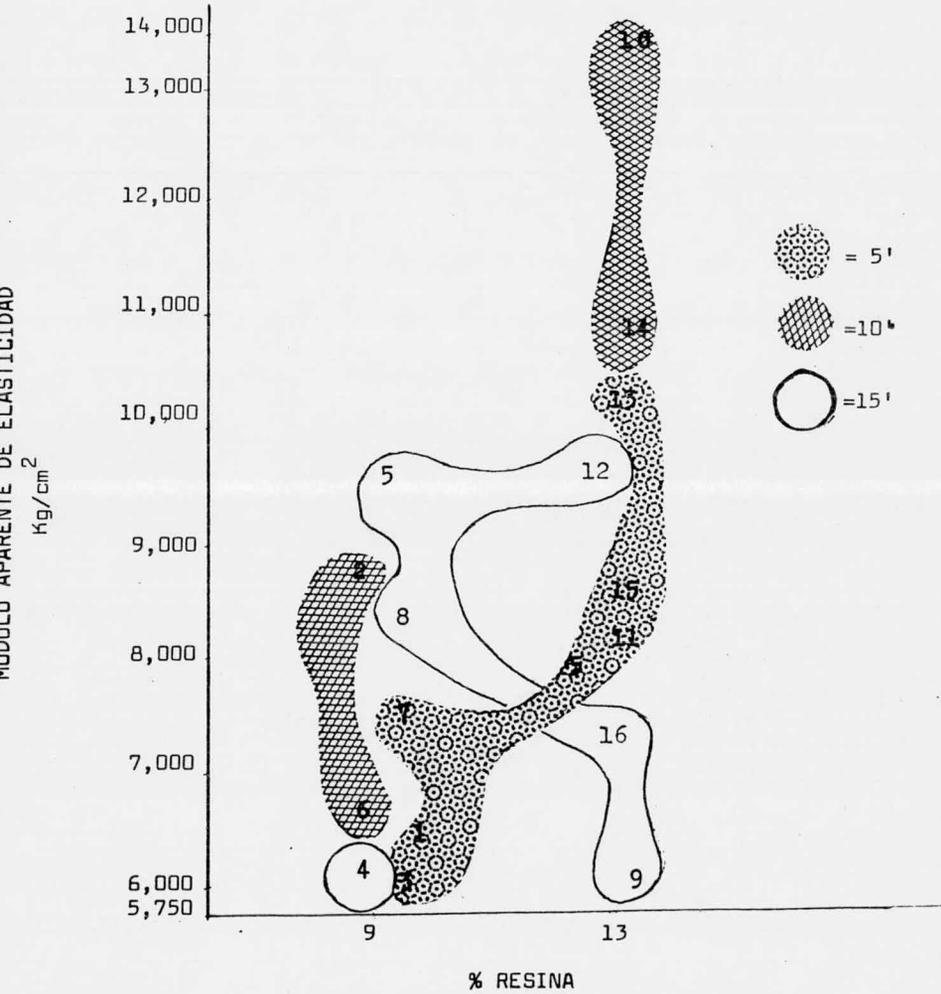
FLEXION ESTADICA
CASCARILLA DE CAFE
TEMPERATURA DE PRENSADO



FLEXION ESTATICA
 CASCARILLA DE CAFE
 PRESION APLICADA .



FLEXION ESTATICA
CASCARILLA DE CAFE
TIEMPO DE PENSADO



T A B L A No. 3

7.5 FLEXION E S T A T I C A

BAGAZO DE CAÑA

EXPERIMENTO	% Resina	Presión kg/cm ²	Temp. °C	Tiempo mfn.	Densidad	Módulo ruptura kg/cm ² .
1	7.0	25.0	100	5	0.805	95.83
2	7.0	25.0	100	10	0.845	110.04
3	7.0	25.0	140	5	0.800	105.36
4	7.0	25.0	140	15	0.790	115.72
5	7.0	16.0	100	15	0.745	96.06
6	7.0	16.0	140	10	0.783	120.37
7	7.0	16.0	140	5	0.820	116.43
8	7.0	16.0	100	15	0.810	105.29
9	12.0	25.0	140	15	0.840	151.70
10	12.0	25.0	140	10	0.915	205.00
11	12.0	25.0	100	5	0.880	179.00
12	12.0	25.0	100	15	0.820	181.40
13	12.0	16.0	140	5	0.777	145.32
14	12.0	16.0	140	10	0.801	167.86
15	12.0	16.0	100	5	0.750	135.60
16	12.0	16.0	100	15	0.780	140.53

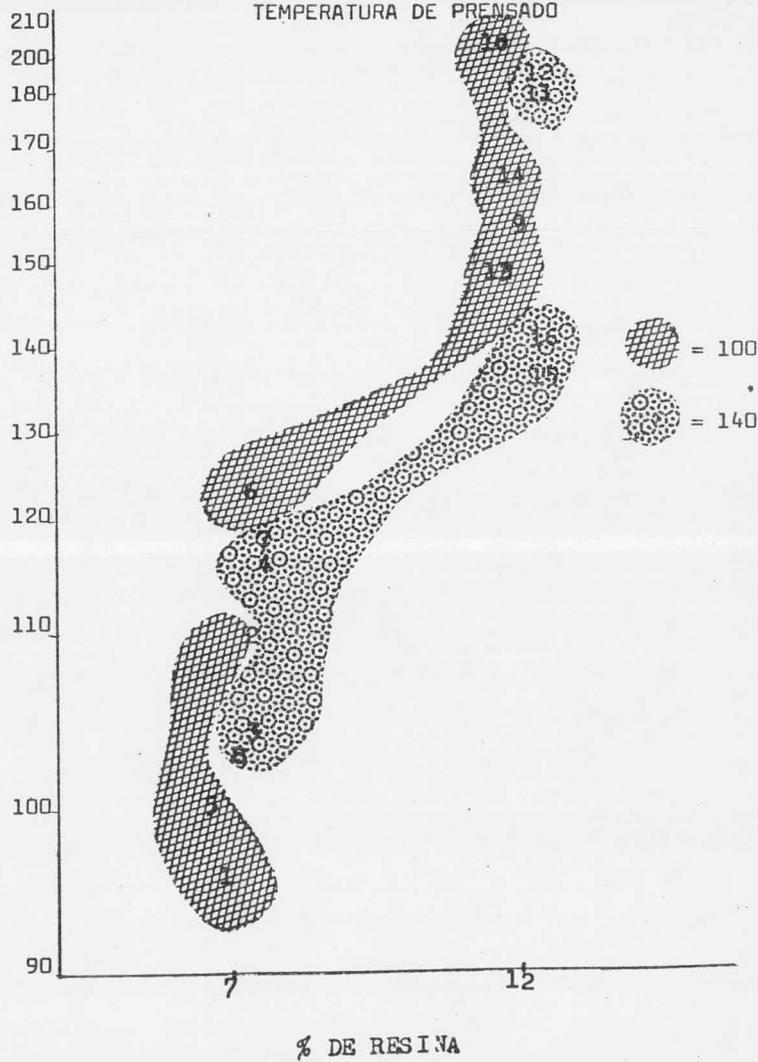


7.6 FLEXION ESTATICA

BAGASO DE CAÑA

TEMPERATURA DE PENSADO

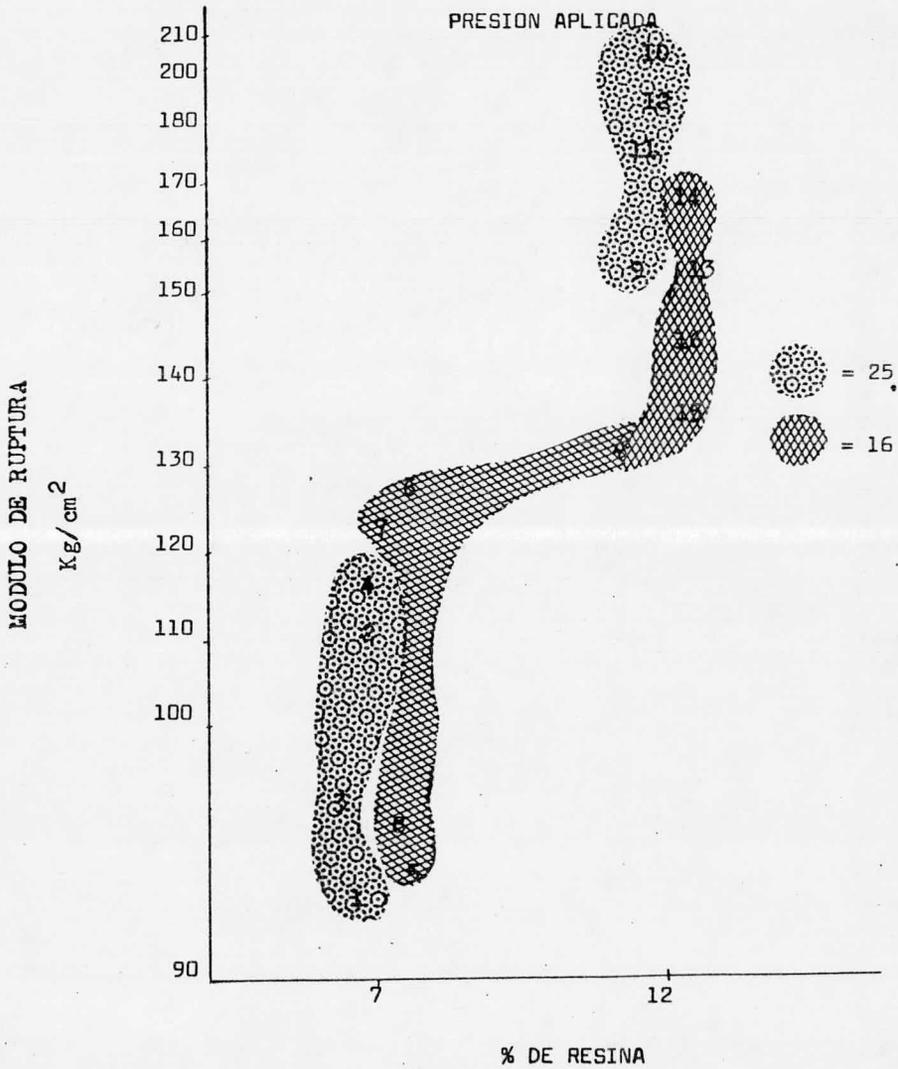
MODULO DE RUPTURA

Kg/cm²

FLEXION ESTATICA

BAGAZO DE CAÑA

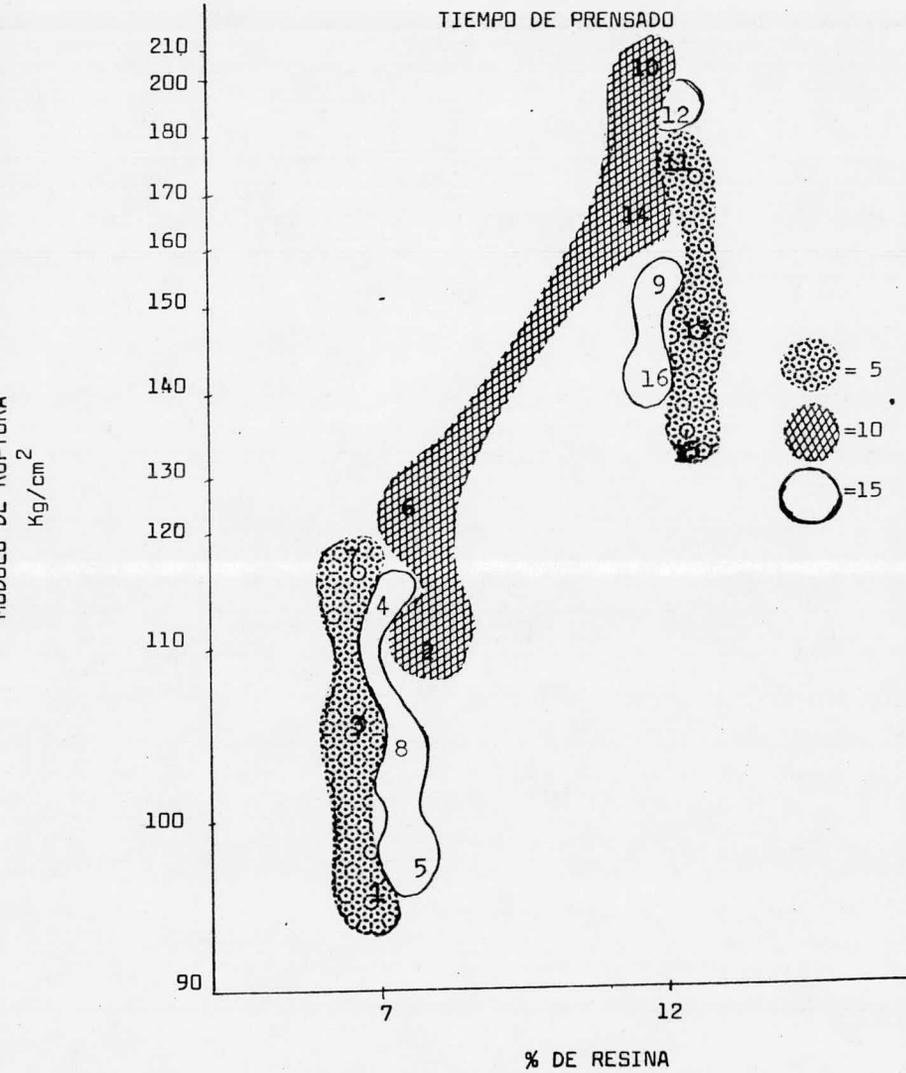
PRESION APLICADA



FLEXION ESTATICA

BAGAZO DE CAÑA

TIEMPO DE PENSADO



C A P I T U L O V I I

C O N C L U S I O N E S

CONCLUSIONES:

1.- La obtención de las muestras en cada uno de los experimentos nos demuestra la factibilidad de fabricar este tipo de materiales empleando como carga algunos residuos agrícolas.

2.- La evaluación de los resultados logrados nos sirve de base para la obtención de los parámetros de formulación y procesamiento. Estos parámetros se obtuvieron a partir del estudio de las graficas anteriores, y como resultado del cambio de las propiedades fisicomecánicas para cada experimento y por diseño experimental.

De donde se selecciona el mejor resultado para cada diseño experimental.

8.1 BAGAZO DE CAÑA

a).- % Resina de UREA-FORMALDEHIDO	
Base fibra seca	12.0
b).- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
c).- Temperatura de prensado	140° C
d).- Tiempo de prensado	10.0 mfn.
e).- % Catalizador de resina	1.0
f).- % emulsión de cera	10.0
g).- Densidad aprox.	0.91 gr/cm ³

8.2 CASCARILLA DE CAFE

a).- % resina - base cascarilla seca	13.0
b).- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
c).- Temperatura de prensado	100.0° C
d).- Tiempo de prensado	10.0 mfn.
e).- % catalizador de resina	1.0
f).- % emulsión de cera en resina	10.0
g).- Densidad aprox.	1.15 $\frac{\text{gr.}}{\text{cm}^3}$

9.3 CASCARILLA DE ARROZ

a).- % resina - base cascarilla seca	15.0
b).- Presión aplicada	25.0 kg/cm ²
c).- Temperatura de prensado	170.0° C
d).- Tiempo de prensado	5.0 mfn.
e).- % catalizador de resina	1.0
f).- % emulsión de cera en resina	10.0
g).- Densidad aprox.	0.96 $\frac{\text{gr.}}{\text{cm}^3}$

COMENTARIOS

Del análisis de los resultados obtenidos para cada experimento se desprende además que las variables determinantes son el % de resina y la presión aplicada .

Y que la temperatura y el tiempo de prensado, mas bien estan en función del espesor del tablero. Para un ciclo de prensado determinado.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Apuntes de Plasticos y Silicones I y II
por: Químico Prof. Julio Teran
Facultad de Química
México, D.F.
- 2.- Adhesión and Adhesives; Vol- I y II
Edited by R. Houwink and G. Salomon
Second Completely Revisea Edition
Elsevier Publishing Company, 1967
- 3.- Treatise on Adhesion and Adhesives
Edited by Robert L. Patrick
Vol. I
Marcel Pekker Ing. Ney York, 1967
- 4.- Tesis: Aportación al Análisis de los procesos en la Ela
boración de Tableros Aglomerados y Posible Utilización -
de los Residuos Agrícolas de México.
Jorge Ramos Estrada y Armando F. Hernandez 1977
- 5.- Actas de la Consulta Mundial sobre Paneles a Base de Ma-
dera.
Nya. Delhi India Feb. 1975
Editada de acuerdo con la Organización de las Naciones -

Unidas para la Agricultura y la Alimentación por:

Miller Freeman Publications.

6.- Código A S T M: Standard Methods of Evaluating the-
Properties of Wood Base Fiber and Particle Panel Materials

7.- Cinética de Polimerización

Dr. A. Hamielec

Mc. Master University Canadá

Proyecto Multinacional de Quim. en Méx. O E A

8.- Manual de Plásticos

Saechtling-Zebrowski

9.- Plásticos Modernos

Harry Barrow

Bersión de la Segunda Ed. Inglesa por

Barcelona Gili 1952.



TESIS "CLASICAS"

PASEO DE LAS FACULTADES 32-D
FRACC. COPILCO UNIVERSIDAD
CIUDAD UNIVERSITARIA 20, D. F.