ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

EMPLEO DE RESÍDUOS DE DESMOTE DE ALGODÓN Y RESINA UREA FORMALDEHIDO PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE PARTÍCULAS

TREVISAN, Agustina
(atrevisan@frsf.utn.edu.ar)
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF) , Santa Fe, Argentina

MASSONS, Luciano
(lmassons@frsf.utn.edu.ar)
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF), Santa Fe, Argentina

BENITEZ, Florencia
(fbenitez@frsf.utn.edu.ar)
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF), Santa Fe, Argentina

CARRASCO, María Fernanda
(mcarrasc@frsf.utn.edu.ar)
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF), Santa Fe, Argentina

GRETHER, Rubén Marcos
(rmgrethe@frsf.utn.edu.ar)
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF)

GONZALEZ, Ariel Anselmo
(aagonzal@frsf.utn.edu.ar)
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN FRSF)

PALABRAS CLAVE:

Residuo de desmote de algodón, resina urea formaldehído, tableros de partículas, yute.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es evaluar la factibilidad de producir tableros aglomerados de partículas de mediana densidad para uso general y de aplicación a construcciones, utilizando residuos de desmote de algodón que se generan en plantas desmotadoras que operan fundamentalmente en las provincias de Santa Fe, Chaco, Formosa y Santiago del Estero, en Argentina.

La escasez de materias primas en la industria maderera, acompañada de serias consecuencias económicas y ambientales relacionadas con la industria forestal y su logística, fuerza la búsqueda de fuentes alternativas de materias primas y, simultáneamente, de opciones que permitan reducir los problemas socioambientales derivados del acopio de residuos lignocelulósicos a cielo abierto.

Los residuos de desmote de algodón en Argentina representan un 40% de la producción algodonera del país, por lo que resultan una materia prima económica en comparación con los productos madereros y podrían utilizarse para producir tableros de partículas que ajustados a los estándares mínimos establecidos por normas internacionales. La combinación de la disponibilidad del material y su bajo precio permitiría obtener un material de bajo costo para ser aplicado en mobiliario y elementos constructivos y así poder contribuir a dar solución a algunos problemas habitaciones que afectan a nuestro país y la región.

En este estudio, se evaluó la densidad y la resistencia a la flexión de los tableros de partículas producidos con niveles variables de adición de resina urea formaldehído, lo que influye principalmente en aumentos proporcionales de la resistencia y rigidez en los tableros conforme aumenta el porcentaje de resina. Paralelamente, se analizó el efecto de la incorporación de tejido bidireccional de yute, utilizado como refuerzo de los aglomerados, sobre las propiedades mecánicas de los tableros de partículas.

1. INTRODUCCIÓN

La producción algodonera tiene una gran concentración geográfica en la zona noreste de Argentina, principalmente en el norte de la provincia de Santa Fe, las provincias de Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Corrientes. Además, es una actividad productiva que acarrea importantes problemáticas que requieren ser atendidas.

Basados en datos de campañas anteriores, se puede afirmar que de la producción bruta de algodón se obtiene aproximadamente 30% a 40 % de residuo constituido por fibrilla, ramas, cárpelos, etc. y actualmente sin destino alguno.

En las últimas décadas se ha consolidado la cosecha mecánica, situación que mejora notablemente la rentabilidad del cultivo, pero a medida que se difunde (por limitaciones en la selección del material cosechado a comparación del trabajo manual) también implica mayor producción de residuo de desmote, que debe ser dispuesto de manera efectiva, lo que genera inconvenientes y costos extraordinarios al sector desmotador.

Estos residuos quedan a merced de la aplicación de diferentes prácticas inadecuadas, que resultan dañinas tanto para salud pública como para la calidad del ambiente. Habitualmente se acopian a cielo abierto por lo que resultan un hábitat de características excepcionales para alimañas y roedores y, asimismo, son autoinflamables, lo cual, junto a las altas temperaturas y la baja humedad de la zona, representan un peligro para las comunidades cercanas.

Un aspecto de la producción algodonera que atenta contra la implementación de tecnologías de alta complejidad para el aprovechamiento de los residuos es la variabilidad de la producción interanual, registrándose en las últimas décadas campañas que oscilan entre 386.676 y 1.032.545 t de algodón en bruto, de acuerdo a los datos del Ministerio de Agroindustria y de CCIA (Ministerio de Agricultura, 2016).

Actualmente, dentro de los intentos para dar destino a los residuos de desmote, se encuentra su utilización como alimento balanceado para ganado, lo cual se ve muy limitado por una digestibilidad del material que supera apenas el 20 % y resulta muy reducida en comparación con otras opciones de alimentos (Myer y Hersom, 2017; Young et al, 1979). Se contempla también su valorización biológica en combinación con otros materiales orgánicos residuales mediante el compostaje aerobio, que aparenta ser la solución más viable, aunque su difusión es un tanto acotada y de baja rentabilidad (Ayers, 1997; Gordon et al, 2006).

Lamentablemente, descartando las demás alternativas, en la mayoría de los casos se opta por la incineración intencional e incompleta de estos residuos de desmote, lo cual se realiza sin las medidas de control ni en condiciones adecuadas, provocando gases de combustión, humos y dispersión de material particulado. Dado que la mayoría de estas plantas se encuentran dentro del radio urbano de ciudades, estas prácticas originan un serio problema de polución contribuyendo así al deterioro de la calidad ambiental de las comunidades, a afectar negativamente la salud de las poblaciones cercanas, debiendo considerar también los riesgos asociados a la quema de residuos que podrían estar contaminados con agroquímicos (Crazov

et al, 2001; 2003; 2000; Crossan et al, 2006). Esta combinación de situaciones a la cual no se le plantean soluciones provocan malestar entre los vecinos de los barrios aledaños.

En este escenario, se presenta como alternativa la posibilidad de desarrollar elementos constructivos innovadores mediante la utilización de residuos del desmote del algodón lo cual podría contribuir a dar solución a problemáticas ambientales y sociales provocadas por este sector agroindustrial, así como ofrecer nuevos materiales para su aplicación a la construcción o la fabricación de mobiliario sencillo. En este sentido, se vislumbran posibles aplicaciones a fin de mejorar las condiciones de habitabilidad de viviendas, ya que, tanto en el norte de la provincia de Santa Fe, como así en las demás provincias en las que se desarrolla esta actividad productiva, se presentan porcentajes elevados de construcciones con importantes deficiencias en sus envolventes verticales y horizontales (INDEC, 2010).

La elaboración de tableros de partículas basados en residuos lignocelulósicos para ser utilizados como cerramiento o revestimiento de muros, constituye una tecnología de construcción en seco con características aislantes termoacústicas y buena resistencia a la degradación. Se han detectado numerosos trabajos que proponen la valorización de residuos agroindustriales mediante su empleo en aglomerados, algunos de ellos proponiendo estas tecnologías como alternativas a los paneles aglomerados de partículas de madera (Mendez y Sotelo, 2006; Contreras et al, 1999; Gatani et al, 2013; Medina y Ambrogi, 1994; Granero et al, 2013; Güller y Ozen, 2004; Varanda et al, 2013; Barbirato et al, 2014; Desirello et al, 2004; Pirayesh et al, 2013; Barros et al, 2011; Panyakaew, 2011; Xianjun et al, 2010).

Resulta interesante destacar algunas investigaciones desarrolladas en Argentina, en las que se evalúa la producción de paneles aglomerados a partir del marlo del maíz (Mendez y Sotelo, 2006), para ser empleados como placas de cielorrasos livianos, aislantes y de fácil instalación. Este tipo de elementos constructivos podría constituirse en una barrera mecánica para prevenir el ingreso y ataque de insectos o vectores biológicos, como ser la vinchuca, insecto típico en el norte de Argentina y considerado principal transmisor del Mal de Chagas, enfermedad endémica presente en 21 países del continente americano.

Por su parte, la Dra. Mariana Gatani ha llevado adelante investigaciones en las que emplea cáscaras de maní para el desarrollo de paneles aglomerados destinados tanto a cerramientos y cielorrasos como a mobiliario de viviendas (Gatani et al, 2013; Granero et al, 2013).

En el presente trabajo se presentan algunos avances obtenidos en el proyecto con relación a las características del residuo, su acondicionamiento, la posibilidad de obtención de aglomerados, las propiedades mecánicas obtenidas y sus posibles aplicaciones, además se detallan las perspectivas futuras identificadas para la investigación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El residuo de desmote utilizado para la elaboración de los aglomerados se obtuvo de los acopios de una planta desmotadora ubicada en la provincia de Santa Fe (Argentina). Este residuo está constituido por fibrilla de algodón que no logra separarse en el proceso industrial, carpelos, ramas de diversos tamaños, hojas y polvo que se incorpora durante el acopio (figura 1).

Sobre el residuo natural y triturado en un molino de martillos flotantes, se efectuó la caracterización granulométrica, previa homogeneización manual de las muestras y reducción del tamaño de estas por cuarteo. Para el análisis granulométrico se utilizaron tamices N° ½" (12.5 mm), N° 3/8" (9.5 mm), N° 4 (4.75mm), N° 8 (2.36 mm), N° 16 (1.18 mm) y N° 30 (0.6 mm) sucesivamente, determinando el peso del material retenido en cada uno de ellos.

Luego del proceso de molienda, el residuo se secó en estufa a 105 ± 2 °C para reducir su contenido de humedad natural de aproximadamente 16 % hasta un 3 %.

Posteriormente se realizó el mezclado manual del residuo de desmote con la resina urea formaldehido (Coladur 65%) provista por Jucarbe S.A. (Argentina), con contenido de sólidos mínimo de 65 %, densidad de 1,26 g/cm3, tiempo de gelación a 100 °C de 6 min y viscosidad a 25 °C de 950 cps. Se adicionó agua a la resina hasta alcanzar un contenido de sólido de 55 % y se empleó como catalizador un 5 % de solución saturada sulfato de amonio.

La proporción de resina utilizada para los aglomerados, expresada como sólidos en proporción al peso de residuo de desmote varió de 8.3 % a 19.3 %. Luego de homogeneizar la mezcla, se colocó en un molde, se prensó hasta alcanzar una presión máxima de 4.75 MPa para luego mantener el material a 70°C de temperatura por 30 minutos, obteniendo tableros de dimensiones nominales de 170 x 170 x 10 mm.

Se evaluó la utilización de tejido de yute bidireccional de densidad superficial 252 g/m2, como refuerzo (figura 2). El mismo fue impregnado con la misma proporción de resina que el residuo de desmote (Desirello et al, 2004).

Sobre los aglomerados obtenidos se realizaron determinaciones de densidad y de resistencia a flexión.

La densidad se determinó de acuerdo al procedimiento de la norma IRAM 9705.

La determinación de la resistencia a flexión y módulo de elasticidad se realizó de acuerdo a los lineamientos de la norma IRAM 9706, manteniendo una longitud de probetas de 160 mm. Para ello se cortaron las placas moldeadas en 4 probetas de dimensiones nominales 160 x 40 x 10 mm. Estas probetas se acondicionaron durante 48 a 72 hs previas al ensayo, en un ambiente controlado a 20 ± 2 °C y 65 ± 5 % de humedad relativa. La carga se aplicó en el centro de la luz entre apoyos, que se mantuvo igual a 140 mm, con una velocidad de deformación constante de 12 mm/min, hasta que se verificó la falla de la probeta.



Figura 1. Residuo de desmote natural



Figura 2. Tela de yute bidireccional

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El residuo de desmote posee formas cóncavas en su estado natural (figura 1), lo cual imposibilita una adecuada adherencia entre las partículas. Por este motivo se optó por realizar la molienda de este material, logrando una mayor uniformidad en el tamaño de partículas y mejorando sus características morfológicas.

En la Tabla 1 se pueden observar los porcentajes de residuo retenidos en cada tamiz, tanto para el residuo en su condición natural como para el residuo molido. Se advierte que la fracción mayor a 4,75 mm se reduce drásticamente mediante la molienda correspondiendo a un 95,85 % en el residuo natural mientras que en el residuo molido alcanza el 54.8 %.

Tamiz		Retenido (%)	
Nro.	Abertura (mm)	Residuo natural	Residuo molido
1/2"	12.50	- - - -	24.28
3/8"	9.50	- - - -	8.86
4	4.75	95.85	21.66
8	2.36	- - - -	17.05
16	1.18	1.93	13.16
30	0.60	- - - -	6.13
100	0.15	1.04	- - - -
Fondo		1.18	8.86

Tabla 1. Granulometría del residuo de desmote

En el residuo molido se puede observar que presenta un porcentaje de 8,86 % de partículas menores a 600 µm que están constituidas por restos muy finos de partículas y polvo, que deben ser descartados para la fabricación de los aglomerados, no solamente porque en su composición aparece elementos extraños (tierra) sino porque debido a su gran finura incrementa la demanda de resina.

Se aprecia que existe en el material molido una diversidad de tamaños de partículas entre 12,6 y 0.6 mm, ya que se presentan porcentajes apreciables retenidos en cada uno de los tamices empleados. En este sentido, a partir de las fotografías de cada fracción retenida en los tamices (figura 3), pueden observarse diferentes morfologías de partículas, correspondiendo las más irregulares a los tamaños mayores y las más planas a los tamaños más pequeños.

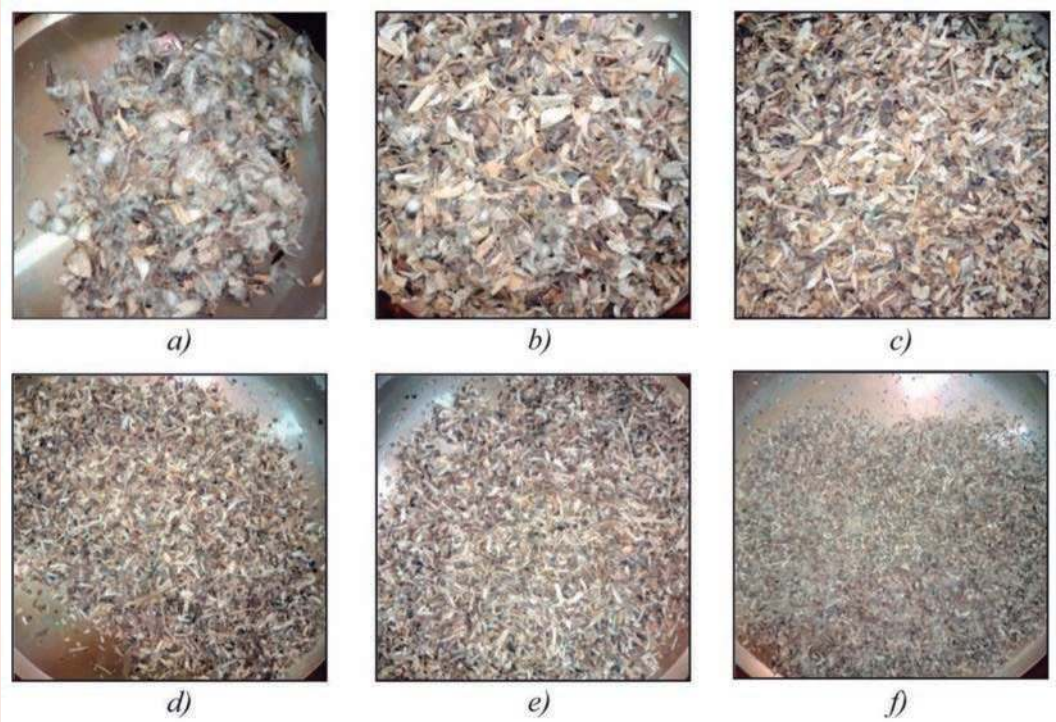

Figura 3. Apariencia de las distintas partículas de residuo retenidas en cada tamiz: a) Retenido en ½"; b) Pasa ½", ret. 3/8"; c) Pasa 3/8", ret. 4.75mm; d) Pasa 4.75 mm, ret. 2.36 mm; e) Pasa 2.36 mm, ret. 1.18mm; f) Pasa 1.18 mm, ret. 0.6 mm.

En la tabla 2 se observan los valores promedio de densidad, resistencia a flexión (MOR) y módulo de elasticidad (MOE) obtenidos para los aglomerados elaborados con residuo de desmote. Las muestras producidas sin refuerzo se denominan N y aquellas en las que se incorpora una lámina de yute bidireccional en cada cara de identifican como N+Y

La densidad de los aglomerados varía entre 0.53 g/cm^3 a 0.63 g/cm^3 para aquellos que no incorporan refuerzo (N) y entre 0.60 g/cm^3 a 0.67 g/cm^3 para los N+Y. En la siguiente figura se puede observar que a medida que se incrementa el contenido de resina, se produce un crecimiento de la densidad. Este comportamiento es similar para todos los aglomerados, independientemente de la presencia de refuerzo (Fig. 4), hasta un contenido de 15.1 %.

Los valores de densidad obtenidos colocan a los aglomerados sin refuerzo en la clasificación de baja densidad (LD) según la norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999), que establece un límite superior de 640 kg/m^3. Paralelamente, la incorporación del refuerzo de yute bidireccional incrementa los valores

de densidad, alcanzando los aglomerados con mayor porcentaje de resina la clasificación de media densidad (M) según ANSI A208.1 (640 a 800 kg/m^3) (ANSI, 1999).

Identificación	Presión (MPa)	Resina	MOR [MPa]		Densidad [kg/m^3]		MOE [MPa]	
			N	N+Y	N	N+Y	N	N+Y
V	4,75	8,3%	0,30	1,04	530	600	15	62
U	4,75	11,9%	1,62	3,06	610	600	138	160
R	4,75	15,1%	3,15	5,53	630	700	269	358
S	4,75	19,3%	3,05	5,85	630	670	324	390

Tabla 2. Propiedades físicas y mecánicas de los aglomerados

Los resultados de resistencia a flexión (MOR) de los aglomerados producidos (tabla 2) indican que el aumento en el contenido de resina permite incrementar los valores de resistencia a flexión, tanto en los casos de aglomerados simples como en aquellos en los que se incorporan refuerzos. La norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999) establece un valor mínimo de resistencia a flexión de 3 N/mm2 para los paneles LD-1 y de 5 N/mm2 para los clasificados como LD-2. En el caso de los paneles de media densidad (M) el valor exigido de resistencia a flexión corresponde a 11 N/mm2. De acuerdo a esta norma, los paneles clasificados como correspondientes a baja densidad (LD-1 y LD-2) se reservan para su aplicación en interiores de puertas, mientras que los clasificados como de densidad media (M) pueden emplearse en aplicaciones comerciales, industriales y de construcción.

Se puede observar que, en el caso de los aglomerados sin refuerzo, sólo es posible alcanzar el valor mínimo de resistencia a flexión para contenidos de resina de 19,3 %. Los aglomerados que incorporan refuerzo, permiten alcanzar el mínimo de 3 N/mm2 y de 5 N/mm2, para contenidos de resina a partir de 11,9 % y de 15.1 %, respectivamente.

Los resultados indican que, el incremento en la densidad del material y del contenido de resina, tienen un efecto positivo en el desarrollo de resistencia (Fig. 5), así como con la rigidez, evidenciada con el incremento del módulo de elasticidad (MOE).

Se puede afirmar que a medida que aumenta el contenido de resina, aumenta la diferencia de resistencia entre los tableros con y sin yute, lo cual puede explicarse dado que la adherencia entre el yute y el residuo de desmote de algodón también aumentan. Al colocar el yute, si bien la densidad no cambia significativamente, aumenta la resistencia del aglomerado, ya que el yute actúa como refuerzo mecánico, pudiéndose obtener un aumento en la resistencia que ronda los 3 MPa para 19.3 % de resina, lo cual permitió alcanzar valores establecidos por la norma ANSI A208.1 (ANSI, 1999). Este efecto resulta poco significativo para los menores contenidos de resina, ya que hasta 11,90 % de incorporación se aprecia que este refuerzo tiende a despegarse del aglomerado al acercarse la falla (figura 6a). Contrariamente, para contenidos de resina de 15,1 y 19,3 % el yute se mantiene adherido y se observa la rotura de sus fibras, mostrando una efectiva colaboración para la mejora del comportamiento mecánico.

Si bien no se han detectado otras investigaciones que empleen el residuo de desmote completo, se han podido identificar trabajos de otros autores que utilizan los tallos de las plantas de algodón y los carpelos, respectivamente (Güller y Ozen, 2004; Khanjanzadeh et al, 2012; Güller, 2015). Güller utilizó tallos de las plantas de algodón para la elaboración de aglomerados con contenidos de resina urea formaldehído de 8 % para la capa central y 10 % para las capas exteriores. Para estos aglomerados obtuvo densidades de 600 y 800 kg/m3 y resistencia a flexión de 11.4 y 15.67 MPa, respectivamente (Güller, 2015). Este mismo autor obtuvo, para aglomerados de tallos de algodón y resina urea formaldehido, valores de resistencia variables en función del contenido de resina de las capas internas (ML) y externas (OL) y de la densidad final de 4.38 MPa (densidad 400 kg/m3 – 10 % ML – 12 % OL), 8.79 MPa (densidad 500 kg/m3 – 10 % ML – 12 % OL), 12.36 MPa (densidad 600 kg/m3 – 10 % ML – 12 % OL) y 16.79 MPa (densidad 700 kg/m3 – 10 % ML – 12 % OL) (Güller y Ozen, 2004). Hakki Alma et al. elaboraron aglomerados con los carpelos de la planta del algodón con contenidos de resina urea formaldehído de 9 % para la capa central y 11 % para las capas exteriores. Para estos aglomerados obtuvo densidades de 668 a 693 kg/m3 y resistencia a flexión de aproximadamente 10.5 y 11.5 MPa. (Hakki Alma et al; 2005).

Resulta evidente que la resistencia obtenida para los aglomerados elaborados con el residuo de desmote completo se ve afectada por la heterogeneidad de este y la presencia de partículas de forma y tamaño no uniforme, como lo son los carpelos, ramas y hojas; ya que resulta muy complejo el desarrollo de las uniones entre estos componentes. Así también, se produce una considerable disminución de la resistencia por la presencia de fibras de algodón, que, por su gran superficie y aglomeración, ocasionan una deficiente impregnación con la resina, generándose núcleos de resina-fibras pobremente unidos.

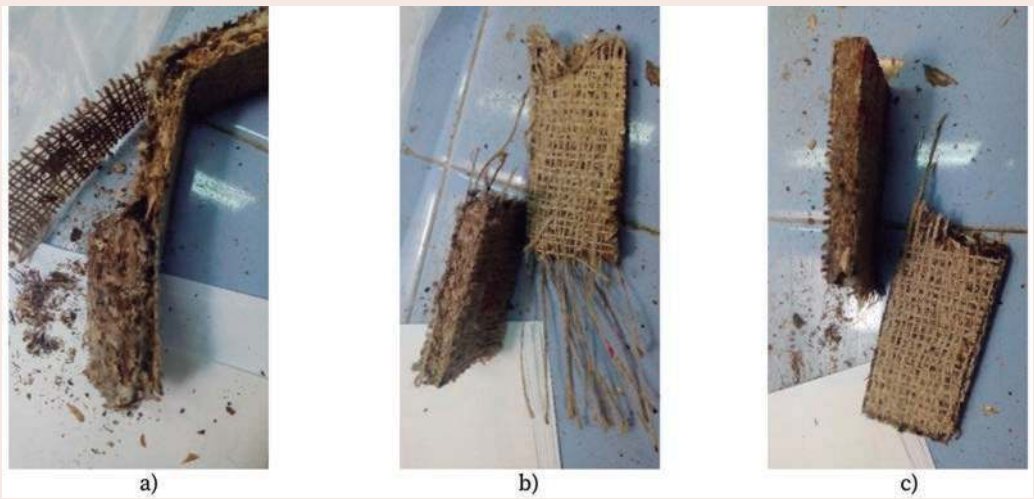

Figura 4. Modo de falla de los aglomerados reforzados con yute: a) probetas U (N+Y); b) probetas R (N+Y); c) probetas S (N+Y).

Los resultados del módulo de elasticidad (MOE) son inferiores a los alcanzados por Güller (Güller, 2015), que alcanzó 2004 y 2705 MPa para paneles con contenidos de resina de urea formaldehído del 8% para la capa central y del 10% para las capas externas. Pirayesh et al (Pirayesh et al, 2013) obtenido para aglomerados de

cáscara de nuez y contenido de resina de urea formaldehído de 9 a 11%, valores de resistencia a la flexión de 6,63 MPa y MOE de 1208,9 MPa.

En la figura 7 se observa la relación tensión – deformación de las probetas ensayadas. Allí se puede observar en las gráficas N+Y pequeños saltos que se deben a los cortes que se producen en los hilos de la tela bidireccional a medida la probeta se va acercando a la falla.

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se puede concluir que:

Es posible producir aglomerados a partir de los residuos del desmote y resina urea--formaldehido con propiedades cercanas a tableros comerciales de baja densidad, cumpliendo con los requisitos mínimos exigidos por las normas.

Las características del residuo provocan importantes demandas de resina para lograr un buen comportamiento físico y mecánico del aglomerado, lo que se traduce en mayores costos de producción.

La incorporación de refuerzos de yute incrementa significativamente la resistencia a flexión de los aglomerados, permitiendo alcanzar los niveles requeridos para tableros de baja densidad por la norma ANSI 208.1, sin incorporar pasos complejos para el proceso productivo.

Los elevados contenidos de resina urea – formaldehido se relacionan con considerables emisiones de formaldehido, por lo que se evaluarán alternativas de reemplazo de esta resina por otra de mayor compatibilidad con el residuo o la incorporación de aditivos secuestrantes que permitan controlar esta característica.

5. AGRADECIMIENTOS

La concreción de este trabajo fue posible gracias a la colaboración de la desmotadora de algodón ACRIBA S.A de Villa Minetti (Santa Fe), al financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional y a la colaboración del Instituto de Tecnología Celulósica de la FIQ-UNL.

6. REFERENCIAS

ANSI 208.1. Particleboard. American National Standards Institute, 1999.

AYERS, V. “Farmer Composting of cotton gin trash”. Reprinted from the Proceedings of the Beltwide Cotton Conference. Volume 2:1615-1616, pp 1615-1616. National Cotton Council, Memphis TN (EEUU), 1997.

BARBIRATO, G.; FIORELLI, J.; BARRERO, N.G.; AGNOLON PALLONE, E.M.J.; ROCCO LAHR, F. A.; CHRISTOFORO, A.L.; SAVASTANO Jr. H. (2014). Painel aglomerado híbrido de casca de amendoim reforçado com partículas de madeira Itaúba. Ciência Florestal, 24(3), 685-697.

BARROS FILHO; R.M., MENDES, L.M., MONTEIRO NOVACK; K., OLIVEIRA APRELINI, L., BOTARO, V.R. (2011). Hybrid chipboard panels based on sugarcane bagasse, urea formaldehyde and melamine formaldehyde resin. Industrial Crops and Products, 33, 369–373.

CONTRERAS M. W., OWEN de C. M. E., GARAY J. D. A., CONTRERAS M. Y. (1999). Elaboración de tableros aglomerados de partículas de caña brava (Gynerium sagittatum) y adhesivo urea-formaldehído. Rev. Forest. Venez. 43 (2), 129-135.

CRAVZOV, A. L., CHOMICZAK, S., DALLA FONTANA, L., MARINICH, J. "Evaluación del uso de plaguicidas en cultivos de algodón". In: VI Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE, Resistencia, Chaco (Argentina), 2000.

CROSSAN, A., SANCHEZ BAYO, F., KENNEDY, I., BODNARUK, K. (2006). Risk of pesticide contamination in cotton seed and livestock. The Australian cotton grower, 27 (1), 54-56.

DESIRELLO, C., CERINI, S., CHARADIA, R., SCALFI, R., LIBERMAN, C., STEFANI, P. M. Efecto de las condiciones de procesado sobre las propiedades mecánicas de aglomerados de cáscara de arroz. CONGRESO SAM/CONAMET 2004. UNL. Santa Fe, Santa Fe (Argentina), 2004.

GATANI, M.P.; FIORELLI, J.; MEDINA, J.C.; ARGUELO, R.; RUIZ, A.; NASCIMENTO, M.F.; SAVASTANO Jr., H. (2013). Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim. Revista Matéria, 18 (2), 1286-1293.

GORDON, E., KEISLING, T. C., OLIVER, L. R., HARRIS, C. (2006). Two methods of composting gin trash. Communications in Soil Science and Plant Analysis 32 (3-4), 491-507.

GRANERO, V.; GATANI, M.; MEDINA, J. C.; RUIZ, A.; FIORELLI, J., KREIKER, J., LERDA, M. J. (2013). Determinación de la influencia del tamaño y forma de partículas de cáscaras de maní en paneles aglomerados. Revista Quebracho Vol. 21(1,2),67-80.

GÜLLER, C.; OZEN, R. (2004). Some properties of particleboards made from cotton stalks (Gossypium hirsutum L.). Holz Roh Werkst 62, 40–43.

GÜLLER, C. (2015). Research on the production of the composite panels from some agricultural residues. Pro Ligno vol. 11 (4), 187-191.

HAKKI ALMA, M., KALAYCIOGLU, H., BEKTAS, I., TUTUS, A. (2005) Properties of cotton carpel-based particleboards. Industrial Crops and Products 22 141–149.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos_totalpais.asp.

KHANJANZADEH, H., BAHMANI, A.A., RAFIGHI, A, TABARSA, T. (2012). Utilization of bio-waste cotton (Gossypium hirsutum L.) stalks and underutilized paulownia (paulownia fortunie) in wood-based composite particleboard". African Journal of Biotechnology, 11(31), 8045-8050.

MEDINA, J.C., AMBROGI, A. (1994). Cáscara de maní en la elaboración de aglomerados, Revista Quebracho, Vol. 2, 47 – 53.

MENDEZ, L.I. y SOTELO, R.M. Reciclo del Marlo de Maíz. Tableros de Partículas. Reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) y de residuos de procesos (RP)PROCQMA, ISBN 950-42-0056- 7, Universidad Tecnológica Nacional. San Rafael, Mendoza (Argentina), abril 2006.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACÍON. Informe sobre situación actual y perspectivas de la producción algodonera Argentina. 69° Reunión del CCIA (Comité Consultivo Internacional del Algodón); Lubbock, Texas (EE. UU.), 2016.

MYER. R. O., HERSOM M. (12 de noviembre de 2017). Cotton Gin Trash: Alternative Roughage Feed for Beef Cattle. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. http://edis.ifas.ufl.edu.

PANYAKAEW, S., FOTIOS, S. (2011). New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse. Energy and Buildings, 43, 1732–1739.

PIRAYESH, H., KHANJANZADEH, H., SALARI, A. (2013). Effect of using walnut/almond shells on the physical, mechanical properties and formaldehyde emission of particleboard. Composites: Part B 45, 858–863.

VARANDAA, L.D., do NASCIMENTO, M.F., CHRISTOFORO, A.L., LOPES SILVA, D. A., ROCCO LAHR, F.A. (2013). Oat Hulls as Addition to High Density Panels Production. Materials Research, 16(6), 1355-1361.

XIANJUN, L., ZHIYONG, C., WINANDY, J.E., BASTA, A.H. (2010). Selected properties of particleboard panels manufactured from rice straws of different geometries. Bioresource Technology, 101, 4662–4666.