

EVALUACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE AGLOMERADOS BASADOS EN RESIDUOS DE ALGODÓN Y LOS TRATAMIENTOS EMPLEADOS

Romina Argento (romina_argento@hotmail.com); Andrés Malgor (andres_mr91@hotmail.com); María Fernanda Carrasco (mcarrasc@frsf.utn.edu.ar); Joao Ferreyra (joaoferreyra7@gmail.com); Carlos Defagot (cdefagot@frsf.utn.edu.ar); Rubén Grether (grether.ruben@gmail.com); Mirtha Maximino (maximino@fiq.unl.edu.ar)

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe (UTN-FRSF), Centro de Investigación y Desarrollo para la Construcción y la Vivienda (CECOVI) - Arg.

Universidad Nacional del Litoral (UNL), Instituto de Tecnología Celulósica (ITC) - Arg.

Palabras clave: algodón, desmote, residuos lignocelulósicos, aglomerados, compatibilidad.

Los residuos lignocelulósicos provenientes del desmote del algodón se acumulan luego de cada campaña en las plantas desmotadoras que se ven obligadas a disponer estos grandes volúmenes con costos adicionales y riesgos de incendios espontáneos. Se estima que en Argentina se generan entre 65.000 y 300.000 t al año, dependiendo de las hectáreas sembradas y la productividad del cultivo.

Con estos residuos es factible producir aglomerados, empleando aglomerantes cálcicos, destinados a la fabricación de placas y bloques para viviendas y se ha verificado que la aplicación de tratamientos en soluciones alcalinas de estos residuos modifica las características físicas y mecánicas de los aglomerados obtenidos.

Uno de los inconvenientes relacionados con los tratamientos en soluciones alcalinas radica en el consumo de agua que conllevan, tomando en cuenta que en la región algodонера argentina este recurso no es abundante.

En este trabajo se analizan dos alternativas para el proceso productivo, una en la cual el tratamiento de los residuos se efectúa en forma independiente del moldeo y otra en la cual estos procesos se conjugan con la intención de reducir el consumo de agua.

Se estudian las modificaciones que producen los tratamientos en soluciones alcalinas del residuo y la variación en el proceso de fabricación sobre las propiedades mecánicas de los aglomerados obtenidos y la morfología de las interfaces que se generan entre el aglomerante y las partículas del residuo.

Se realiza una cuantificación de los volúmenes de agua insumidos en la fabricación en función de los diagramas de producción.

Los resultados obtenidos permiten concluir que es posible reducir significativamente el consumo de agua al modificar el proceso productivo y confirmar que las modificaciones en la respuesta de los aglomerados responden al incremento en la compatibilidad del aglomerante y los residuos lignocelulósicos cuando se lo somete a determinados tratamientos alcalinos.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de algodón se desarrolla en Argentina, primordialmente en las provincias de Santa Fe, Chaco, Formosa, Santiago del Estero y Corrientes, con una fuerte concentración geográfica.

Esta producción resulta variable año a año, dado que se encuentra muy influenciada por parámetros ambientales pero también por la demanda y el precio internacional (Tabla 1) (DELSSIN, 2012). En la última campaña 2016/2017 las estimaciones agrícolas indican que se produjeron 1.429.852 t en todo el país (MINAGRI, 2018), no obstante, dada la alta

variabilidad de la producción es difícil pensar en aplicaciones del residuo de alta complejidad. Es por esto que nuestro planteo se basa en obtener una disposición final para el residuo con utilización de tecnologías sencillas, fácilmente apropiables y transferibles, mediante la fabricación de aglomerados de cascarilla con cemento.

Este tipo de aglomerados que combinan cemento y materiales lignocelulósicos se han empleado, ampliamente y por más de 100 años, para la construcción de estructuras de cerramiento y aislamiento de edificios en Europa y Estados Unidos (PICCIONI et. al, 2013), y su utilización se ha comenzado a extenderse hacia los países de zonas tropicales. Del mismo modo, múltiples experiencias de reciclado de residuos se han comenzado a desarrollar y, particularmente, apuntando a residuos agroindustriales (RIVAROLA et. al., 2006) (PANDEY; NEMA, 2004) (DESIRELLO et. al., 2004).

Las evaluaciones realizadas (PICCIONI et. al, 2013) hasta el momento, indican que pueden producirse elementos constructivos tales como bloques y placas mediante la aglomeración de los residuos de desmote del algodón con cemento, presentando éstos adecuadas propiedades mecánicas, bajo peso específico y reducida conductividad térmica.

No obstante, si bien es posible efectuar esta producción con los residuos en su estado natural, se verifica que las propiedades mecánicas mejoran cuando el residuo recibe tratamientos previos, y este cambio en el comportamiento se puede relacionar con la compatibilidad existente entre el cemento y los residuos del desmote.

Tabla 1. Variabilidad anual de producción de algodón

Año	Algodón en bruto, t x 103	Año	Algodón en bruto, t x 103
2000/2001	509,41	2006/2007	545,40
2001/2002	218,16	2007/2008	493,60
2002/2003	201,51	2008/2009	389,00
2003/2004	354,00	2009/2010	735,50
2004/2005	448,00	2010/2011	1155,80
2005/2006	315,00	2011/2012	708,87

Se sabe que los azúcares, lignosulfonatos, hemicelulosas, almidón, fenol, entre otros compuestos comunes en los materiales celulósicos, llamados "venenos para el fraguado de cemento" pueden catalizar como membranas impermeables alrededor de los granos de cemento, evitando que se produzcan las reacciones de hidratación y provocando la inhibición o retraso de fraguado del mismo (NEVILLE, 1998). Además se cree que estos retardadores naturales pueden modificar el desarrollo de cristales o su morfología en caso de ser absorbidos por la membrana formada en la hidratación del cemento y retrasar de este modo el crecimiento de los núcleos de hidróxido de calcio, formando de esta manera una barrera más eficaz para la hidratación.

Los tratamientos en soluciones acuosas son efectivos, ya que en su mayor parte las sustancias contenidas en la biomasa son extraíbles en soluciones y que la eficiencia del proceso depende de la naturaleza de los residuos. Adicionalmente, se deben considerar factores como el pH de la solución, la temperatura y duración de la inmersión (BERALDO; BALLERINI, 2007).

La evaluación del comportamiento de estos residuos en presencia de cemento puede ser efectuada de dos maneras distintas, una alternativa es cuantificar los parámetros de la curva de hidratación de la mezcla y otra es analizar el comportamiento mecánico del compuesto (BERALDO; BALLERINI, 2007).

Paralelamente, Argentina dispone de una reserva hídrica sumamente importante, no obstante esta oferta es muy irregular, por lo que en varias provincias la disponibilidad de agua es escasa (CALCAGNO et al, 2000). En particular la región algodonera ha sufrido en las últimas décadas períodos de sequías muy intensos, que han venido atentando contra la disponibilidad de este recurso para las poblaciones de la zona y para las actividades productivas (INTA, 2009). En este escenario, se considera necesario analizar opciones de producción que permitan minimizar el uso de agua.

En este trabajo se analizan las modificaciones que producen los tratamientos en soluciones acuosas sobre el residuo y la implicancia de estas modificaciones en el comportamiento físico y mecánico de los aglomerados obtenidos. Asimismo, se analiza posibilidad de modificar los procesos de moldeo para reducir el consumo de agua derivado del tratamiento de los residuos y del moldeo de los aglomerados, considerando su influencia sobre las propiedades mecánicas y físicas de los aglomerados obtenidos.

2. OBJETIVOS

- Evaluar la modificación en la composición química de los residuos de desmote del algodón que producen los tratamientos por inmersión en soluciones acuosas.
- Evaluar la influencia que ejercen la modificación en la composición química de los residuos de desmote, sobre las propiedades mecánicas y físicas de los aglomerados basados en residuos de desmote de algodón y cemento.
- Evaluar la posibilidad de modificar los procesos de moldeo para reducir el consumo de agua derivado del tratamiento de los residuos y del moldeo de los aglomerados, considerando su influencia sobre las propiedades mecánicas y físicas de los aglomerados obtenidos.

3. METODOLOGÍA

3.1. Materiales

Para el desarrollo del estudio se utilizó residuo de desmote del algodón proveniente de una desmotadora ubicada en territorio argentino, en su estado natural y tratado mediante inmersión por 72 hs en soluciones acuosas (Tabla 2), cemento portland compuesto (CPC, IRAM 50000) con categoría resistente CP40 y $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ de calidad industrial en hojuelas con un contenido de CaCl_2 de 77 % que actúa como agente acelerante del fraguado del cemento.

3.2. Métodos

3.2.1. Análisis químico.

Sobre los residuos de desmote, en estado natural y sometidos a los diferentes tratamientos por inmersión en soluciones acuosas, se realizaron determinaciones de solubilidad en NaOH al 1 %, solubilidad en agua fría y caliente. Los valores correspondientes a solubilidad en agua fría y caliente, se corrigieron de acuerdo a su contenido de cenizas. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado y los resultados que se presentan corresponden a las medias aritméticas de las réplicas.

3.2.1.1. Solubilidad en NaOH al 1 %.

Se realizó de acuerdo a las especificaciones de la norma TAPPI 212 om-02. La técnica consiste en dispersar 2 g secos de muestra molida (Fracción -20/+80) en una solución de NaOH al $(1 \pm 0,1)$ % para luego colocar el sistema en baño de agua a $(97-100)$ °C, durante una hora. Finalizado el tiempo, se filtra y determina el porcentaje de solubles por diferencia entre los pesos secos antes y después de la extracción.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Solución	Relación agua/residuo (g/g)	Relación $\text{Ca(OH)}_2/\text{agua}$ (g/g)	Tratamiento posterior
N	N/A	N/A	N/A	N/A
W_0	Agua	5	0	Escurrido + secado
X_0	Agua + Ca(OH)_2	5	0,0066	Escurrido + secado
W_1	Agua	5	0	Escurrido
X_1	Agua + Ca(OH)_2	5	0,0066	Escurrido

3.2.1.2. Solubilidad en agua

Las determinaciones de solubilidad en agua fría y agua caliente se realizaron según norma TAPPI 207 om-93. Ambos ensayos implican el tratamiento con agua de 2 g secos de muestra molida (Fracción -20/+80) bajo distintas condiciones. En el primer caso, se mantiene durante 48 hs a (23 ± 2) °C con agitación constante. En el segundo caso, se emplea baño maría y reflujo durante 3 hs. Luego de filtrar, se calculan los porcentajes por diferencia entre los pesos secos antes y después de la extracción.

3.2.2. Moldeo de probetas

El moldeo de las probetas se realizó de manera manual. Los moldeos se efectuaron según 3 alternativas: moldeo tradicional, moldeo con escurrido por centrifugado y moldeo con escurrido por centrifugado más el agregado de agua de tratamiento.

En el moldeo tradicional (0), se disuelve en agua el $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, luego se incorpora el cemento y se mezcla hasta obtener una lechada, finalmente se agrega el residuo de desmote de algodón seco mezclando hasta obtener homogeneidad.

En el moldeo con escurrido (1), se disuelve el $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en 20 g de agua limpia, luego se incorpora el cemento y el residuo de desmote tratado y escurrido y se mezcla hasta obtener homogeneidad.

En el moldeo con escurrido más el agregado de agua de tratamiento (2), se disuelve el $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en el agua de tratamiento agregada, luego se incorpora el cemento y el residuo de desmote tratado y escurrido y se mezcla hasta obtener homogeneidad. En este moldeo se prescinde del agua presente en el residuo escurrido y se incorpora una cantidad de agua igual a la presente en el moldeo 0.

En todos los casos se mantuvieron constantes las razones, en peso, cemento-residuo de 1.885 g/g y acelerante-cemento de 0.04 g/g. La razón agua-cemento resultó variable de acuerdo a la condición del residuo.

Una vez obtenida cada mezcla se procedió a colocarla en un molde metálico de 10 cm de diámetro y aproximadamente 30 cm de alto. Luego se aplicó carga a velocidad constante hasta alcanzar una presión de $1,30 \text{ kg/cm}^2$ (Figura 1). La probeta comprimida permaneció en el molde por 8 ± 1 hs y posteriormente, en el desmolde (Figura 2), y se registró el peso, el diámetro y la altura promedio. Las probetas se mantuvieron a temperatura y humedad ambiente sin ningún tipo específico de curado hasta el momento del ensayo. Los moldeos se realizaron por triplicado.

3.2.3. Determinación de densidad

Transcurridos 28 días desde el moldeo de la probeta se determina nuevamente el peso, el diámetro y la altura promedio y se calcula la densidad por medio del cociente entre el peso y el volumen de la probeta.

3.2.4. Determinación de resistencia

El ensayo de resistencia a compresión simple se realiza luego de cumplidos los 28 días desde el moldeo de la probeta. Se comprime la probeta a velocidad constante y en la dirección de moldeo hasta alcanzar una deformación igual al 10 % de la altura promedio antes del ensayo. Se registra la carga y se calcula la resistencia por medio del cociente entre ésta y el área transversal de la probeta.



Figura 1. Moldeo por compresión en prensa



Figura 2. Probeta desmoldada

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis químicos.

La composición química de los residuos de la producción algodonera varía no sólo según la desmotadora de procedencia sino también en función de la zona de cultivo y tipo de tratamiento durante el crecimiento de la planta.

Los resultados de solubilidad en NaOH, en agua fría y en agua caliente para cada una de las muestras analizadas se exponen en la tabla 3.

Por otra parte, de las tabla 3, se puede observar que todos los tratamientos a los cuales se sometió al residuo de desmote, permiten solubilizar algunos componentes presentes en el material lignocelulósico, quedando evidenciado por el mayor valor de solubles que presentan las muestras N. El procedimiento de agua fría constituye una medida de componentes tales como taninos, gomas, azúcares y materiales colorantes. El procedimiento en agua caliente mide, además, el almidón.

Tabla 3: Solubles presentes en residuo de desmote

	N	W	X
Solubles en NaOH al 1% - Fracción -20/+80	46,0	44,4	44,0
Solubles en agua caliente - Fracción -20/+80 – Promedios corregidos por cenizas	16,1	11,7	9,4
Solubles en agua fría - Fracción -20/+80 – Promedios corregidos por cenizas	11,9	7,7	11,5

Por otra parte, se observa que los valores de solubles en NaOH resultaron superiores, en general, en aquellas muestras tratadas en agua, mostrando que las soluciones alcalinas extraen carbohidratos de bajo peso molecular principalmente las hemicelulosas presentes en la muestra. Esta capacidad de las soluciones de modificar la composición de los materiales lignocelulósicos se manifiesta al advertir que el tratamiento que incorpora $\text{Ca}(\text{OH})_2$ permite remover una mayor proporción de compuestos que aquel que se realiza sólo con agua. Dicha solubilización favorece el fraguado del cemento y podría mejorar la resistencia de los elementos moldeados.

4.2. Densidad y resistencia.

Los resultados obtenidos luego del moldeo y ensayo a compresión simple de probetas, empleando las diferentes muestras (naturales y tratadas) y los diferentes moldeos, se resumen en la tabla 4.

Luego del análisis de datos se puede concluir que las probetas correspondientes al moldeo tradicional (moldeo 0) presentaron siempre una densidad en el momento del ensayo mayor, independientemente del tipo de tratamiento realizado. Esto puede atribuirse a la disolución de diferentes compuestos durante el tratamiento y posterior secado, con un consecuente un cambio en la rigidez de las partículas y una mayor facilidad de moldeo.

En el moldeo tradicional, se observa que la resistencia a compresión de los aglomerados se incrementa cuando los residuos son sometidos a los tratamientos de inmersión, confirmando que la solubilización de ciertos compuestos favorece el fraguado del cemento y mejora la resistencia de los elementos moldeados (PICCIONI et. al, 2013). Es posible observar que la resistencia de los aglomerados se incrementa a medida que disminuye el contenido de solubles respecto del valor correspondiente a los residuos en su estado natural.

Esta mejora en el comportamiento mecánico se obtiene a costa de un incremento muy significativo del consumo de agua, que corresponde a aquella utilizada para tratar el residuo (y que luego se descarta) más el agua de moldeo.

Se puede observar que los moldeos alternativos, que buscan aprovechar el agua de tratamiento contenida en el residuo y/o aquella que se descartaría habitualmente, permiten reducir el consumo de agua, sin lograr alcanzar los valores correspondientes al moldeo tradicional con el residuo en estado natural. Más aún, se observa que en los moldeos alternativos, sólo es posible alcanzar valores de resistencia mecánica comparables con el moldeo 0 para la muestra natural.

Se aprecia asimismo, que a diferencia de los aglomerados obtenidos en el moldeo tradicional, aquellos resultantes de moldeos alternativos presentan una significativa expansión entre el momento del moldeo y el ensayo. Dado que los tiempos de permanencia en los moldes fueron uniformes, esta expansión puede atribuirse a escasas de pasta de cemento o deficiente evolución de la resistencia de la misma. La pasta de cemento que aglomera las partículas del residuo de desmote debe alcanzar un mínimo nivel de resistencia. Tal como se esquematiza en la Figura 2, se estima que la resistencia a tracción de la pasta de cemento en el momento del desmolde debe ser igual o mayor a la presión de conformación del aglomerado para permitir su desmolde sin que se produzca la falla del material (MUÑOZ et al, 2014).

A partir de los valores resumidos en la tabla 5, se advierte que parte del agua incorporada a los aglomerados, ya sea con la cascarilla escurrida o como agua de mezclado, se evapora entre el momento del desmolde y la edad de 28 días. El porcentaje de agua evaporada resulta mayor cuando el agua se incorpora saturando al residuo.

Tabla 4: Propiedades medidas en los aglomerados

Tratamiento	Densidad en Desmolde (g/cm ³)	Densidad en ensayo (g/cm ³)	Expansión [%]	Resistencia (MPa)	Promedio consumo agua (l/m ³)
Moldeo 0					
N	0,920	0,770	0,00	1,24	291,0
W	0,962	0,850	0,00	1,86	1478,3
X	1,068	0,840	0,00	1,90	1633,6
Moldeo 1					
W1	0,945	0,751	0,77	1,28	1043,3
X1	0,978	0,743	2,77	0,84	1108,4
Moldeo 2					
W2	1,168	0,740	1,08	1,34	1020,3
X2	1,180	0,670	9,66	0,73	937,6

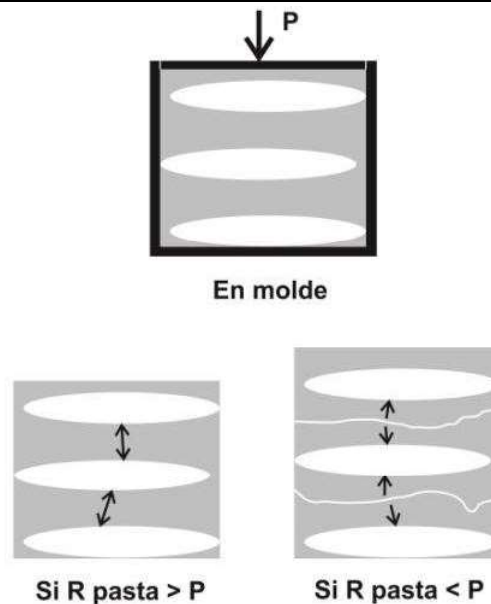


Figura 2. Esquema de comportamiento de los aglomerados

Tabla 5: Análisis de la pasta de cemento en los aglomerados

Tratamiento	Agua evaporada durante estacionamiento (% del agua total)	Volumen pasta cemento (cm ³)	Razón pasta/residuo (cm ³ /g)	Razón a/c de pasta de cemento (g/g)
Moldeo 0				
N	51,9	385,43	1,33	0,37
W	54,3	379,00	1,30	0,35
X	55,9	384,37	1,28	0,34
Moldeo 1				
W1	59,0	316,37	1,27	0,43
X1	61,9	322,27	1,19	0,38
Moldeo 2				
W2	71,5	384,99	1,54	0,48
X2	73,3	341,42	1,75	0,59

Esta evaporación muestra que esa fracción evaporada de agua, no se ha combinado con el cemento portland para formar la pasta resistente. Entonces, a partir de esta consideración, se puede calcular el volumen de pasta disponible y su relación con la cantidad de residuos a aglomerar.

Cuando el agua se incorpora saturando el residuo (moldeo 1) se observa que la razón pasta/residuo se reduce, pudiendo presumirse que la escasez de pasta impide aglomerar adecuadamente las partículas del residuo, redundando en una reducción de la resistencia mecánica. Esta reducción en la disponibilidad de pasta se debe mayoritariamente a la reducida velocidad con la cual el residuo pone a disposición agua para la formación de los compuestos cementicios.

Cuando el agua se incorpora saturando el residuo y se agrega también agua del tratamiento para el mezclado (moldeo 2), es posible incrementar la razón pasta/residuo. No obstante, la presencia de los extractivos del residuo solubilizados en el agua que se agrega afectan el proceso de hidratación del cemento y reducen la resistencia mecánica (NEVILLE, 1998).

5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se puede concluir que los tratamientos aplicados al residuo de desmote de algodón solubilizan algunos compuestos y dicho proceso favorece el fraguado del cemento y mejora la resistencia a compresión de los elementos moldeados. No obstante, la mejora en la resistencia mecánica conlleva un incremento muy significativo del consumo de agua.

Las alternativas evaluadas para la reducción del empleo de agua en la producción de los aglomerados no resultan satisfactorias, ya que sólo permiten igualar los niveles resistentes de los aglomerados elaborados sin tratamientos previos del residuo.

Este comportamiento puede atribuirse, por un lado, a que una proporción importante del agua contenida en el residuo no está disponible para el proceso de hidratación del cemento y, por otra parte, a que la presencia de compuestos orgánicos extraídos mediante los tratamientos están presentes en el agua y afectan la reacción del cemento y el agua.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERALDO, L., BALLERINI, A. *Compuesto de residuos de pinus radiata y cemento portland*. Madeira, n. 21, 2007.
- DELSSIN, E. *Tendencias algodonerías en Argentina- INTA Centro Reg. Chaco Formosa (2012)*.
- DESIRELLO, C.; CERINI, S.; CHARADÍA, R.; SCALFI, R.; LIBERMAN, C.; STEFANI, P. M. *Efecto de las condiciones de procesamiento sobre las propiedades mecánicas de aglomerados de cáscara de arroz*, Anales CONGRESO SAM/CONAMET, 2004.
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA (MINAGRI), *Estimaciones agrícolas. Año 2018, disponible Online en: <https://www.agroindustria.gob.ar/datosagroindustriales/> (acceso: 10-11-18)*.
- NEVILLE, A.M.; BROOKS, J.J. *Tecnología del concreto*; México, D. F. Trillas, 1998. 329 p.
- PANDEY, A.; NEMA, P.K. *Development of Particle Board from Soybean Husk without Resin*, Journal of North Eastern Regional Institute of Science and Technology, (NERIST) 85, p. 5-9, 2004.
- PICCIONI, J.; MUÑOZ, H. J.; SANCHEZ, M. A.; DEFAGOT, C. A.; GREYER, R. M.; CARRASCO, M.F. *13er Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Metalurgia y Materiales (SAM CONAMET 2013) y Simposio Internacional sobre materiales lignocelulósicos*. Puerto Iguazú, Argentina, 2013, paper "Masonry blocks produced from cotton gin trash".
- RIVAROLA, A.; ROJO, L.; GARDEY MERINO, M.; ARENA, A. P. *Materiales alternativos para la fabricación de placas de aglomerado, Encuentro Reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) y de residuos de procesos (RP) PROCQMA, 2006*.

- CALCAGNO, A.; MENDIBURO, N.; GAVIÑO, M. *Informe sobre la gestión del agua en la República Argentina, 2000, disponible Online en: <https://www.cepal.org/dnri/proyectos/samtac/inar00200.pdf> (acceso: 10-11-18).*
- CONSEJO LOCAL ASESOR DE LA EEA INTA RECONQUISTA. *Informe Impacto Sequía en el Norte de Santa Fe, 2009, disponible Online en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-informe_impacto_sequa_.pdf (acceso: 10-11-18).*
- MUÑOZ, H.J.; FERREYRA, J.; AGUIRRE, D.D.; ANDERSON, A.M; BRUSELARIO, A.; DEFAGOT, C. A.; CARRASCO, M.F. *14° Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Metalurgia y Materiales (SAM-CONAMET/IBEROMAT/MATERIA 2014). Santa Fe, Argentina, 2014, paper "Influencia del contenido de CaCl₂.2H₂O sobre el proceso productivo de aglomerados basados en residuos del desmote del algodón".*

8. 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 – Argentina) y al financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.