

PELETIZADO DE RESIDUO AGRÍCOLA DE COSECHA DE CAÑA DE AZÚCAR EN ARGENTINA

Ing. Guillermo M. Pulido¹, Tec. Marcos G. Risso¹, Ing. Martín Rearte¹, Ing. Sado Abdelhamid¹

¹-Instituto Nacional de Tecnología Industrial, UT Valorización de Recursos Biomásicos, INTI Tucumán
guimar@inti.gob.ar, mrearte@inti.gob.ar, bioenergia@inti.gob.ar

RESUMEN

El cultivo de la caña de azúcar es la base de la actividad económica regional más importante en Tucumán y el Noroeste de Argentina, con 365000 hectáreas cultivadas las cuales se procesan a razón de 20 millones de toneladas anuales por molienda. Esta actividad industrial genera 45 mil puestos de trabajo directos e ingresos por aproximadamente \$8.000 millones anuales, sin embargo, en contraposición de su impacto industrial en la región, los residuos que se generan de esta no son aprovechados por lo que implican un problema ambiental que a medida que la producción crece, se acentúa. Particularmente los residuos agrícolas de cosecha (RAC) presentan un alto potencial energético que actualmente no está explotado por la dificultad que implica su recolección y la falta de aplicaciones para aprovecharlo. La técnica más común para el pequeño agricultor es la quema de caña en pie antes de la cosecha, siendo esta práctica muy riesgosa históricamente por ser focos de incendios de enormes proporciones. En el caso de los medianos y grandes productores que utilizan la cosechadora integral, también están sujetos al riesgo de incendio pero dada las características de la maquinaria el RAC queda en el suelo sujeto a la descomposición natural demorando el rebrote, incrementando plagas y otros tantos factores negativos que afectan al rendimiento del cultivo. Hoy en día el aprovechamiento del RAC es escaso dados los costos de su difícil recolección y transporte por tratarse de un residuo de baja densidad. En el marco de este trabajo se llevó a cabo el primer ensayo a escala industrial de conformado de pellets con RAC de caña en Argentina, en máquinas disponibles en el mercado lo que permitió recopilar las pautas técnico-económicas necesarias para el diseño, en el corto plazo, un modelo de negocios de aprovechamiento rentable, buscando desarrollar un nuevo biocombustible para aplicaciones industriales de alcance regional que cumpla con los estándares mínimos de calidad para su uso en equipos de combustión.

ABSTRACT

The sugar cane production is the base of the most important regional economic activity in Tucumán and Northwest region in Argentina, with 365000 hectares cultivated which are processed at a rate of 20 million tons per year in sugar mill plants. This industrial activity generates 45000 direct jobs and revenues for approximately \$ 8 billion per year however, in contrast to its industrial impact in the region the waste generated from it is not used implying an environmental problem that as production grows it becomes more pronounced. Particularly agricultural crop residues (RAC) present a high potential as an energy source that is not currently exploited due to the difficulty of harvesting and the lack of applications to take advantage of it. The most common technique for the small farmer is the burning of the sugar cane standing before harvest, this practice being very risky historically as causing fires of enormous proportions. In the case of medium and large producers that use the integral harvester, they are also subject to fire risk but given the characteristics of the machinery the RAC remains in the soil subject to natural decomposition delaying regrowth, increasing pests and many other factors Negative effects that affect crop yield. Nowadays the use of RAC is minimum given the costs of its difficult collection and transportation because it is a low-density waste.

In this work, the first *industrial scale* pelleting trial with RAC of sugar cane was carried out in Argentina using machines available in the market. This allowed us to compile the technical and economic guidelines necessary to design in the short term a profitable business model seeking to develop a new biofuel for industrial applications of regional scope that meets the minimum quality standards for use in combustion equipment.

Tag: RAC, Biomasa, Pellets, Bioenergía, agroindustria, energías renovables.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó adelante con la articulación de Productores Cañeros, un Municipio de la Provincia de Tucumán, una empresa fabricante de máquinas Pelletizadoras y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial a través del Centro INTI Tucumán-UT Valorización de Recursos Biomásicos.

La metodología propuesta para encontrar las variables físicas del proceso de pelletizado para esta biomasa no convencional se separó en varias etapas: 1) Recolección y transporte, 2) Recepción Rollos y Caracterización 3) Adecuación (Primera y Segunda Transformación), 4) Ensayo industrial, 5) Caracterización del biocombustible.

DESARROLLO

- 1) **Recolección y transporte:** Para viabilizar su recolección y acopio se trabajó con un productor cañero quien no solo proporcionó la materia prima sino que articuló con el proveedor del servicio de recolección para que en agosto de 2016 se transportaran 2 rollos de RAC desde Tucumán hasta la ciudad de Rafaela, Santa Fe donde está localizada la empresa donde se realizaron las pruebas. Para esta etapa solamente se caracterizó el tipo de fardo ya que los costes de transporte y el servicio de enfardado (megaenfardado o enrollado) son valores conocidos en la actividad siendo hasta 3 veces más costoso que el servicio el cultivo de la caña misma.



Imagen 1 - RAC Enrollado en Campo

- 2) **Recepción y caracterización de biomasa**

Variable		Valor	Unidad	Observación
Nombre Científico		Saccharum officinarum	-	
Denominación		Malhoja o RAC de caña	-	
Formato de Recepción		Rollos	-	Tradicionales para herbáceas. Largo de las fibras 400-600[mm]
Humedad:		12	[%]	Humedad promedio del rollo
Cantidad		2	[und]	
Peso por Unidad		370	[kg]	Promedio
Densidad Aparente		165 (en rollo)	[kg/m³]	
Poder Calorífico		2300-2400	[kcal/kg]	Para humedad del 15 %
Composición Química [4]	Carbono	45.28	[%]	
	Hidrógeno	5.55		
	Oxígeno	45.61		
	Cenizas	9.5		
	Azufre	0.13		
Nitrógeno		0.43		



Imagen 2 - RAC Sin Enrollar

3) Adecuación

Primera Transformación o Desmenuzado			
Variable	Valor	Unidad	Observación
Humedad	8	[%]	
Densidad Aparente	68	[kg/m ³]	
Tamaño	50-120	[mm]	
Proceso y comportamiento	Desmenuzado con Maquina desmenuzadora accionada por toma de fuerza de tractor.		



Imagen 4 - Desarmado del rollo con Desmenuzadora



Imagen 3 - Desmenuzadora

Segunda Transformación o Molido			
Variable	Valor	Unidad	Observación
Humedad:	10,5	[%]	
Densidad Aparente	143,6	[kg/m ³]	
Tamaño	2-15	[mm]	
Proceso y comportamiento	Molido con Molino de Martillo con motor 50 HP con malla de 7 mm. Aumenta la densidad aparente de la Biomasa lo que facilita su manejo a granel y transporte.		



Imagen 6 - Molido de RAC con Molino de Martillo



Imagen 5 - Molino de Martillo

4) Ensayo industrial de conformado de pellets de RAC: Luego de acondicionada la materia prima en granulometría y humedad, la operación de pelletizado se llevó a cabo en una prensa marca Giuliani con matriz anular de 6 mm de diámetro de extrusión y motor eléctrico de 75 HP.

El INTI trabaja en el diseño mecánico de estos componentes críticos para el proceso de pelletizado dando soporte a las empresas del rubro.



Imagen 8 - Prensa Pelletizadora



Imagen 7 - Matriz Anular

5) Caracterización del biocombustible

Pellet de RAC			
Variable	Valor	Unidad	Valor Ref. Norma EN 14961-1
Longitud promedio (L)	[mm]	12	$3,15 \leq L \leq 40$
Clase de diámetro (D)	[mm]	5.8	$6(\pm 1)$ u $8(\pm 1)$
Humedad	[%]	9	≤ 10
Densidad (BD)	[kg/m ³]	728	≥ 600
Durabilidad mecánica (DU)	Peso-% a.r.	95	$\geq 97,5$
Finos, F (< 3.15 mm)	Peso-% a.r.	-	<1
Proceso y comportamiento	El producto terminado tienen las siguientes características de acuerdo al Procedimiento VRB-P-TPA02 de calidad de Pellet basado en la Normativa Europea EN14961		

* Ref. Pellets de Madera para Usos Térmicos (EN 14961-1)



Imagen 9 - Pellet de RAC de caña de azúcar

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Durante el ensayo surgieron inconvenientes en los sistemas de transporte de la maquina debido a la hojas largas que presenta el RAC. Estas dificultades fueron propias al diseño de la planta que originalmente fue diseñada para operar con una biomasa granular. De estas observaciones se determinaron las mejoras y adaptaciones necesarias para mantener un flujo constante de materia prima y para lograr la estabilidad del proceso.

Cabe destacar que los pellets de biomazas provenientes de la actividad agrícola se denominan *agropellets* los cuales suelen contener mayor porcentaje de cenizas o minerales (sílices) arrastrados durante su recolección lo que dificulta su uso en equipos de combustión mayormente en calderas industriales. Hoy existen en el mercado equipos específicos para su uso que si bien son más costosos comparativamente siguen siendo rentables.

Otro factor importante para resaltar es la logística, el alcance territorial que puede tener un biocombustible sólido en función a la energía que contiene. En el caso del RAC se llegó a aumentar la densidad casi 4,5 veces. Para evaluar la viabilidad económica en cuanto al proceso industrial se tomó como referencia el análisis llevado a cabo sobre *Spartina Argentinensis*[2], una biomasa que presenta problemas similares en adecuación que el RAC donde el costo energético de aprovechamiento (CEA) y la Tasa de Retorno Energético (TRE) son positivos dando margen al cálculo del radio de comercialización y permitiendo identificar los puntos a mejorar y adaptar del proceso de pelletizado convencional.

CONCLUSIONES

El RAC de caña es una biomasa que tiene un alto potencial de aprovechamiento energético y el conformado de pellets a escala industrial es una alternativa no solo para darle valor agregado y diversificar la actividad cañera sino para suplir la demanda energética creciente en todo el país. Muchos estudios estadísticos hablan sobre el potencial del RAC, pero las tecnologías para su aprovechamiento aún no han sido validadas por la propia industria azucarera. Actualmente los únicos antecedentes son el uso parcial en su estado natural en calderas bagaceras de algunos ingenios azucareros que buscan complementar al bagazo que escasea debido a la demanda energética de la producción de etanol. De estas aplicaciones no se tienen registros de casos sostenidos en el tiempo y ni de los resultados obtenidos, es por esto que las aplicaciones con un combustible estandarizado como el pellet pueden dar una mayor confiabilidad y diversificar el consumo hacia la media y baja escala incluso para aplicaciones domésticas en reemplazo del GLP y el GN.

REFERENCIAS

- [1] Ing. Agr. Diego Mathier , Ing. Agr. Pablo Saleme , Ing. Agr. M. Sc. Mario Bragachini , Ing. Agr. Federico Sánchez, Ing. Agr. Marcos Bragachini, Ing. Agr. José Méndez. La caña de azúcar como cultivo energético. INTA, Junio 2013.
- [2] Balance energético de la obtención de pelets de *Spartina argentinensis*, Jozami, E.1*, Rearte M.2, Porstmann, J.C.1, Shocron, A.M.1, Martínez Pulido, G.2, Civit, B.3, Feldman, S. R.1;4, 1Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.