

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE DOS ENFARDADORAS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUO AGRÍCOLA DE COSECHA (RAC) DE CAÑA DE AZÚCAR EN TUCUMÁN

Casen S. D.; Marto, L. A.; Medina, M. M.; Romero R. E.; Torres Bugeau, A. y Perez, D.
Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes. Av. W. Cross 3150, Las Talitas, Tucumán-Argentina.

Abstract

Agricultural sugarcane crop residue (RAC) is undoubtedly one of the sustainable alternatives our province counts on for energy production, as it can be used in sugar boilers of mills. The purpose of this paper is to study different alternatives for collecting sugarcane residue and survey the technical characteristics of different models of harvesting machines available in Tucumán. The results obtained for field roto-balers showed that the average percentage of waste collected was approximately 57%, while this value amounted to approximately 65% in the case of prismatic balers. According to laboratory results, the percentage of soil collected by the former was approximately 0.5%, while this value reached 0.33% for the latter. Moreover, an economic analysis of the values obtained as regards bale production revealed that total costs are lower when using prismatic balers. This experience made it possible to determine the feasibility of collecting and transporting RAC with the machines available on the market.

Introducción

El aprovechamiento de los residuos provenientes de la cosecha en verde de caña de azúcar es una de las alternativas con las que cuenta Tucumán para la producción de energía renovable, pues estos residuos pueden utilizarse en las calderas de los ingenios. Esta técnica contribuye a diversificar la matriz energética de la provincia y del país, con el “plus” ambiental que significa la reducción de la quema.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el desempeño operativo de dos modelos de enfardadoras para la recolección de residuos agrícolas de cosecha (RAC), que se encuentran disponibles en nuestra provincia.

Materiales y métodos

Evaluación de máquinas enfardadoras de RAC Las máquinas utilizadas para la recolección del RAC fueron la rotoenfardadora Mainero modelo 5870, cuya característica principal es la elaboración de rollos cilíndricos (Figura 1), y la enfardadora prismática Challenger modelo LB 33B, que confecciona fardos rectangulares (Figura 2).



Figura 1. Rotoenfardadora Mainero.



Figura 2. Enfardadora Challenger.

Los muestreos se llevaron a cabo entre el 15 de julio y el 10 de setiembre del 2011, en tres localidades del área cañera de Tucumán. Las evaluaciones de la rotoenfardadora se realizaron en la localidad de El Chañar, en tres cañaverales cosechados con diferentes niveles de productividad.

La enfardadora prismática se evaluó en la localidad de San Isidro de Lules, para lo cual se trabajó en tres lotes diferentes de caña. A su vez, la misma enfardadora se evaluó en la localidad de La Florida, pero en un solo lote cañero.

En todos los casos se trabajó con LCP 85-384, la variedad de caña de azúcar más cultivada en Tucumán, puesto que ocupa el 65,2 % del área cañera (Cuenya *et al.*, 2009).

En cada situación, se evaluó el RAC real obtenido de la cosecha en verde, como así también el RAC remanente que queda en el campo luego de la recolección.

Para la determinación del RAC real se empleó un aro de 1 m², estableciendo tres estaciones de medición distanciadas a 30 m entre sí. Se recogió y pesó el RAC de cada estación. Con los datos obtenidos, se determinaron las toneladas de RAC real/ha.

Posteriormente se procedió al acondicionamiento del residuo con rastrillo hilerador modificado, el cual, mediante los implementos denominados “soles”, tiene como función colocar el RAC de dos trochas sobre el surco por donde recolectará la máquina enfardadora (Figura 3).



Figura 3. Rastrillo hilerador modificado para el acondicionamiento del residuo de la cosecha previo al paso las máquinas enfardadoras.

Cada una de las mediciones realizadas se llevó a cabo con tres repeticiones, determinando el porcentaje de RAC recolectado y el remante con los valores promedio obtenidos.

A su vez, se determinaron peso, longitud y diámetro de cada uno de los fardos confeccionados y, posteriormente, con estos datos se calcularon sus volúmenes y densidades.

Determinación de “trash” mineral

Para estimar la cantidad de “trash” mineral (tierra) contenida en el fardo, se procedió a tomar una muestra representativa de un rollo y un fardo prisma, confeccionados en las localidades de El Chañar y La Florida. Se tomó una submuestra de cada fardo que fue sumergida en un volumen conocido de agua (20 litros) para separar toda la tierra proveniente del campo. De este contenido de agua, se tomó una muestra del líquido resultante (1 l) que fue enviado al laboratorio para su procesamiento mediante métodos de decantación.

Análisis económico del RAC

Para determinar la inversión y los costos del armado de cada uno de los fardos, se consideraron las tareas agronómicas necesarias durante el enfardado de RAC, que se diferencian básicamente por la máquina enfardadora utilizada, la potencia y cantidad de tractores empleados.

Es importante destacar que para la determinación de los gastos generados por el uso de las máquinas, se trabajó con tiempos operativos y consumos de gasoil por hora reales (determinados en función de los HP de la maquinaria y el coeficiente de gasto 0,16l/HP/h).

El frente de la rotoenfardadora estuvo integrado por tres tractores de 80 HP, una hileradora y dos rotoenfardadoras Mainero. Este frente tuvo capacidad de producir 20 rollos por hectárea y 10 rollos por hora por máquina. Los rollos pesaron en promedio 350 kg cada uno.

El frente de la enfardadora prismática estuvo integrado por dos tractores, uno de 80 HP y otro de 170 HP, una hileradora y una enfardadora Challenger LB 33 B Cutter. Este frente puede producir, en promedio, 25 fardos por hectárea y 20 fardos por hora. Los fardos pesan 450 kg cada uno, en promedio.

Resultados

Evaluación de máquinas enfardadoras de RAC

El desempeño operativo de las enfardadoras (eficiencia de recolección) está asociada a los diferentes niveles de producción del cañaveral, el tipo de relieve del terreno, la variedad de caña de azúcar, el número de días transcurridos desde la cosecha, el contenido de humedad de la maloja, etc. (Digonzelli *et al.*, 2006).

Los altos valores de RAC real en los diferentes lotes evaluados estuvieron asociados principalmente al daño ocasionado por las heladas, lo que produjo un despuntado por debajo a la altura de corte normal (pérdida de materia prima).

En las Tablas 1 y 2 se muestra el RAC real (t/ha) y cantidad de residuo recolectado y remanente, expresados en porcentaje.

Tabla 1. Valores de RAC real y porcentajes de residuos recolectados y remanentes con rotoenfardadora Mainero 5870.

Muestreo	RAC real (t/ha)	% RAC recolectado	% RAC remanente
Chañar 1	18	60,4	39,6
Chañar 2	20	60,8	39,2
Chañar 3	16	51,1	48,9

Tabla 2. Valores de RAC real y porcentajes de residuo recolectado y remanente con Challenger LB 33 B Cutter.

Muestreo	RAC real (t/ha)	% RAC recolectado	% RAC remanente
La Florida	20.6	57	43
Lules 1	29	72	28
Lules 2	26	67	33
Lules 3	24	64	36

En el caso de las rotoenfardadoras, el porcentaje promedio de residuos recolectado fue de aproximadamente el 57% y, con las enfardadoras prismáticas, el porcentaje fue ligeramente cercano al 65%.

En la Tabla 3, se observan los valores promedio de peso, dimensión, volumen y densidad de los rollos y fardos obtenidos con cada una de las máquinas evaluadas, y la productividad de estas.

Tabla 3. Valores promedio de los parámetros evaluados en máquinas para recolección de RAC.

Máquina de recolección	Peso (kg)	Dimensión (cm)	Rollo-fardo/ha	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)
Mainero 5870	Hasta 350	120X150 (rollos)	25	2,12	165
Challenger LB 33 B	Hasta 450	220X90X80(fardos)	30	1,6	281

“Trash” mineral

Los resultados de laboratorio revelaron que el porcentaje de tierra recolectado por las enrolladoras fue aproximadamente del 0,5%, mientras que en el caso de las enfardadoras prismáticas, el porcentaje fue del 0,33%. El menor valor de “trash” obtenido con las máquinas prismáticas se debe particularmente a que este tipo de enfardadoras operan con cuchillas troceadoras que confieren, por un lado, una granulometría adecuada al RAC y, por otro, durante el proceso de troceado generan una disminución en el contenido de tierra, con lo cual disminuye el “trash” mineral.

Análisis económico de RAC

Si bien un frente de enfardadora prismática implica una mayor inversión, la productividad de la máquina por unidad de tiempo es superior comparada a la de un frente de rotoenfardadora. Al tener en cuenta todos los componentes que definen la confección de los fardos en ambas máquinas (Tabla 4), se observa que el precio por kg de RAC para un frente de enfardadora prismático es ligeramente menor, debido a la disminución del costo del transporte (mayor volumen transportado) (Figura 4).



Figura 4. Equipo convencional utilizado para el transporte de RAC.

Tabla 4. Comparación de costos de armado de fardos y precios estimativos de estos, dependiendo del frente de recolección.

	Rotoenfardadora	Prismática
Potencia del tractor (HP)	90	180
Rendimiento (rollo-fardo/ha)	20	25
Distancia a ingenio (km)	30	30
Armado de rollo-fardo (\$) (*)	22,90	24,84
Cargado \$/rollo-fardo	5	5
Flete al ingenio (\$)	6	8
Total (\$)	36,97	42,54
\$/kg RAC	0.14	0.10

(*) Se considera hilerado, enfardado y acondicionamiento.

Conclusiones

El presente trabajo demostró que la enfardadora prismática tiene un mejor comportamiento operativo que la rotoenfardadora, teniendo en cuenta el volumen recolectado por superficie (cabezal recolector amplio con menor pérdida de RAC).

A su vez, la obtención de fardos compactos, de mayor tamaño y calidad facilita la colocación de estos en el camión de carga (con una mayor cantidad de RAC transportado), lo que influye directamente en la reducción de los costos de transporte del campo al ingenio por kilogramo de RAC.

Además, los órganos troceadores de estas máquinas permiten la obtención de un RAC limpio (menor “trash” mineral) y con un tamaño y granulometría adecuada para ser utilizados en las calderas de los ingenios.

Las cuerdas empleadas en el atado de los fardos constituyen la principal limitante en el uso de este tipo de enfardadora, pues estas representan el 30% de los costos en el armado. Por tal motivo, es necesario seguir trabajando en alternativas de este insumo para lograr disminuir los costos de producción.

Citas bibliográficas

Cuenya M.; Chavanne E.; Ostengo S.; Espinosa M.; Ahmed M.; Costilla D. y Ahmed M. 2009. Relevamiento de la distribución de variedades comerciales y de la aplicación de otras tecnologías en el área de cultivo de la caña de azúcar de la provincia de Tucumán: campaña 2007/2008. Gac. Agroindustrial EEAOC (72).

Digoncelli P.; Alonso L.; Casen S.; Giardina J.; Romero E.; Leggio Neme F.; Scandaliaris J.; Alonso J.; Fernández de Ullivarri J. y Tonatto J. 2006. Manejo de los residuos de la cosecha en verde de la caña de azúcar: evaluación preliminar de máquinas enfardadoras. Avance Agroind. 27 (4): 14-18.