

Disponibilidad y potencial del RAC como biocombustible en Tucumán, Argentina



ESTACION EXPERIMENTAL
AGROINDUSTRIAL
OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

Ing. Agr. Juan Fernández de Ullivarri
Subprograma Agronomía Caña de Azúcar
Ing. Ind. Enrique Feijóo
Ingeniería y proyectos agroindustriales

Planes de Trabajo de la EEAOC

Programa Bioenergía

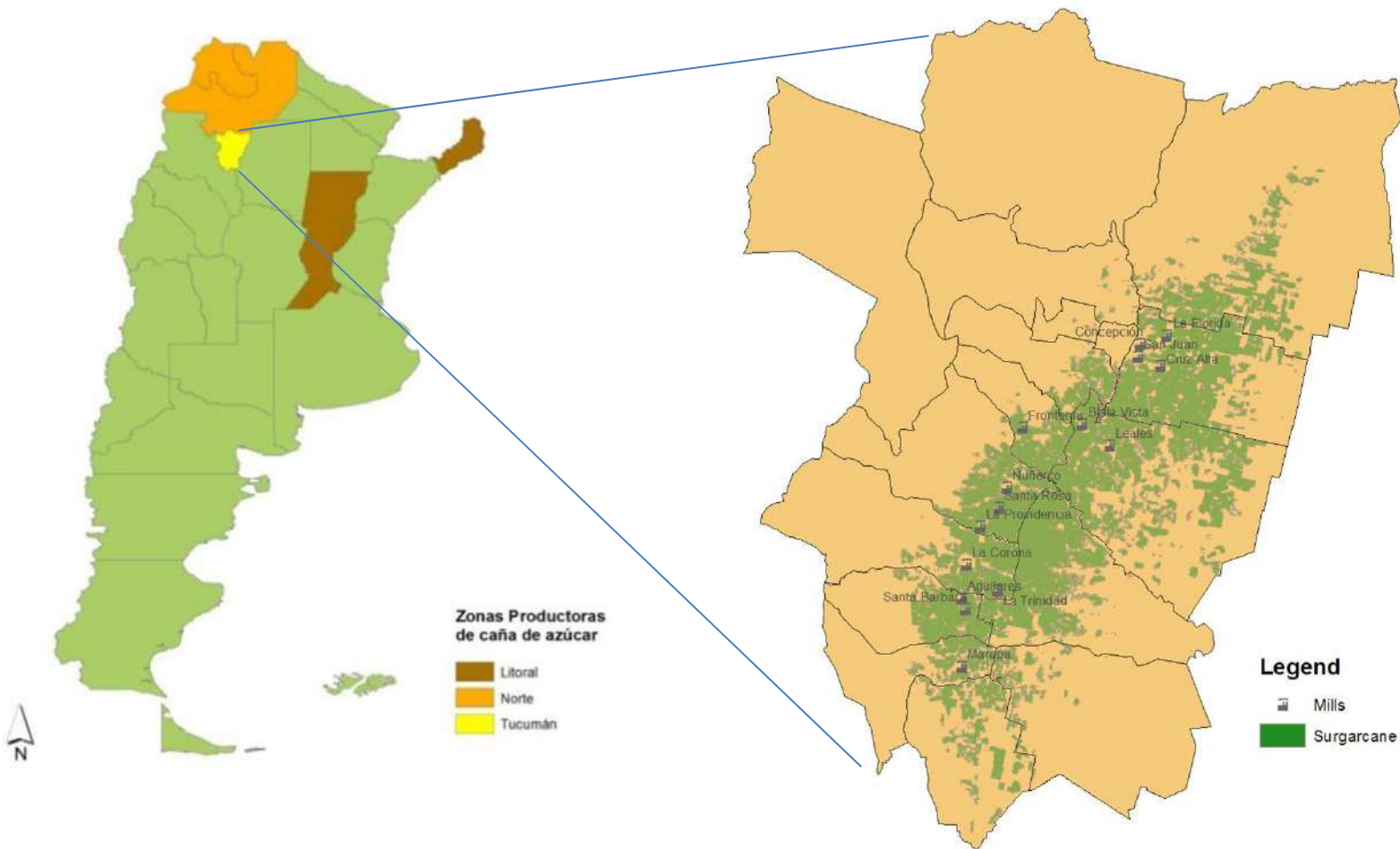
- *Aprovechamiento energético de la biomasa residual de la cosecha en verde de la caña de azúcar (RAC).*
- *Mejora y aprovechamiento de la productividad bioenergética de la caña de azúcar.*

Subprograma Agronomía de caña de Azúcar

- *Efectos de la cobertura con residuos de la cosecha en verde*

Desde el año 2005, la EEAOC viene estudiando el manejo y uso energético de RAC, tanto en el área agrícola como industrial. Con el apoyo de la Secretaría de Energía de la Nación, se llevaron a cabo los primeros estudios referidos a caracterización, manejo, acondicionamiento, almacenamiento, impacto ambiental y combustión de RAC en calderas bagaceras.





Características de sector cañero de Tucumán

- Ingenios: 15
- Superficie: 276.880 hectáreas (2020)
- TCH: 55 a 65 t/ha
- **Cosecha mecánica en verde: 98%**
- Plantación mecánica: 28%
- Productores: 6000 (4000 de menos de 50 ha)
- **Riego: 90% seco (sin riego)**
- Variedades: LCP 85-384; TUC 95-10; TUCCP 77-42



Cosecha de caña en verde (98%)



Elimina la quema



**Permite el aprovechamiento
de residuos de cosecha**

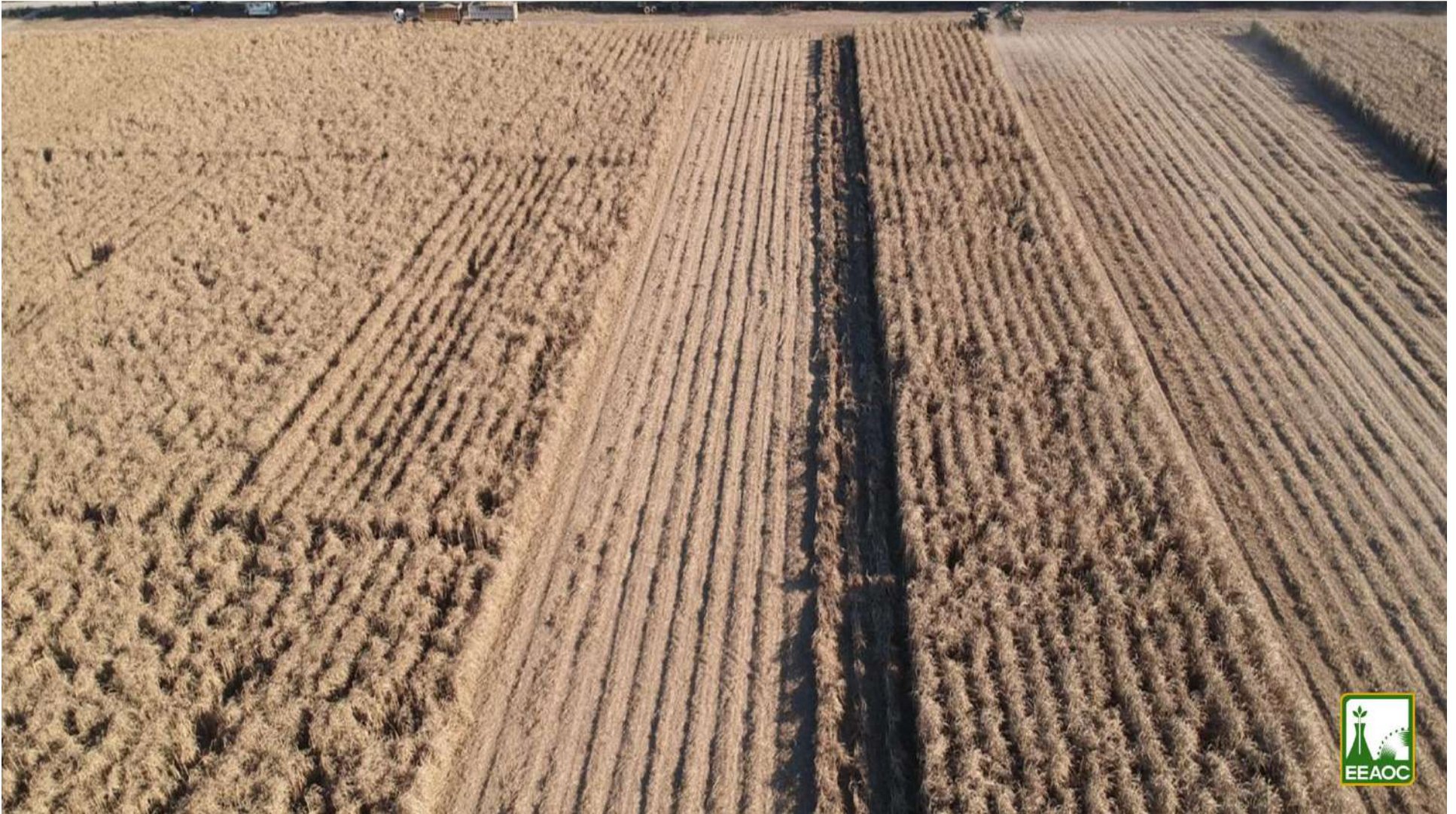


**Permite el aprovechamiento
Energético del RAC**

Quema de cañaverales

- La quema de caña se utilizó en Tucumán como método de limpieza de pre-cosecha
- En 2004 se prohibió la quema de caña de azúcar y cualquier tipo de vegetación
- En 2020, sin embargo, sigue habiendo quemas, aunque su importancia disminuye cada año. Esto depende en gran medida de la ocurrencia de heladas
- Una gran mayoría de las quemas actuales se producen después de la cosecha en verde, sobre el RAC









Opciones de manejo del RAC



RAC sobre la superficie



Incorporación



Enfardado para energía u otros usos





Quedan entre 7 y 16 t/ha de RAC seco



Equipos para fertilizar sobre RAC





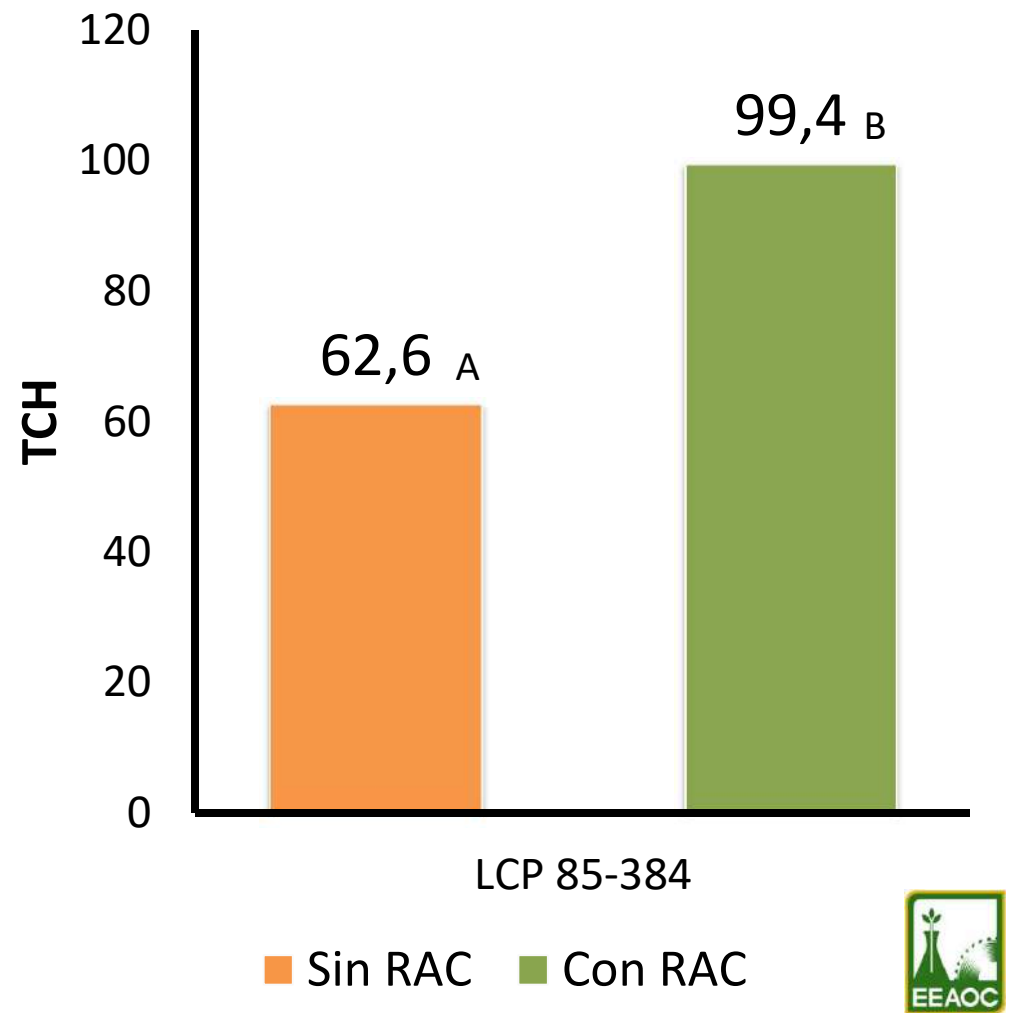


Efecto del RAC sobre el TCH

Sin RAC

Con RAC







Estimación del RAC Potencial



Romero *et al.* 2009

- Determinó para las condiciones y variedades de Tucumán, que cañaverales hasta 90 t/h producían en promedio 151 kg de materia extraña o RAC por tonelada de caña molible
- En base a este trabajo se estimó el RAC producido en cada zafra en Tucumán

ISSN 0370-5404

Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán
Tomo 86 (1): 9-13; 2009

Effect of variety and cane yield on sugarcane potential trash

Eduardo R. Romero**, Jorge Scandaliaris**, Patricia A. Digonzelli**, Luis G. Alonso**,
Fernanda Leggio**, Juan A. Giardina**, Sergio D. Casen**, M. Javier Tonatto** y
Juan Fernández de Ullivarri**

ABSTRACT

Low environmental impact production systems are a major concern in agroindustry and society, with food and sugarcane production being one of the areas where sustainability is a high priority. Green cane harvesting



Estimación del RAC Potencial

Caña Molida 2013-2020

En promedio, según datos de la EEAOC se molieron

15.223.150 toneladas de caña

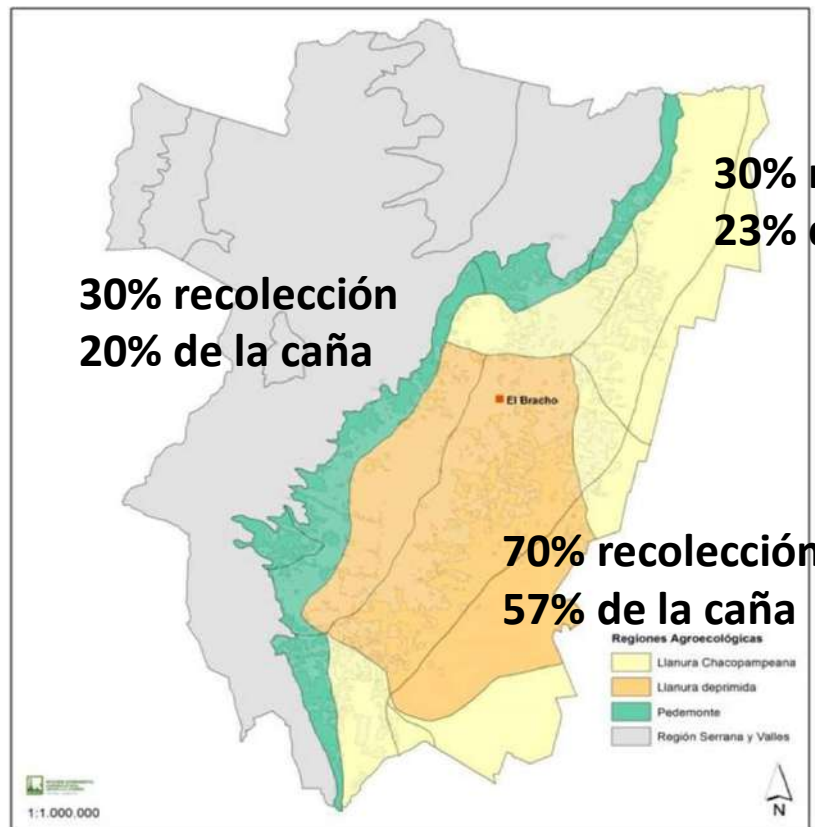
1 t de caña = 151 Kg RAC seco

En promedio, se produjo

2.283.473 t de RAC seco por zafra



Regiones agroecológicas



30% recolección
23% de la caña

30% recolección
20% de la caña

70% recolección
57% de la caña

Porcentaje de recolección
recomendado en cada región y
porcentaje de superficie con
caña del total de la provincia



RAC recolectable total

Región Pedemonte (20% de caña, 30% de recolección)

137.000 t

Región Llanura Chacopampeana (23% caña, 30% de recolección)

157.560 t

Región Llanura Deprimida (57% caña, 70% recolección)

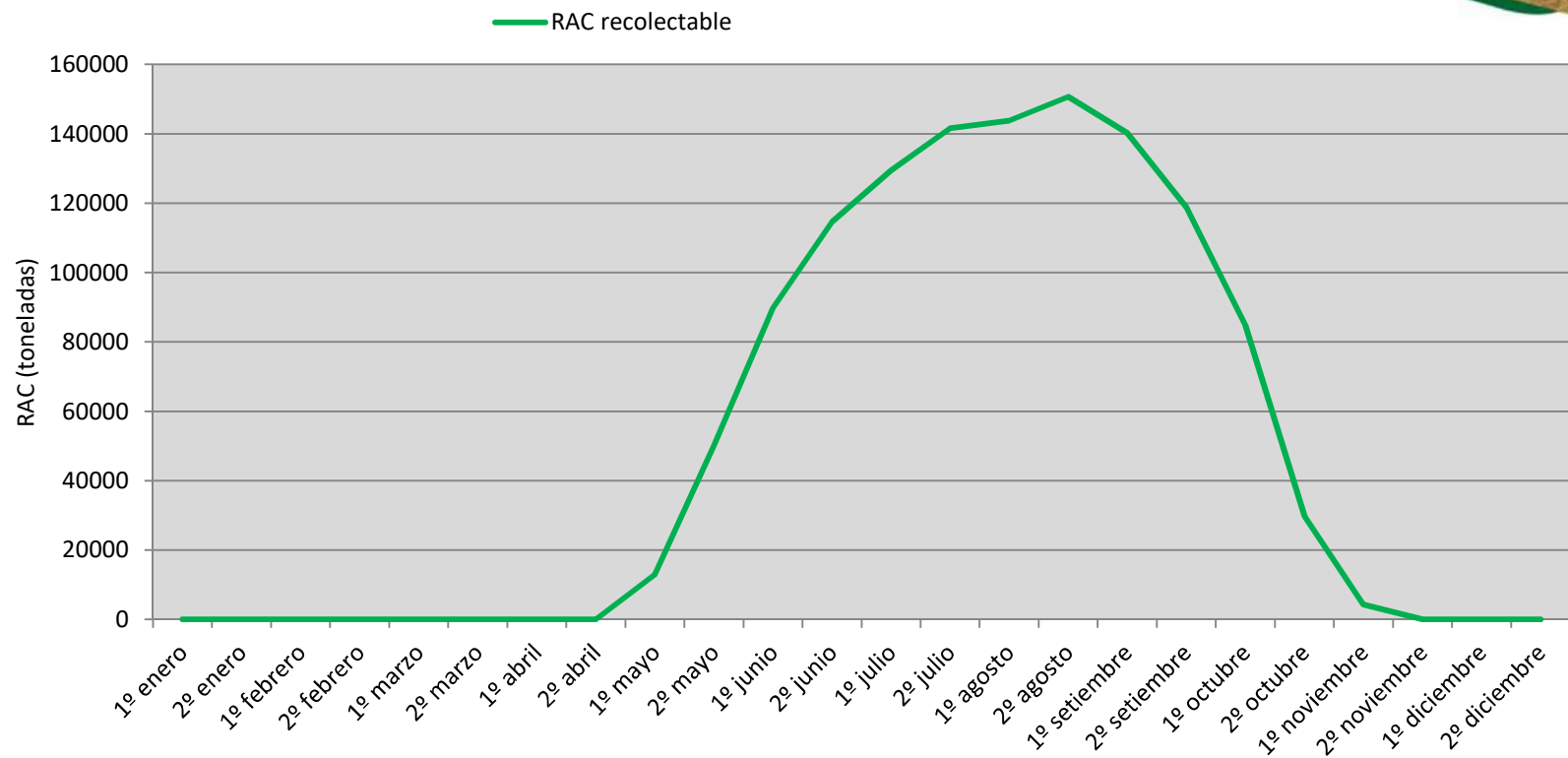
911.100 t

Total recolectable

1.205.660 t (base seca)



Disponibilidad anual de RAC



Composición elemental del RAC en Tucumán

RAC	Composición (%)
Carbono	46,0
Hidrógeno	6,1
Oxígeno	46,7
Azufre	<0,3

*Porcentaje en peso, base seca y libre de cenizas.



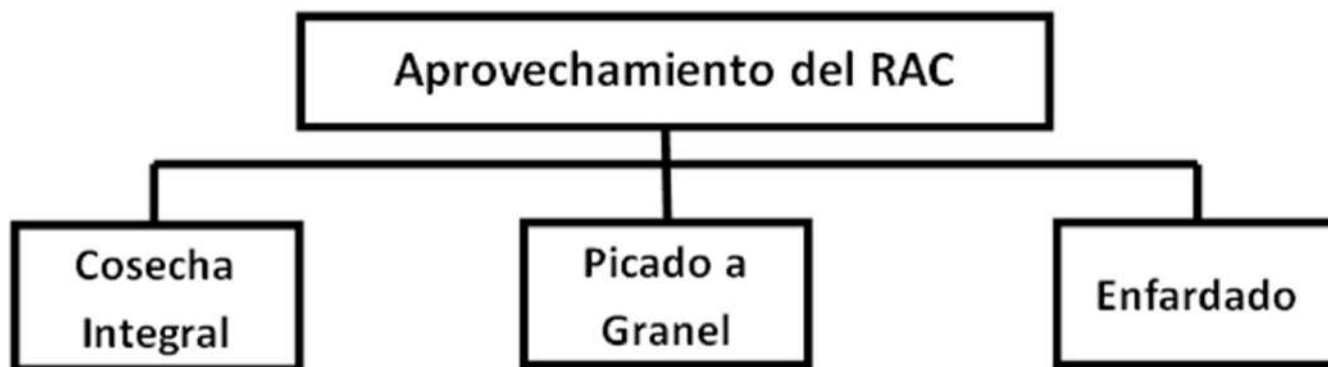
Características energéticas de RAC

	RAC
Humedad % (b.h.)	10,60
Cenizas % (b.s.)	11,39
PCS kcal/kg (b.s.)	3.341,18
PCI kcal/kg (b.h.)*	2.662,92

*Con humedad del 15% el PCI = 2.500 kcal/kg



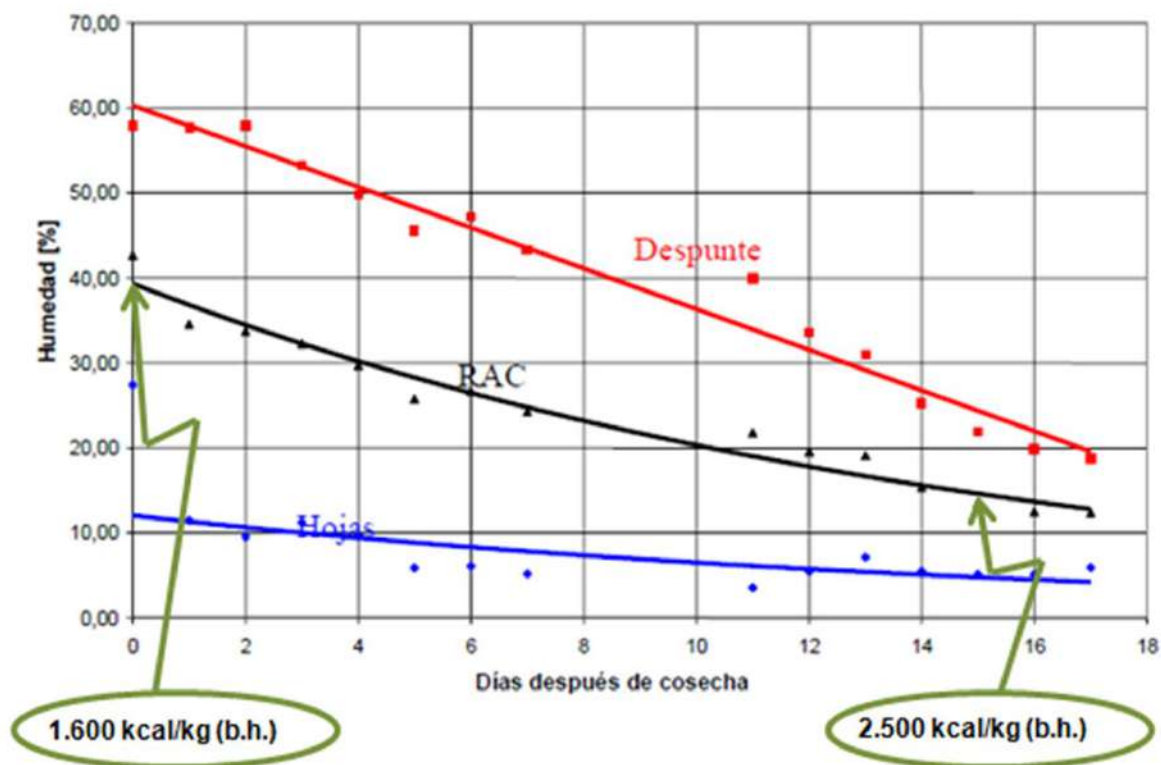
Opciones logísticas de recolección, transporte y acondicionamiento del RAC.

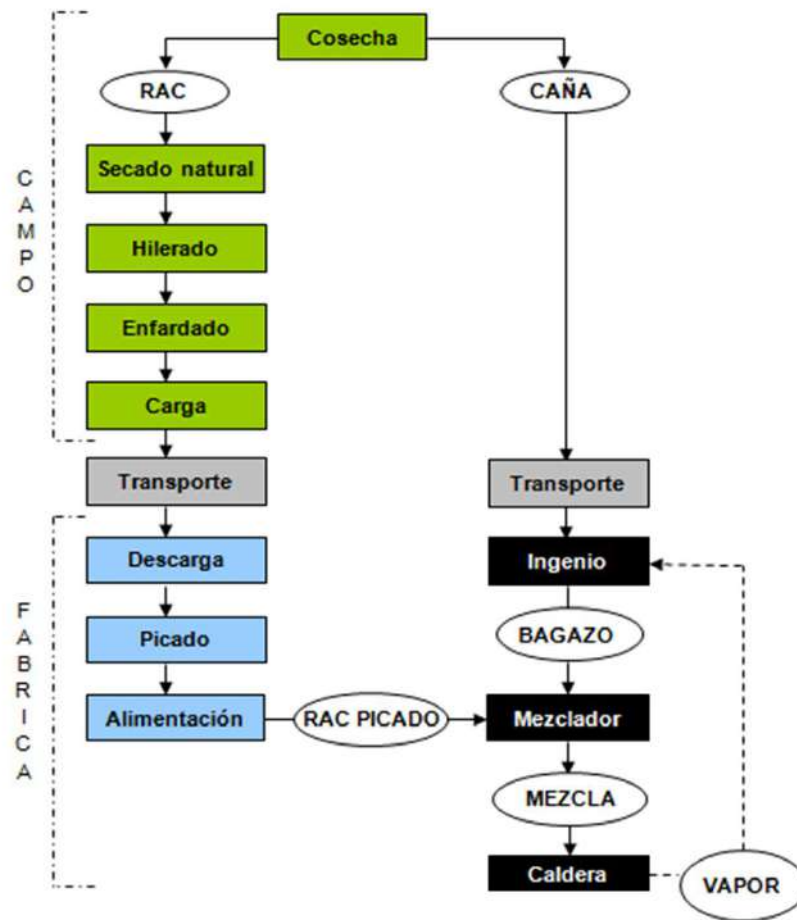


<i>Parámetros del RAC</i>	<i>Densidad [kg/m³]</i>
Cosecha integral (40-50% de humedad)	25-40
Picado a granel (15% humedad)	70-90
Enfardado (15% de humedad)	170-210



Secado natural en campo





Hilerado

Objetivos del Hilerado

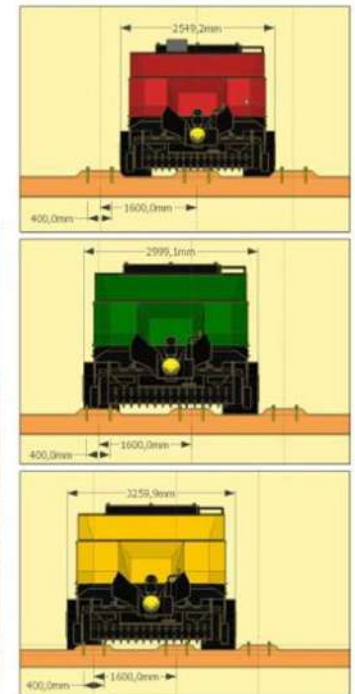
- Aumentar la eficiencia de recolección de la enfardadora.
- Minimizar la remoción de tierra.
- No dañar los rebrotes.
- Dejar una cantidad de residuo apropiada para asegurar una cobertura y protección al suelo.



Enfardado

Enfardadora Prismática

- Capacidad operativa: 20-30 fardos/hs.
- Capacidad de recolección 70% max.
- Medidas fardo: 220x90x70 cm.
- Peso aproximado (310 – 350) kg.



Carga y transporte de fardos



- Capacidad de carga: 48-54 fardos/viaje



Descarga / Almacenamiento

En fábrica se descargan los fardos utilizando una pala mecánica o cargadoras hidráulicas, estos son almacenados en la zona de calderas o zonas establecidas , para su posterior picado.



Picado

Para el picado se utiliza molinos de forrajes, que pueden moler de 8 a 12 fardos por hora cada uno.



Alimentación y combustión en calderas

Se realiza con pala o con cinta transportadora, la cual alimenta el dosificador de la rastra bagacera, generando una mezcla RAC + bagazo, con un contenido de RAC que puede variar entre 15% y 30% de RAC.



Balance Energético RAC

Etapas	Energía consumida (kcal/fardo)	Energía producida (kcal/fardo)
Hilerado	3.470	-----
Enfardado	15.170	-----
Carga	2.600	-----
Transporte	5.460	-----
Picado	8.570	-----
Alimentación	3.900	-----
Combustión	-----	875.400
Total	39.170	875.400

- Peso fardo = 350 kg (15%w)
- PCI GasOil = 10.200 kcal/kg
- PCI RAC = 2.500 kcal/kg



Determinación del índice energético

“Razón entre la cantidad de energía producida y la cantidad de energía insumida en el proceso”

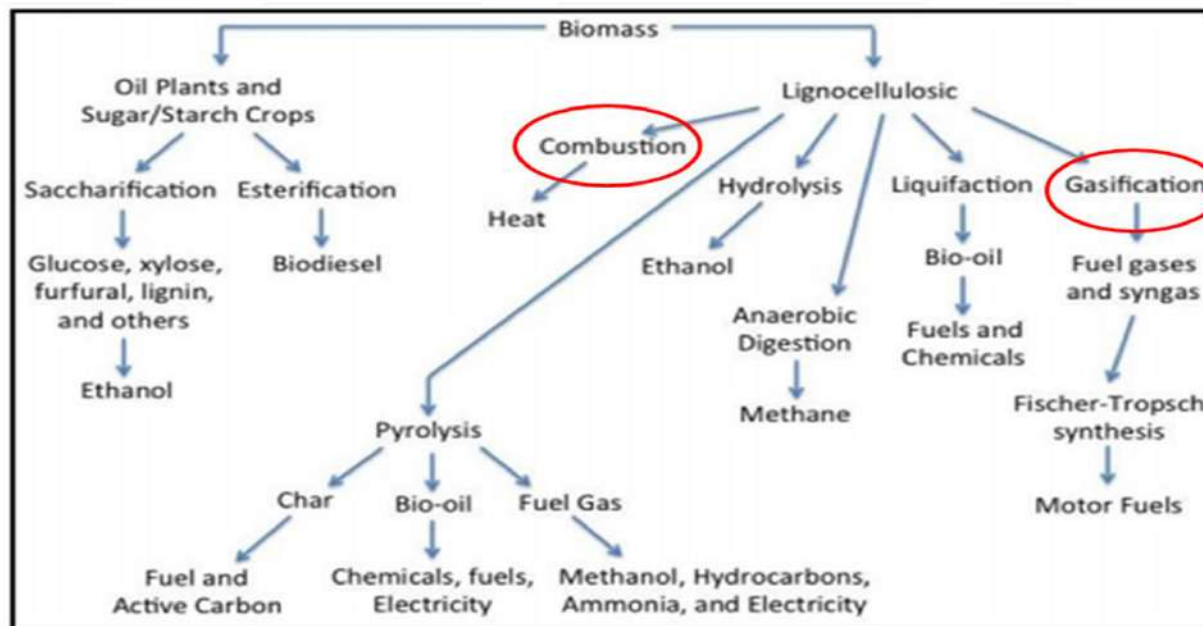
$$\text{I. E.} = \frac{\text{Energía producida}_{(\text{RAC})}}{\text{Energía consumida}_{(\text{gasoil})}}$$

I.E. del RAC (enfardado) = 22,3

“ Este resultado indica que la energía producida fue 22,3 veces mayor que la energía consumida ”

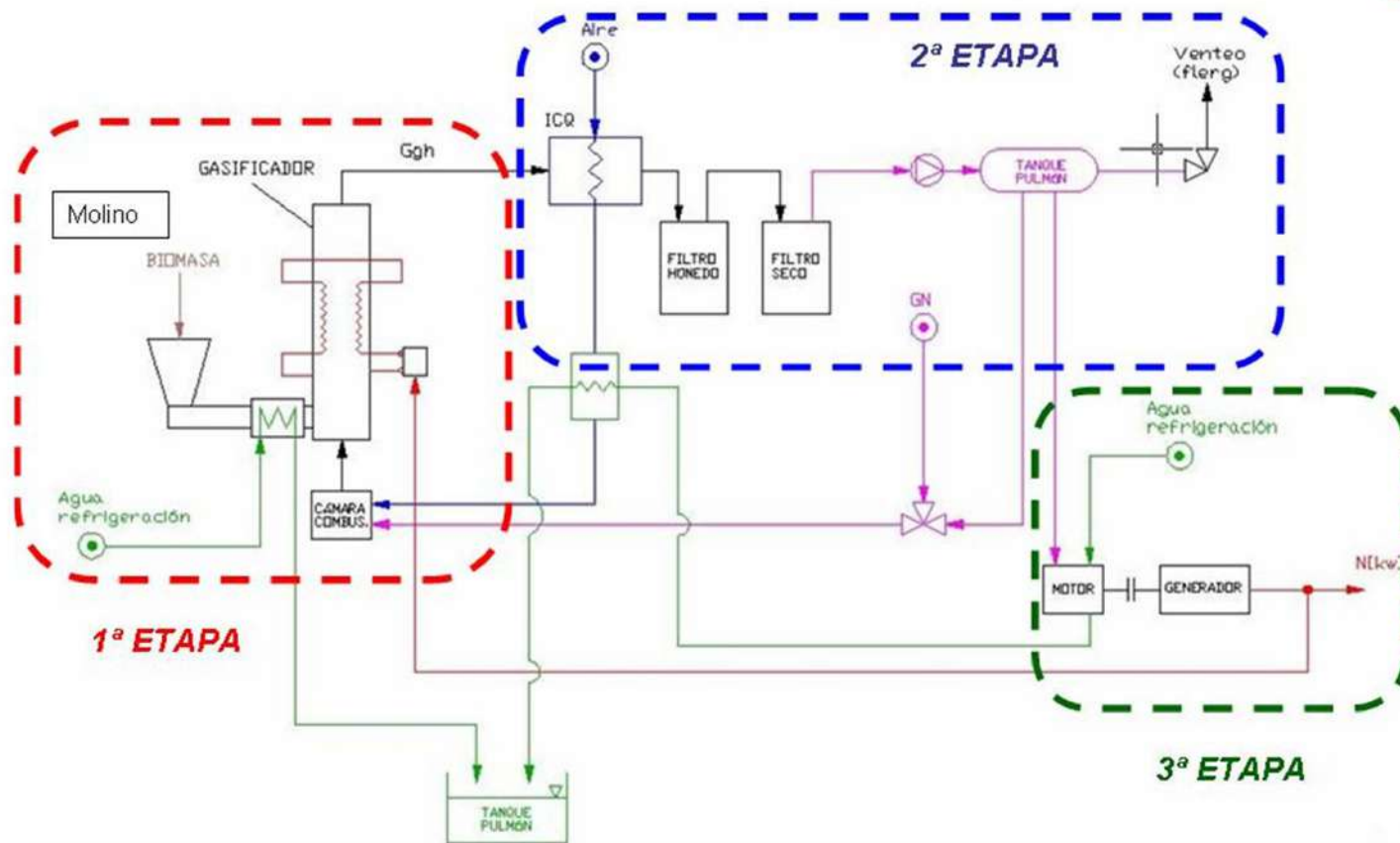


Procesos de aprovechamiento de biomásas



- La gasificación es una oxidación parcial a temperatura elevada, de una materia prima generalmente sólida que se convierte en un gas con un moderado poder calorífico. Normalmente, se trabaja con un 25-30% del oxígeno necesario para la oxidación completa.
- Temperaturas menores que en la combustión, evita peligro de fusión de cenizas.

Planta Piloto de Gasificación EEAOC



Gasificador diseñado por la EEAO



Consideraciones finales

- El RAC constituye un VALOR en el sistema productivo de la caña de azúcar. Ya sea que se lo deje en el campo, se lo incorpore o se utilice para la producción de energía.
- Como cobertura tiene muchos efectos benéficos que en gran parte del área cañera tucumana contribuyen a salvar limitaciones permitiendo el logro de mayores producciones con menores costos.
- Tucumán dispone de los conocimientos y las tecnologías necesarias para implementar un sistema de manejo del cañaveral con mantenimiento del RAC y para el aprovechamiento energético del mismo.
- Para mezclas de hasta un 30% de RAC con bagazo, no se observaron inconvenientes con el contenido de cenizas.
- El RAC en Tucumán, por su cantidad y características puede satisfacer en gran medida las demandas de energía.
- El aprovechamiento del RAC ayuda a la sustentabilidad del sector sucroalcoholero, ya que da valor agregado a los residuos en concordancia con el concepto de Economía Circular.

