

Segundo Seminario Internacional online sobre **Contaminantes Orgánicos Persistentes**

Experiencias en mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales

ÁREAS TEMÁTICAS

- Metalurgia
- Agroindustria
- Gestión de plásticos
- Atención en salud



El ambiente
es de todos

Minambiente





Mejores técnicas disponibles y mejores prácticas ambientales en el sector agroindustrial de la caña de azúcar



Nicolás J. Gil Zapata PhD.

Director Programa de Procesos de Fábrica

Agenda



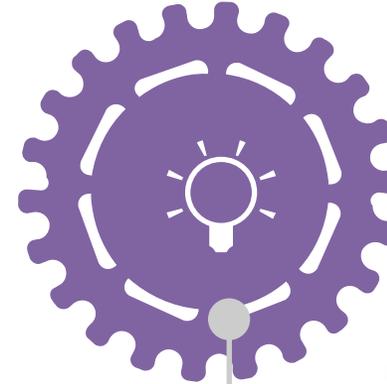
Breve reseña del sector y Cenicaña



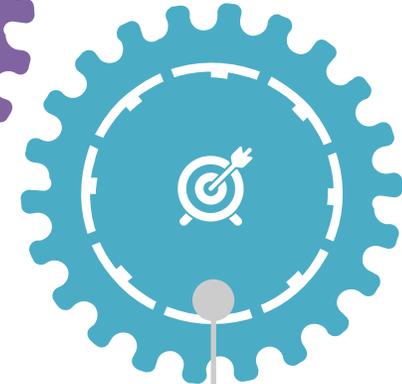
Resultados de medición de dioxinas y furanos durante quema de la caña



Prácticas para mitigar quema de la caña



Uso de biofertilizantes



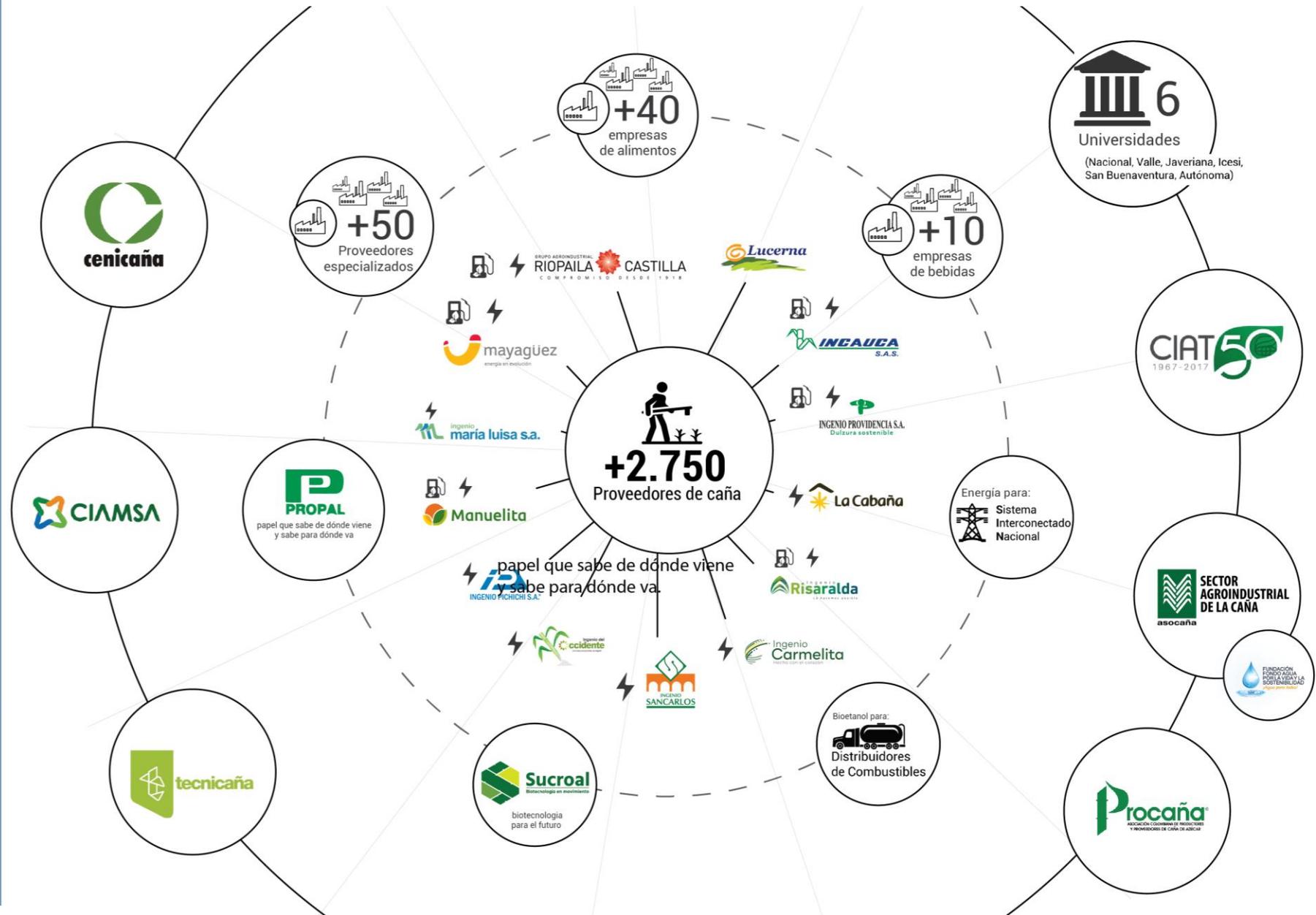
Control biológico de plagas

Un clúster agroindustrial, único en la geografía y economía colombiana



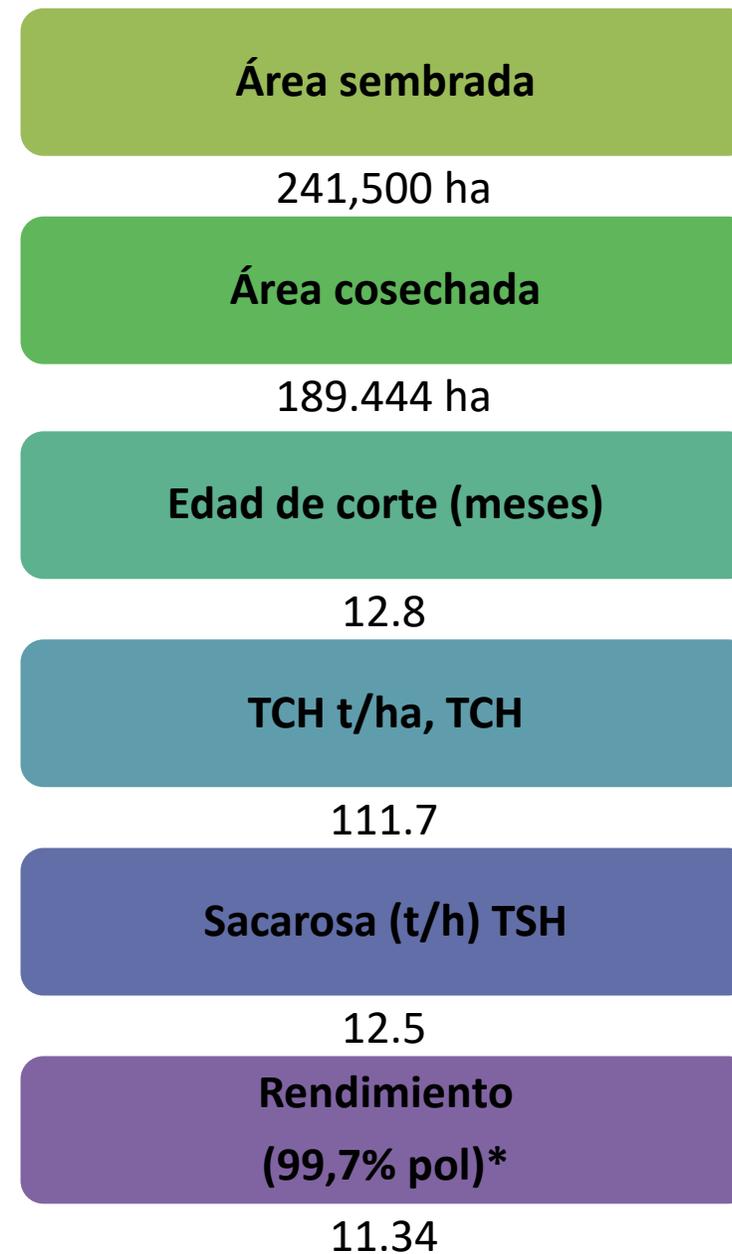
Ubicación:
5 departamentos
50 municipios

Valle 30; Cauca 9; Risaralda 5;
Caldas 5; Quindío 1



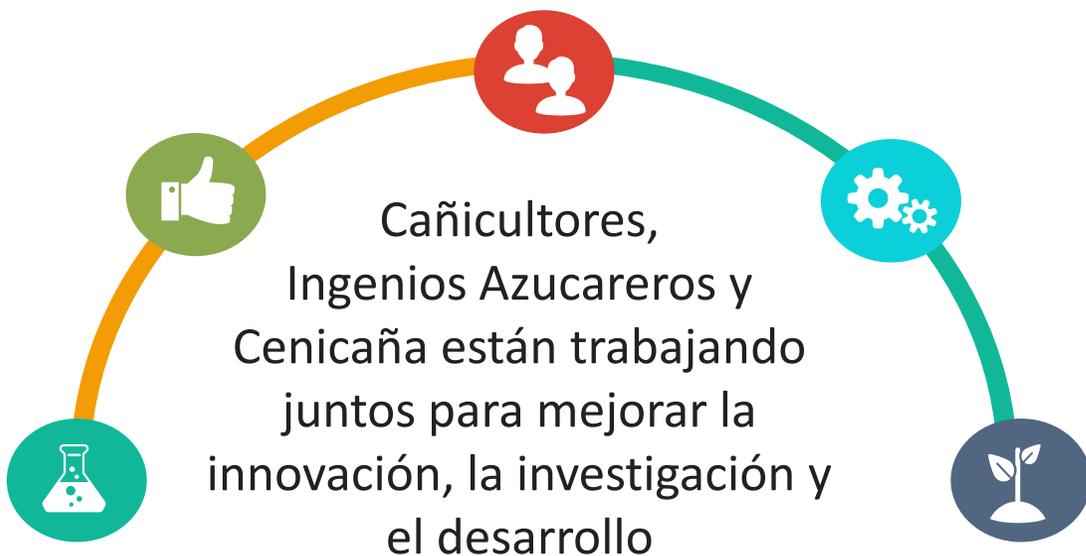


Principales indicadores de la agroindustria de la caña de Colombia (2019)

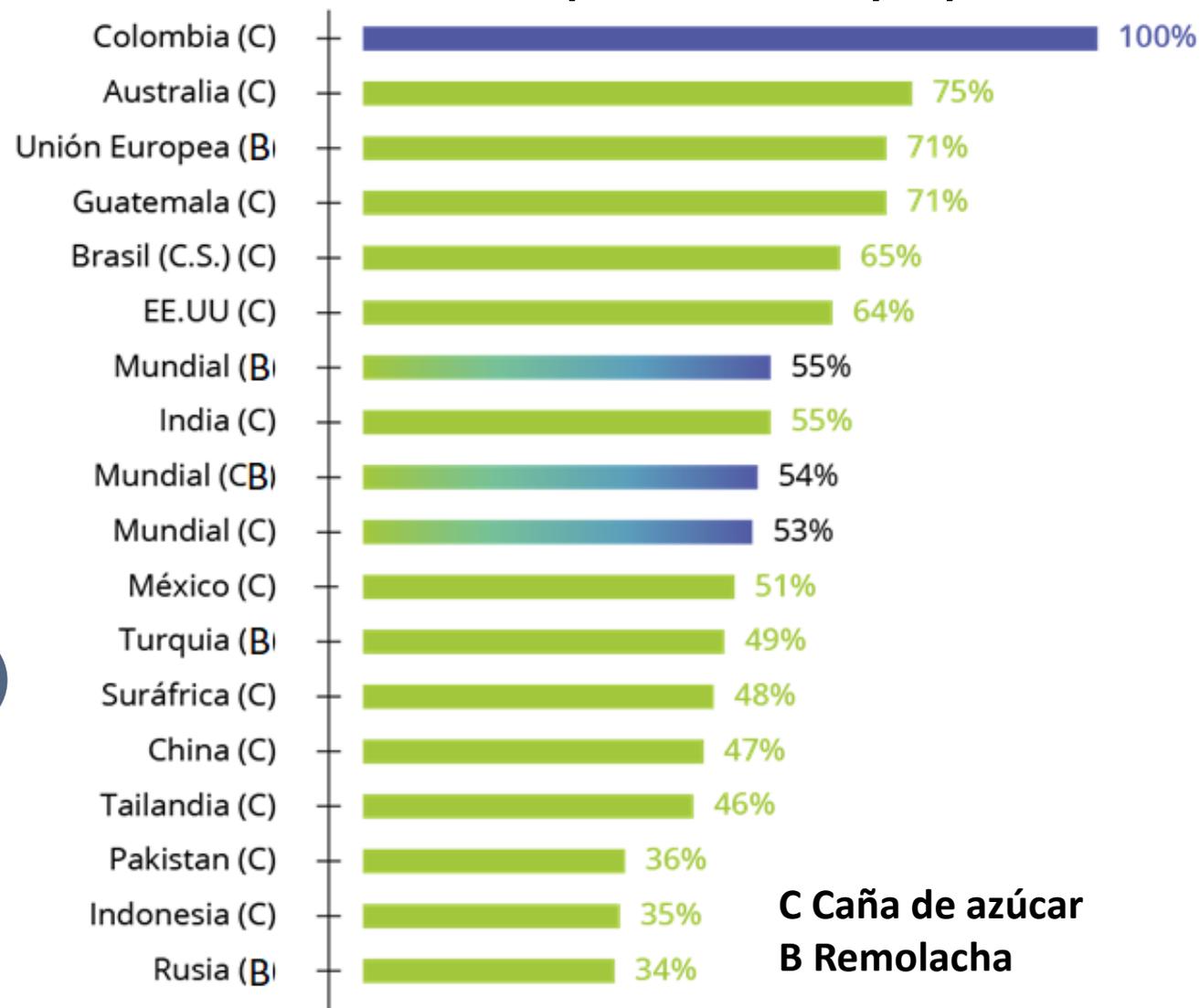


* Incluye el azúcar equivalente utilizado para producir etanol

La industria colombiana sigue teniendo altos niveles de productividad en el mundo



Productividad relativa en Colombia (Tons de azúcar/ha)



Fuente: Asocaña reporte anual, 2019



Principales productos



Caña molida (t)

23,319,660



Azúcar producida (t)

2,203,661



Azúcar cruda (t)

310,451



Etanol producido (m³)

444,433



Bagazo (t)

6,422,624



Energía eléctrica generada (MWh)

1,571,406

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia Cenicaña

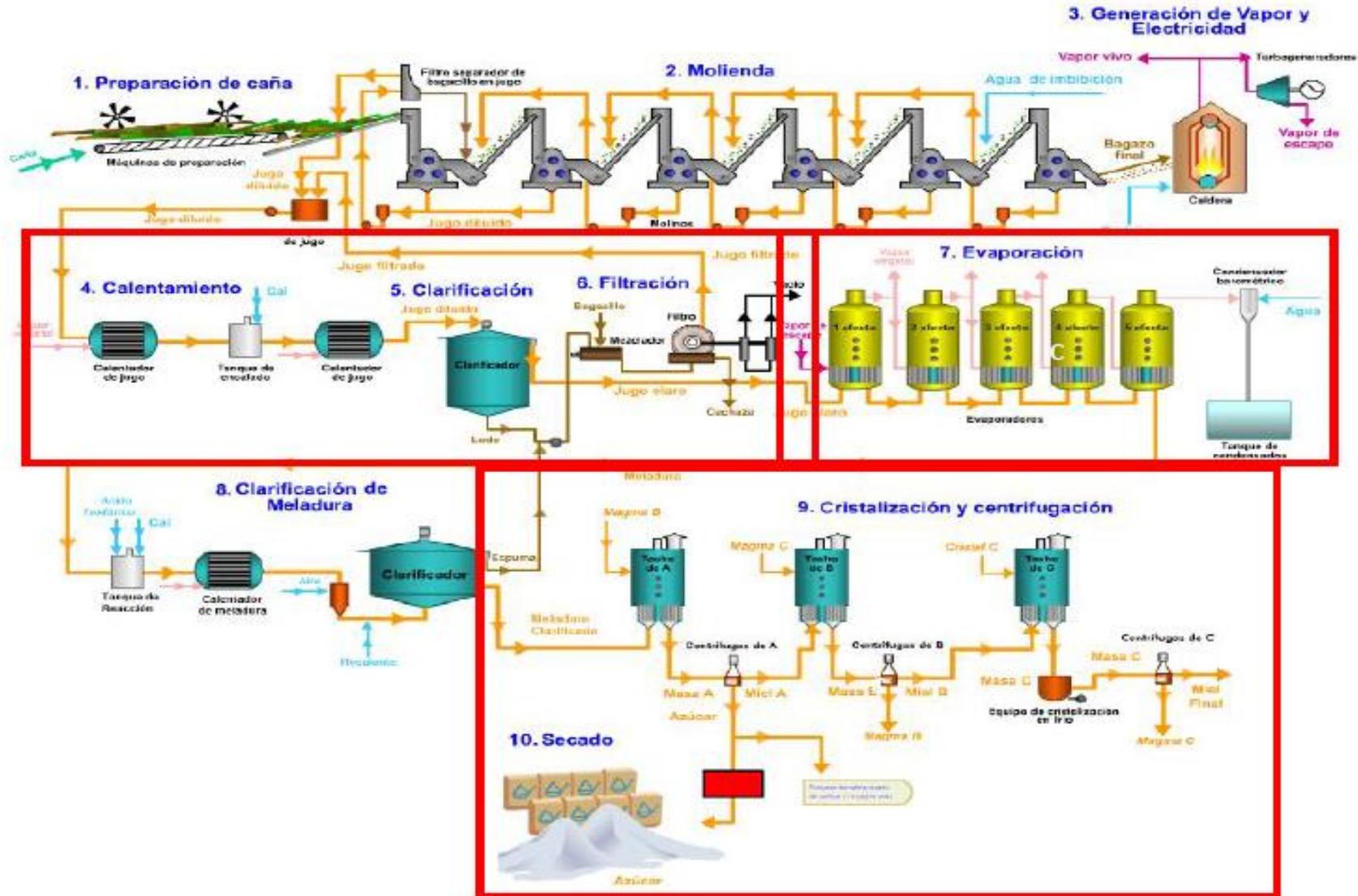


**Financiado con el 0,65% de las ventas
totales de azúcar y etanol combustible**

- Corporación privada sin fines de lucro, fundada el 6 de septiembre de 1977, para generar conocimiento y tecnología para la industria de la caña de azúcar en Colombia.
- Somos un equipo multidisciplinario que investiga y ofrece servicios especializados para la producción de azúcar, etanol y energía para un agroindustria sustentable y diversificado.



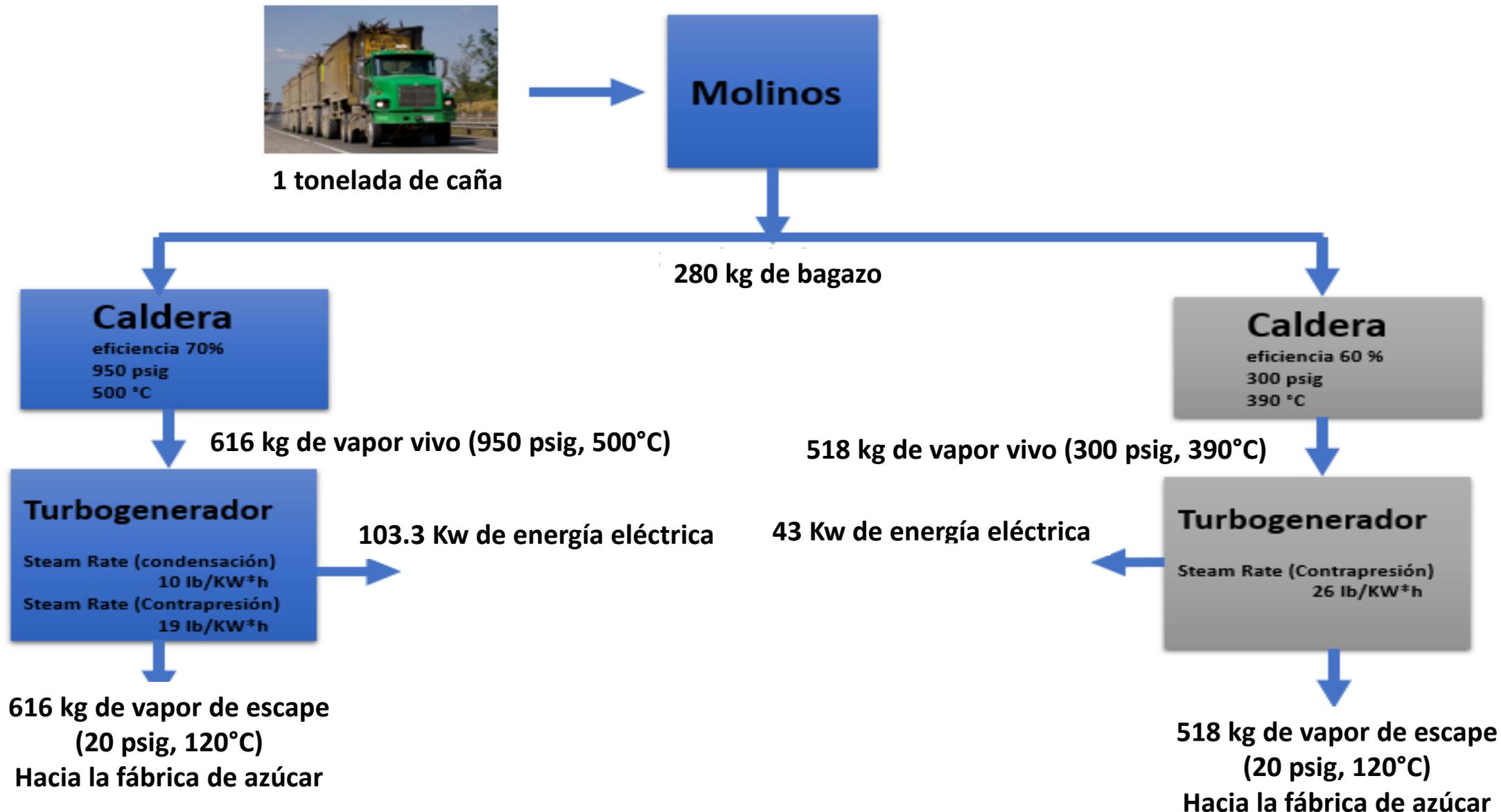
Proceso de obtención de azúcar



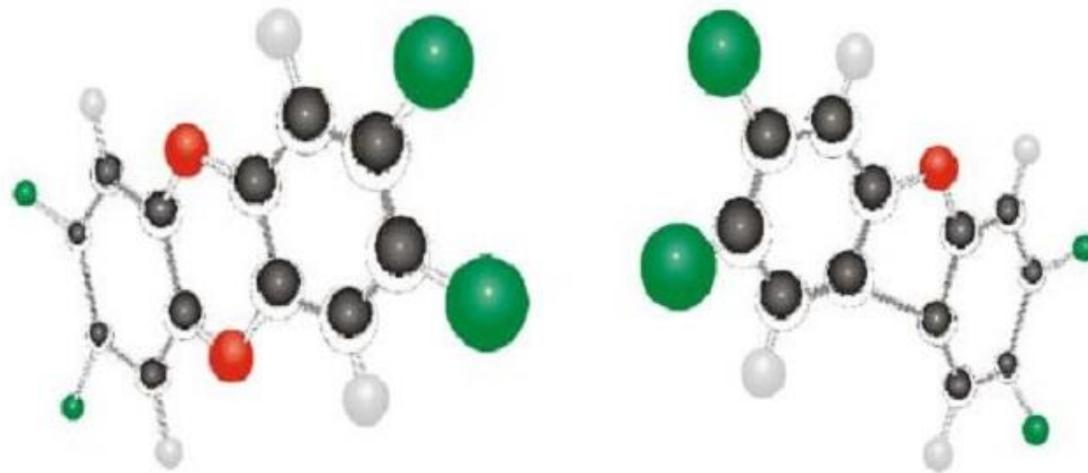
Balance de materia y energía global (Ingenio Dual)



Generación de energía térmica y eléctrica en el sector sucroenergético colombiano



Resultados medición de dioxinas y furanos durante la quema de la caña



Metodología

Para determinar la contribución del sector de caña de azúcar al inventario de PCDD/PCDF se realizó un muestreo de suelos y cenizas en 16 sitios donde se practica la quema en precosecha. Adicionalmente se midieron las concentraciones de PCDD/PCDF en dos lugares considerados blanco.

Caracterización de sitios de muestreo

Hacienda	Suerte	Municipio	Coordenadas geográficas (Latitud, Longitud)	Área (ha)	Variedad	TCH ^a (ton)	No. Corte	Edad de corte (meses)
La Medalla	2	Miranda	3.2770, -76.3342	2.5	CC 85-92	118.3	1	13.3
Ukrania Lopez No.2	22B	Corinto	3.1724, -76.2966	2.2	CC 01-1228	116.9	7	13.1
Potrero Chico	20	Cartago	4.6732, -75.9590	1.5	CC 01-1940	98.1	5	16.3
Potrero Chico	50	Cartago	4.6817,-75.9407	2.3	CC 01-1940	79.8	3	15.9
San Carlos Cavi	480	Bugalagrande	4.1857, -76.1827	12.0	CC 97-7170	163.9	1	13.5
Samaria Calad	10	Zarzal	4.4280, -76.0814	8.0	CC 85-92	118.1	7	13.4
Argelia	207	San Pedro	4.0224,-76.2675	2.1	CC 85-92	122.7	19	12.6
Ballesteros	76	Tuluá	4.0560, -76.2896	10.0	CC 01-1940	130.3	2	11.8
Campo Alegre JD	04B	Tuluá	4.0559,-76.2180	18.5	CC 01-1940	101.8	2	14.0
La Generala	6	Candelaria	3.3521,-76.3085	30.0	CC 01-1940	154.0	3	14.2
La Generala	8	Candelaria	3.3577,-76.3095	32.2	CC 01-1940	151.9	4	14.2
Santa Fe	72	Candelaria	3.4106,-76.3281	9.6	CC 01-746	153.4	4	13.8
Rio Rita	1	Candelaria	3.3707,-76.3786	17.2	CC 01-1940	121.9	2	11.8
Agrorisa	1	Ansermanuevo	4.8278,-75.9225	1.9	CC 93-4418	93.5	4	13.9
La Victoria	3.2	Riofrio	4.0791,-76.3343	13.0	CC 85-92	89.7	9	12.3
Remolinos	55	Florida	3.3207,-76.3095	1.9	CC 93-4418	111.0	6	13.5
CIAT	7	Palmira	3.4973,-76.3699	22.4	-	-	-	-
EESA - Cenicaña	15	Florida	3.3596,-76.2961	1.4	-	-	-	-

Caracterización de biomasa

Hacienda	Suerte	Área (ha)	Toneladas por hectárea de biomasa (ton)			%BNM ^a	Características de biomasa no molinable		TBQBS ^b (ton)
			No Molinable	Molinable	Total		Humedad (%)	(%) Masa consumida	
La Medalla	2	2,5	31,04	120,11	151,15	21%	35%	78%	39,4
Ukrania Lopez No.2	22B	2,2	24,33	138,28	162,61	15%	43%	58%	17,5
Potrero Chico	20	1,5	26,67	103,93	130,59	20%	44%	78%	17,5
Potrero Chico	50	2,3	26,30	84,30	110,59	24%	43%	85%	29,2
San Carlos Cavi	480	12,0	30,52	168,33	198,85	15%	50%	71%	129,3
Samaria Calad	10	8,0	25,76	121,41	147,16	18%	52%	92%	90,7
Argelia	207	2,1	25,26	132,22	157,48	16%	53%	84%	21,0
Ballesteros	76	10,0	32,39	136,67	169,06	19%	48%	91%	154,6
Campo Alegre JD	04B	18,5	18,63	112,33	130,96	14%	39%	73%	154,2
La Generala	6	30,0	16,56	178,94	195,50	8%	40%	81%	242,9
La Generala	8	32,2	28,59	167,22	195,82	15%	53%	85%	371,2
Santa Fe	72	9,6	25,89	180,11	206,00	13%	43%	90%	128,2
Rio Rita	1	17,2	25,63	130,74	156,37	16%	45%	90%	220,0
Agrorisa	1	1,9	17,93	93,52	111,45	16%	38%	94%	20,4
La Victoria	3.2	13,0	24,39	87,72	112,11	22%	33%	88%	186,2
Remolinos	55	1,9	20,22	116,59	136,82	15%	38%	83%	19,4

^a Porcentaje de biomasa no molinable.

^b Total de biomasa quemada en base seca.

Síntesis de resultados de laboratorio para suelos y cenizas

Hacienda	Suerte	Concentración [pg EQT/g]			
		Muestra ^a	Suelo	Muestra ^a	Ceniza
La Medalla	2	1	0.2419	19	0.0051
Ukrania Lopez No.2	22B	2	0.3813	20	0.0049
Potrero Chico	20	3	1.2679 ^b	21	0.0035
Potrero Chico	50	4	0.0513	22	0.0070
San Carlos Cavi	480	5	0.1572	23	0.1006
Samaria Calad	10	6	0.4238	24	0.1125
Argelia	207	7	0.1438	25	0.0859
Ballesteros	76	8	0.0651	26	0.1079
Campo Alegre JD	04B	9	0.2040	27	1.2487 ^b
La Generala	6	10	0.1327	28	0.0850
La Generala	8	11	0.4034	29	0.1441
Santa Fe	72	12	0.2376	30	0.1301
Rio Rita	1	13	0.2820	31	0.1565
Agrorisa	1	14	0.2003	32	0.4530 ^b
La Victoria	3.2	15	0.2546	33	0.0110
Remolinos	55	16	0.0447	34	0.0106
CIAT	7	17 ^c	0.0280		—
EESA - Cenicaña	15	18 ^c	0.3149		—

Conclusiones del estudio



La concentración de PCDD/PCDF encontrada en este estudio para suelo agrícola colombiano para caña de azúcar es de 0.215 pg EQT/g. Este resultado es comparable con valores internacionales....”



Aunque los valores encontrados para PCDD/PCDF no se encuentran sobre los reportes internacionales, ello no implica que las **quemas de biomasa sean inocuas**, pues existen otros contaminantes como material particulado (PM), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (VOC); que pueden encontrarse en las emisiones por quema de biomasa y que también son relevantes en salud.



Se recomienda hacer un ejercicio de medición en las calderas que utilizan bagazo como biomasa para aprovechamiento energético.....”,

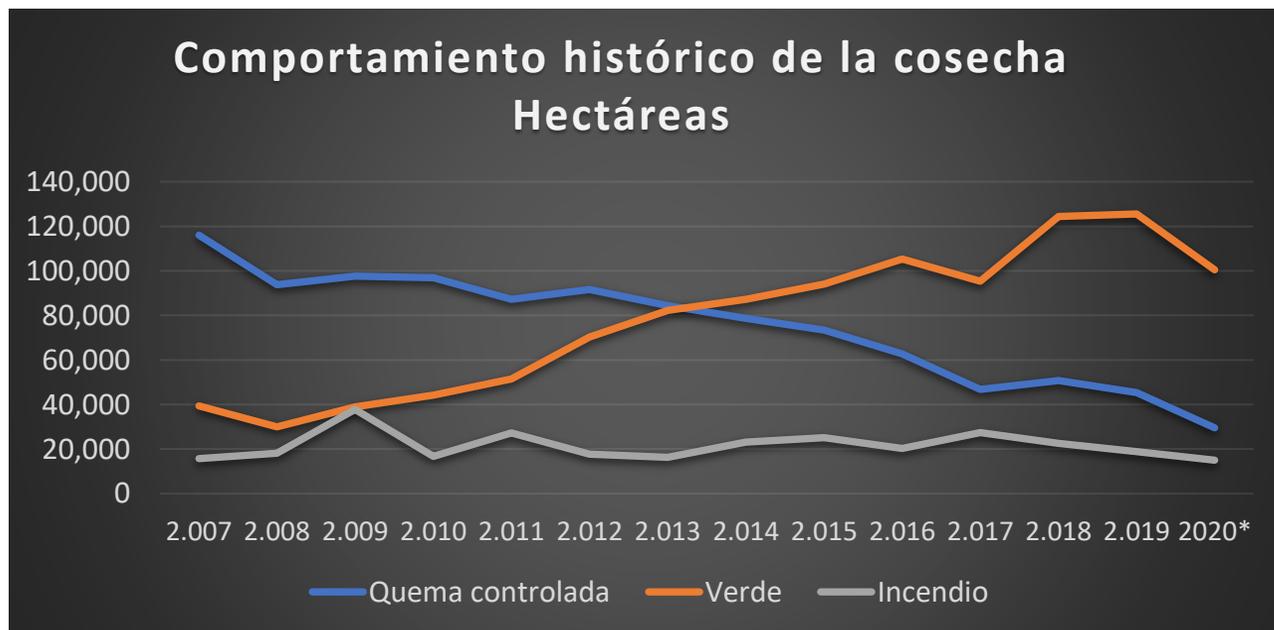


Para reducir las emisiones de PCDD/PCDF por quemas de biomasa, **se recomienda continuar con la disminución de las prácticas de quema en la cosecha de caña de azúcar.** La implementación de cosecha en verde ha demostrado, de acuerdo a los procesos de mejora actuales, ser una opción viable y esta debe ir acompañada con procesos sociales que mitiguen el posible impacto económico sobre las comunidades de corteros y cosechadores.

Prácticas para mitigar quema de la caña



Comportamiento de la cosecha del sector en los últimos 14 años



Desde el año 2008, el incremento de la cosecha en verde ha sido sostenido. En contraste, el área cosechada bajo quema controlada ha disminuido de manera constante desde el 2007, mientras que el área proveniente de incendios no presenta una reducción significativa.



En 2019, la cosecha en verde alcanzó el 66%, un incremento importante al compararse con la cifra del 2007 que fue de 23%.



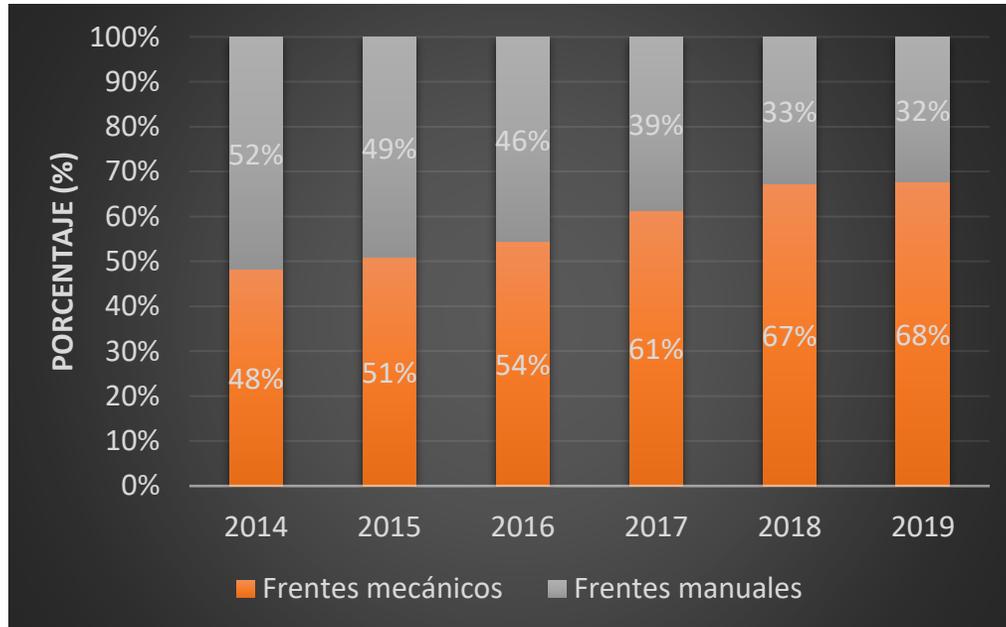
De otra parte, en 2019 la quema controlada fue tan solo el 24% respecto del 68% que registró en 2007 y el área incendiada corresponde al 10% versus un 9% en 2007.

Fuente: Ingenios Azucareros.

**/El año 2020 corresponde al periodo Enero-Septiembre*

Frentes de la cosecha

Evolución del número de frentes de cosecha



Incremento de **64%** en frentes de cosecha mecánica
 Reducción de **27%** en frentes de cosecha manual
 Aumento de **17%** en el total de frentes

Inventario 2019

- ✓ 68 frentes de cosecha para una capacidad potencial de cosecha de 86,350 toneladas de caña por día (65% cosecha mecánica).
- ✓ De los frentes de cosecha mecánica, el 85% utiliza vagones de autovolteo y el 15% realiza cadeneo con vagones de transporte tipo HD 12000 y HD 20000 en la suerte.

Las principales causas de generación de incendios son:



¿Qué estamos haciendo para mitigar esta problemática?



Para la atención de incendios

Implementación de planes de emergencia (Diagnóstico de la problemática, definición de alcance del plan, actividades de prevención y acciones de control y atención).

Programa socioambiental y trabajo con las comunidades

Asocaña y sus ingenios adelantan acciones de sensibilización, capacitación y prevención de conflictos socio-ambientales con los actores sociales en las zonas que presentan mayor ocurrencia de eventos de incendios.

¿Por qué se quema la caña para su cosecha?

Reducción de materia seca y extraña.

- Caña verde: 6,5% materia extraña
- Caña quemada: 3% materia extraña.



Disminución de la accidentalidad en los corteros en un 20% cuando se corta caña quemada.



De esta actividad dependen 7.100 corteros y sus familias.



Mayor eficiencia en el corte que genera mayores ingresos para el cortero.

- Caña verde: 3 toneladas/día
- Caña quemada: 7 toneladas/día



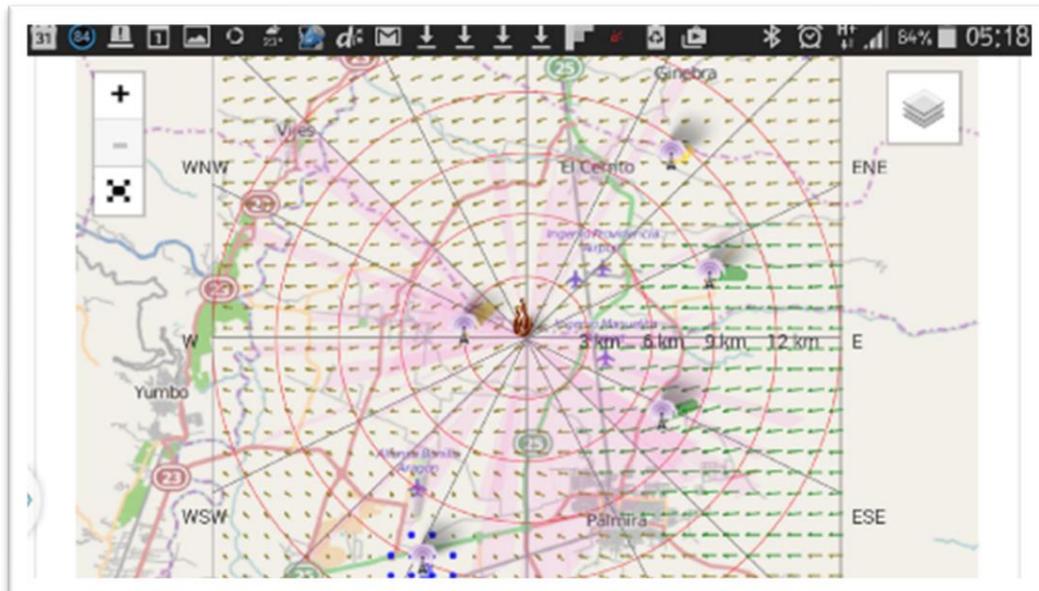


La quema controlada se realiza bajo protocolos de seguridad y con tecnología de punta

- **36 estaciones meteorológicas** automatizadas para el monitoreo de las quemas controladas.

- Sistema **SINPAVESA** que permite analizar las condiciones meteorológicas favorables para ejecutar las quemas.

- Existe una **red de 6 estaciones de material particulado PM10**.



La quema controlada se realiza bajo protocolos de seguridad y con tecnología de punta

- Personal capacitado en el **manejo y control del fuego forestal**.

- Equipos para la **aplicación precisa del fuego**.

- **Veeduría integral** para el control, acompañamiento, entrenamiento y mejoramiento continuo.

- Sistema de **monitoreo en salud respiratoria** Valle y Cauca, basado en los estudios epidemiológicos realizados.



Red meteorológica automatizada

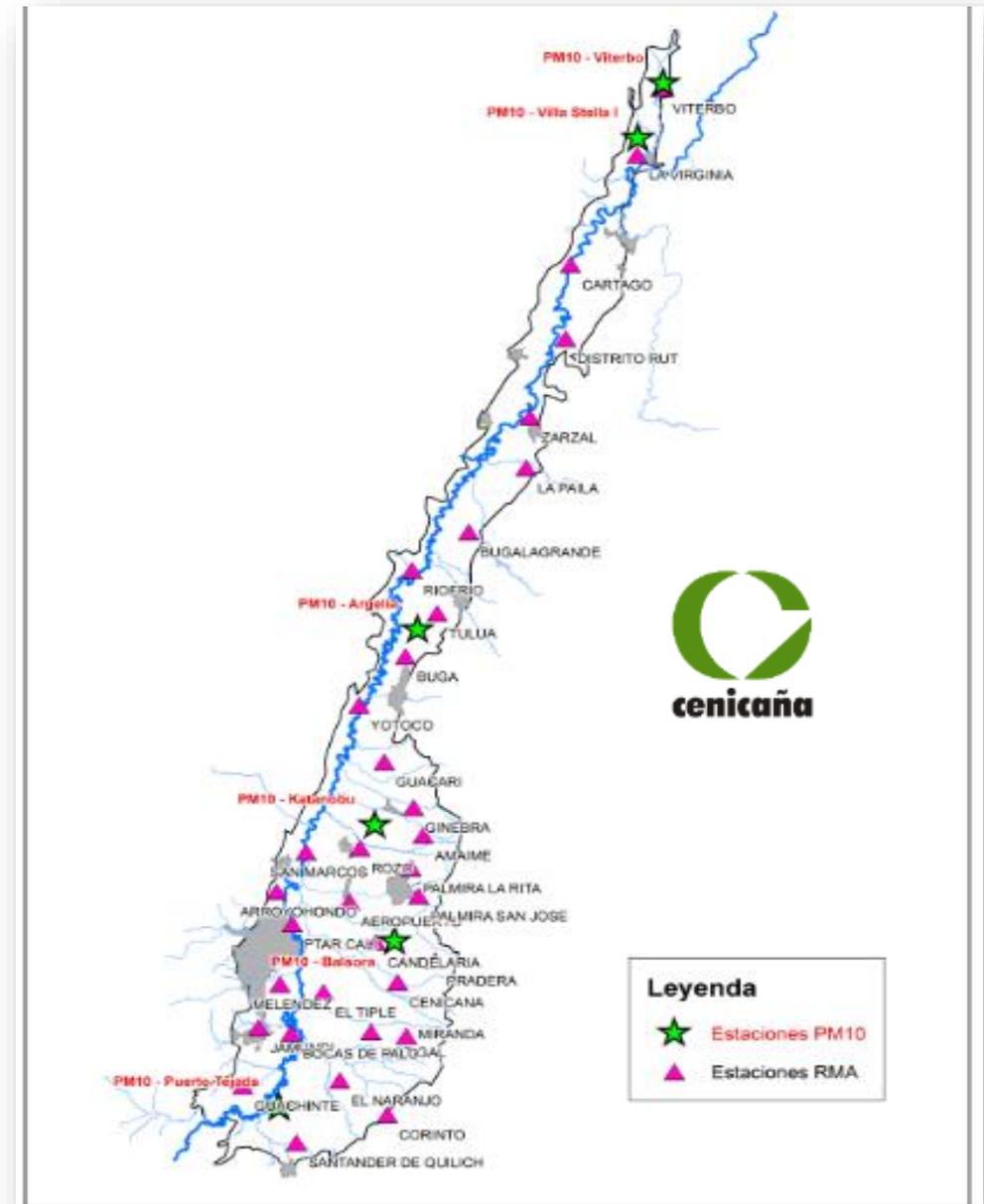
La RMA cuenta hoy con **38 estaciones** ubicadas desde la jurisdicción del municipio de Viterbo (Caldas) hasta el municipio de Santander de Quilichao en el departamento del Cauca.

Aplicaciones Criticas

- Software transmisión de datos (1 hora, Petición)
- SinPavesa (7 X 24) datos 10 seg.
 - Quemaz
 - Labores Aéreas
- Balance Hídrico (Diario)

Otras Aplicaciones

- Presentación Información Horaria
- Análisis de datos



Desde 1993

Uso de biofertilizantes



Subproductos de la caña de azúcar

Cachaza (984.214 t/año, 2019)



C orgánico = 24.1%

P₂O₅ = 1.6%

Vinaza (760,155 t/año, 2019, sólidos: 29 %)

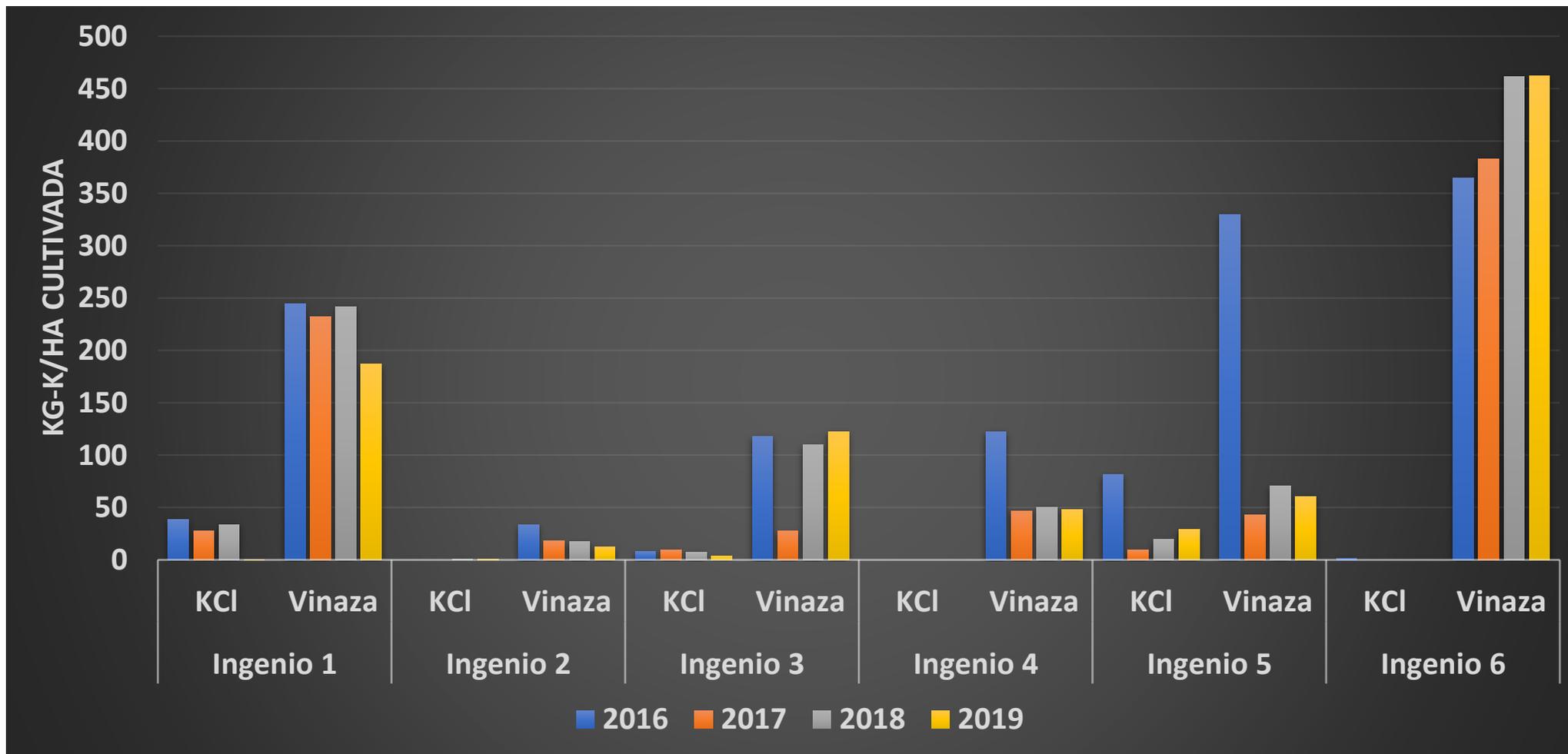


C orgánico = 4.5%

K₂O = 1.6%

- Aplicación directa al suelo + N
- Enriquecimiento del compost

Aplicación de potasio en campo - KCl vs Vinaza



Subproductos de la caña de azúcar



Planta de compostaje



Volteadora de compost

Panorama del proceso de compostaje



- Cachaza
- Vinaza
- Ceniza
- Residuos de cosecha

Al día de hoy hay 5 plantas de compostaje en funcionamiento:

- 4 procesan cachaza, vinaza, residuos del cultivo y ceniza
- 1 procesa cachaza, residuos del cultivo y ceniza

- Cachaza **948.214** toneladas/año (2010-2019)
- Producción de compost **269.600** toneladas/año
- 67% de la cachaza (base seca) se composta
- 33% se aplica al campo como cachaza (tradicional)

Efecto del compost al fondo del surco



Control biológico de plagas



En el valle del río Cauca la principal herramienta de manejo de los barrenadores – Control Biológico



Antecedentes

- Hasta los 50's se aplicaron insecticidas en el valle del río Cauca para el control de *Diatraea* spp. con una muy baja eficiencia.
- Insecticidas químicos son actualmente una práctica frecuente en otras regiones que comparten el problema de los barrenadores del tallo.
- En el valle del río Cauca la superposición de generaciones de la plaga, asociada a los ciclos continuos de siembra-cosecha en la región (no se tiene zafra) limita la efectividad de los insecticidas.

Los barrenadores del tallo, *Diatraea* spp., las principales plagas de la caña de azúcar en América



Antecedentes

Entre 1960 y 1982 registro de al menos 11 introducciones de enemigos naturales de la plaga – parasitoides de huevos y de larvas de la plaga.

A la fecha se ha logrado la adaptación de tres parasitoides de larva (*Lydella minense*, *Billaea claripalpis* y *Cotesia flavipes*), se trabaja con un parasitoide de huevos (*Trichogramma exiguum*) y se hace énfasis en un parasitoide silvestre (*Genea jaynesi*).

Desde los años ochenta los niveles de daño de la industria azucarera se han mantenido por debajo del 5% de entrenudos barrenados.



En la actualidad

Se trabaja en entender la biología y ecología de estos enemigos naturales para mejorar su actividad reguladora sobre la plaga.

Se está haciendo énfasis en el concepto de control biológico por conservación – establecer condiciones en el campo para favorecer la adaptación de la fauna benéfica.

El enfoque es favorecer la biodiversidad dentro del agroecosistema para hacerlo resiliente a factores bióticos (plagas & enfermedades).



Parasitoides de *Diatraea* spp.

Billaea claripalpis



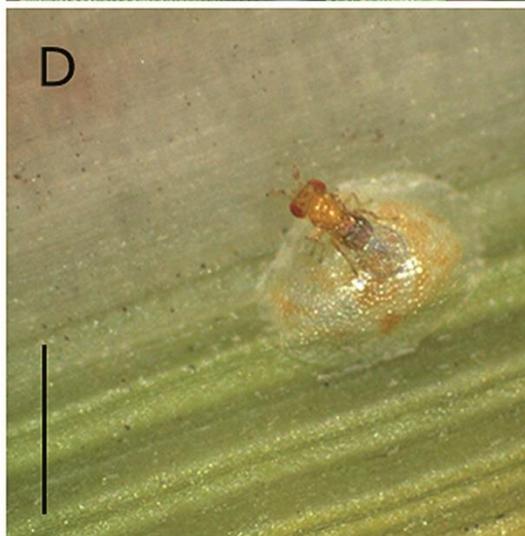
Lydella minense



Cotesia flavipes



Genea jaynesi



Trichogramma exiguum





Muchas Gracias

