



*Costa Rica  
Unique Country,  
Unique Coffee*



## GETTING ETHANOL FROM MUCILAGE AND PULP AND GASIFICATION

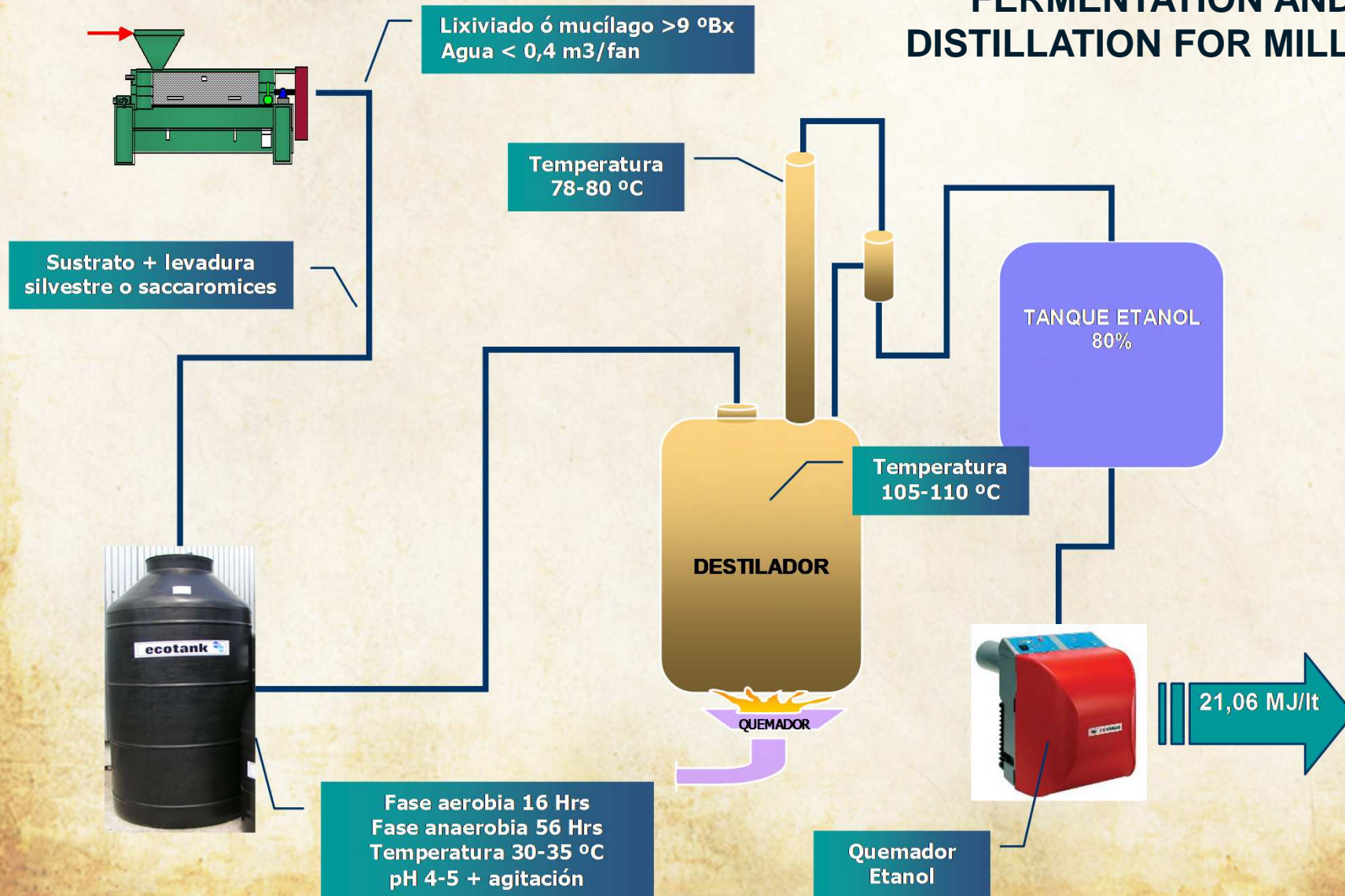
Ing. Rolando Chacón Araya M.Sc.  
2011 June

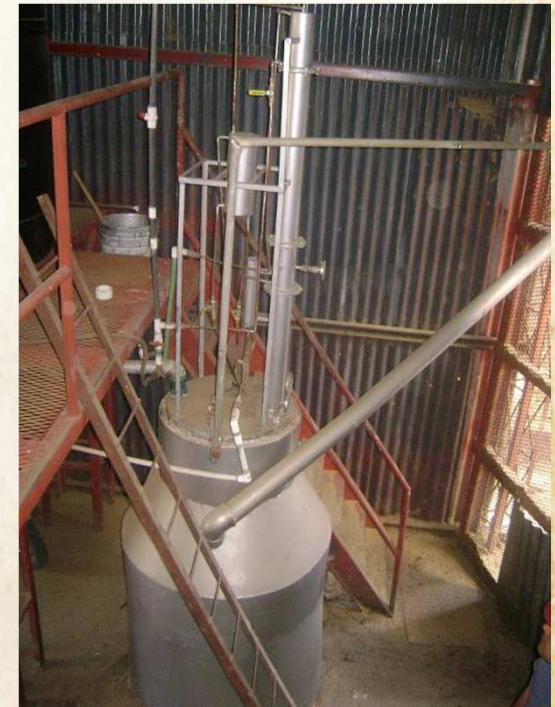
We Grow a Unique Sustainable Model

# Industrialization projects

- **Getting ethanol from mucilage and pulp**

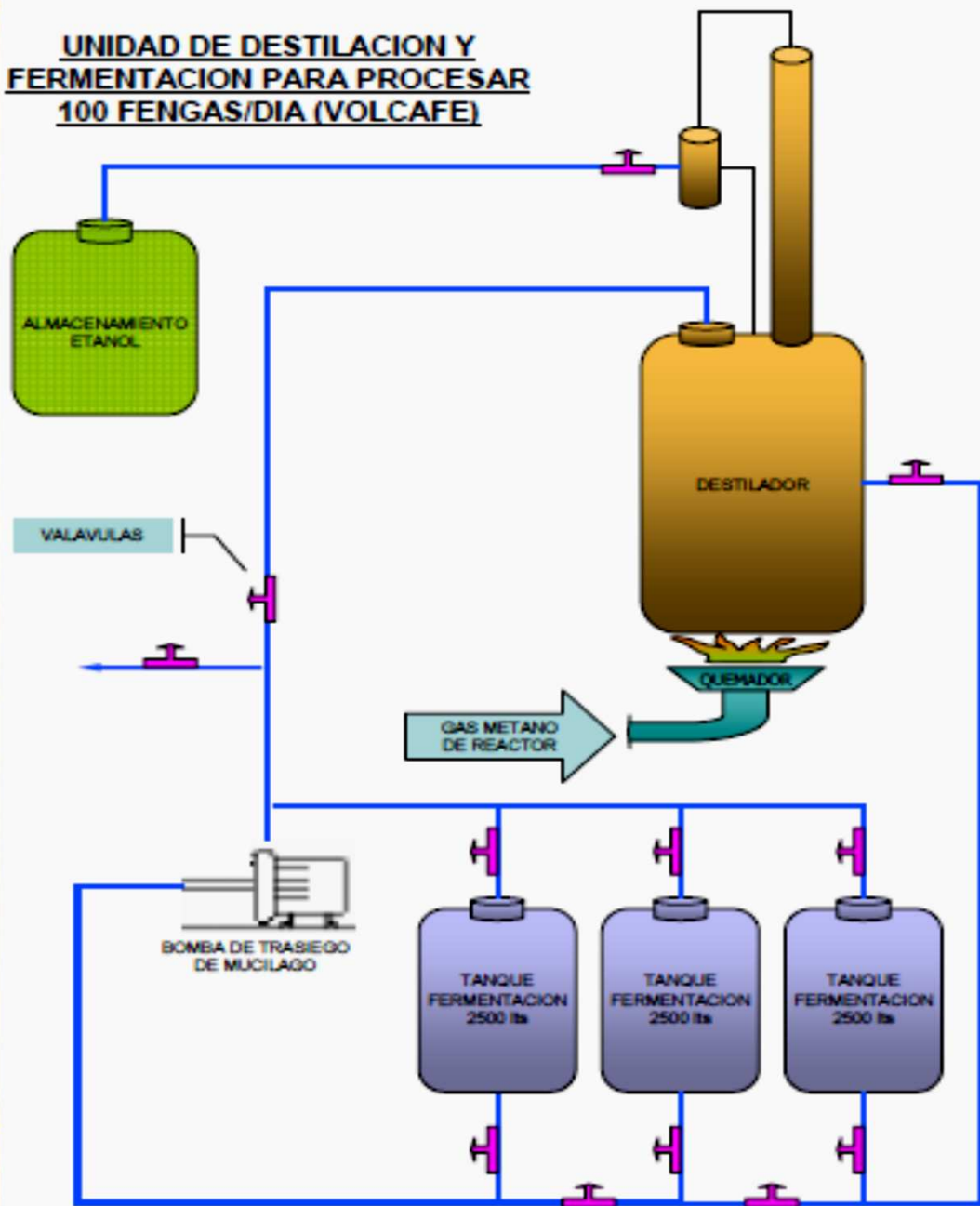
## PROPOSED UNIT FOR ETHANOL FERMENTATION AND DISTILLATION FOR MILLING





**PROCESSING PLANT mucilage 100 FANEGAS /  
day.  
VOLCAFE MILL - SANTO DOMINGO**

**UNIDAD DE DESTILACION Y  
FERMENTACION PARA PROCESAR  
100 FENGAS/DIA (VOLCAFE)**



# RESULTS

- The results show that it is indeed possible to obtain ethanol from waste produced during the coffee processing, however the lack of repeatability in testing cause can not be conclusively certify any of the results. The most outstanding results are obtained in the volumes and MSD samples M1, where in both cases result in approximately 2.5 liters of alcohol from about 200 liters of fermentation, ie approximately 1.25% (value close to the results presented by ICAFE , 1.39% and 1.47%) It corroborates the results of previous experiments indicating that it is feasible to produce ethanol using by-products of coffee.
- Experiments conducted by certain lack of hygienic conditions, do not guarantee that the ethanol yield was the maximum possible substrates used.
- The lack of repeatability in testing cause can not be conclusively certify any of the results.
- Not to increase the amount of ethanol obtained would not be economically viable production of the products from the coffee. Can not conclude about the quality of the stillage in the process since it is not possible to determine with certainty the physical and chemical characteristics of it.

We Grow a Unique Sustainable Model

# Industrialization projects

- **Pulp and Husk Gasification**

Gasifier is designed to generate manufacturing drawings, prototype builds recycling used equipment and are tracked during forming and assembly. Is currently in the testing period.

Contenido de humedad BROZA (% b.h.)	Energía Promedio (MJ/kg)	kWh/kg equivalentes
12.2	19.0	5.28
15.2	19.7	5.48
17.8	18.7	5.18
29.1	15.0	4.15
31.4	14.3	3.98
33.5	9.6	2.67
36.5	12.1	3.35
38.5	9.8	2.72
43.3	9.8	2.72
48.6	12.1	3.36
55.8	11.1	3.09
63.9	7.9	2.19
67.6	6.4	1.77
80.7	5.2	1.43
85.2	3.4	0.94



*ENERGIA GENERADA 85% EFIC  
GASIFICACION=12750 KJ/kg*

*ENERGIA DE SECADO= 6400 KJ/kg*

*ENERGIA BRUTA DISPONIBLE= 6350 KJ/kg*

Prueba N°	Condiciones iniciales		Condiciones finales		Temperatura de secado (K)	Caudal (m³/s)	Consumo de energía (kWh/kg)
	Peso (kg)	Humedad b.h. (%)	Peso (kg)	Humedad b.h. (%)			
1	10	50	7.14	29.1	358.15	0.42	0.22
2	10	70	4.35	30.1	358.15	0.42	1.64
3	10	80	2.78	29.9	363.15	0.42	1.75
4	10	85	2.13	30.1	363.15	0.56	1.81
5	10	88	1.69	30.3	353.15	0.56	1.88
6	10	90	1.43	29.9	353.15	0.56	1.97



**PROTOTIPO PULP DRYER CICAPE**

## Briquetado de la pulpa (CICAFE)

### PRUEBAS DE BRIQUETEADO

PESO BROZA SECA (kg)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	TIEMPO DE PROCESO (min)	FLUJO DE PROCESO (kg/hr)
47.94	0.28	171.21	9.5	302.7

SUBPRODUCTO	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /fan)	VARIACION DE VOLUMEN	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	PESO (kg/fan)
BROZA FRESCA	0.22		470	103.4
BROZA SECA	0.1	45.45%	171	17.1
BRIQUETAS	0.015	6.82%	1009	15.1

TIPO BIOMASA	PODER CALORICO
BROZA SECA	3840 kcal/kg
LEÑA (16%)	3430 kcal/kg
BRIQUETA BROZA	3782 kcal/kg

## Briqueteado de la Pulpa (CICAFE)



## Briquetado de la Pulpa (CICAFE)

### COSTOS ESTIMADOS CICAFE

EQUIPO	PRODUCCION	CONSUMO ELECTRICO	CONSUMO POR FAN	COSTO @ 0,1\$/kwh
PRENSA DE BROZA	19.0 ff/hr	4.1 kwh	0.2 kwh/ff	0.022 \$/ff
BRIQUETADORA	13.3 ff/hr	19.5 kwh	1.5 kwh/ff	0.146 \$/ff
SECADORA DE BROZA	14.7 ff/hr	14.6 kwh	1.0 kwh/ff	0.099 \$/ff
MANO DE OBRA				0.220 \$/ff
			<b>TOTAL</b>	<b>0.487 \$/ff</b>

### COSTOS PROMEDIO NACIONAL

	CONSUMO POR FAN	COSTO UNITARIO	COSTO POR FAN
CONSUMO LEÑA	0.060 m3/ff	10.700 \$/m3	0.642 \$/ff
TRANSPORTE Y TRAT BROZA			0.394 \$/ff
		<b>TOTAL</b>	<b>1.036 \$/ff</b>



# Generación Eléctrica utilizando la Tecnología de Gasificación con Subproductos de Café como combustible (CICAFE – COOPEDOTA)

## RESULTADOS PRUEBAS PRELIMINARES

PARAMETRO	BIOMASA BROZA
BROZA GASIFICADA	75.00 kg
TIEMPO GASIFICACION	7.00 hr
COMSUMO BIOMASA	10.71 kg/hr
FLUJO DE GAS	28.10 m <sup>3</sup> /hr
PRODUCCION DE GAS	2.62 m <sup>3</sup> /kg
PODER CALORIFICO GAS	1053.00 kcal/m <sup>3</sup>
ENERGIA BRUTA	39535.71 kcal/hr
ENERGIA NETA	29589.30 kcal/hr
<b>EFICIENCIA</b>	<b>74.84%</b>

GAS PRODUCIDO	CONCENTRACION (VOL/VOL)
MONOXIDO CARBONO (CO)	15.40%
METANO (CH <sub>4</sub> )	1.87%
HIDROGENO (H <sub>2</sub> )	11.50%
DIOXIDO CARBONO (CO <sub>2</sub> )	14.40%

# Generación Eléctrica utilizando la Tecnología de Gasificación con Subproductos de Café como combustible (CICAFE – COOPEDOTA)



## Aplicación tecnología de gasificación utilizando subproductos del café como combustible, diseño de gasificador *(CICAFFE - COOPETARRAZU)*

Este proyecto implica el diseño y asesoría en la fabricación de gasificador en el beneficio de la Cooperativa Coopetarrazú R.L., según convenio con el ICAFFE.

Como recurso energético se utilizará broza seca para alimentar el aparato

Este gasificador operará en un sistema de secado de broza junto con prensa de broza y secadora rotativa adquiridas por Coopetarrazú, con el fin de procesar el 60% de la broza generada en dicho beneficio durante la cosecha 2009-2010, para ser utilizada como recurso energético en la generación de calor para el proceso del secado del café. Esto nos permite validar la experiencia sobre gasificación obtenida a partir de la broza en el CICAFFE.

Los lixiviados generados serán enviados a Campo de Aspersión sobre Pasto Estrella existente, para ser tratados allí.

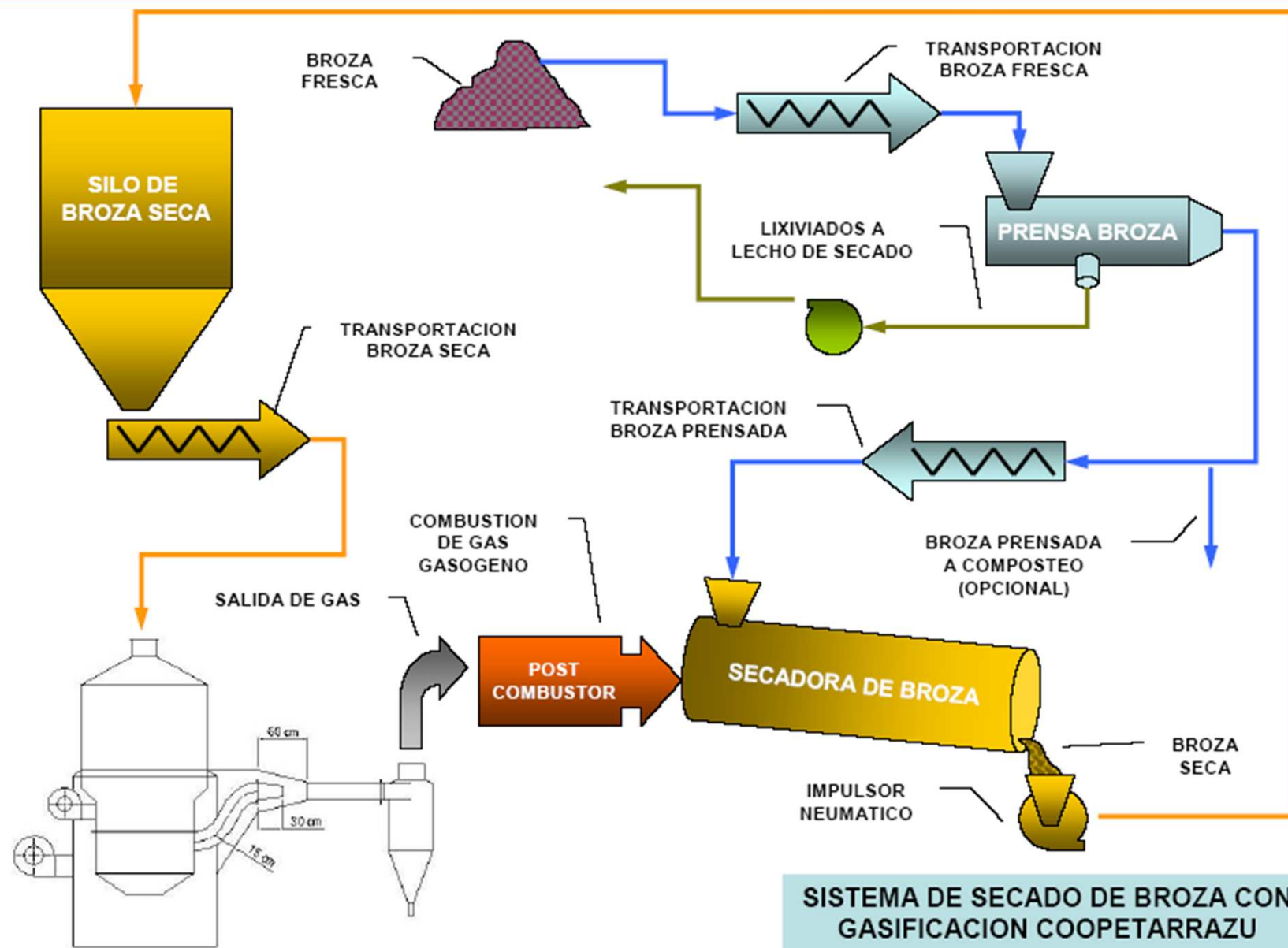
## Aplicación tecnología de gasificación utilizando subproductos del café como combustible, diseño de gasificador *(CICAFE - COOPETARRAZU)*

⇒ Se establece convenio de cooperación con la Coopetarrazú, en el diseño y fabricación de gasificador para alimentar sistema de secado de broza en continuo.

⇒ Se elaboran planos de detalle y se realizan visitas de seguimiento en la fabricación de gasificador con personal beneficio.

⇒ Se procede a realizar la puesta en marcha y pruebas preliminares, debido a queja planteada por vecino al Ministerio de Salud, se detiene el proceso. Se queda a la espera de resolución del Ministerio de Salud para poder continuar

⇒ El proyecto se da por concluido, hasta resolución por parte de Coopetarrazú



**SISTEMA DE SECADO DE BROZA CON GASIFICACION COOPETARRAZU**  
 PROPUESTA CICAFAE (Ing. Emmanuel Montero)

## DISEÑO DE GASIFICADOR

POTENCIA PROYECTADA	1000 kw
GENERACION DE GAS / BIOMASA UNITARIA	2.2 m <sup>3</sup> /kg
GENERACION ENERGIA / BIOMASA UNITARIA	2.2 kwh/kg
CONSUMO TOTAL DE BROZA PROYECTADA	455.0 m <sup>3</sup> /kg
GENERACION TOTAL DE GAS PROYECTADA	1000.0 m <sup>3</sup> /hr
DIAMETRO DE GARGANTA	0.55 m
DIAMETRO DEL CUERPO	1.70 m
ALTURA LINEA DE TOBERAS	0.32 m
CAUDAL TOTAL DE AIRE	1730.0 m <sup>3</sup> /hr
CANTIDAD DE TOBERAS	7
DIAMETRO DE TOBERAS	0.034 m

GAS	CONCENTRACION VOL/VOL
MONOXIDO CARBONO (CO)	14.50%
METANO (CH4)	0.81%
HIDROGENO (H2)	10.70%
DIOXIDO CARBONO (CO2)	7.60%

PARAMETRO	BIOMASA BROZA SECA
COMSUMO BIOMASA	243.00 kg/hr
FLUJO DE GAS	810.00 m3/hr
PRODUCCION DE GAS	3.33 m3/kg
PODER CALORIFICO GAS	888.00 kcal/m3
ENERGIA NETA	719280.00 kcal/hr
ENERGIA BRUTA	896670.00 kcal/hr
EFICIENCIA	80.22%
POTENCIA TERMICA	836.53 kW
COSTO UNITARIO	11.95 \$/kW
COMSUMO ELECTRICO	2.80 kW-hr
LENA EQUIVALENTE (Ef: 50%)	1.16 M3/hr



**GASIFICADOR DE BROZA**

**SECADORA DE BROZA**

